

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Universal serial bus interfaces for data and power –
Part 1-3: Common components – USB Type-C™ Cable and Connector
Specification**

**Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation
électrique –
Partie 1-3: Composants communs – Spécification des câbles et des connecteurs
USB Type-CTM**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 USB-IF

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from IEC, or USB-IF at the respective address given below. Any questions about USB-IF copyright should be addressed to the USB-IF. Enquiries about obtaining additional rights to this publication and other information requests should be addressed to the IEC or your local IEC member National Committee.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

USB Implementers Forum, Inc.
3855 S.W. 153rd Drive
Beaverton, OR 97003
United States of America
Tel. +1 503-619-0426
Admin@usb.org
www.usb.org

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Universal serial bus interfaces for data and power –
Part 1-3: Common components – USB Type-C™ Cable and Connector
Specification**

**Interfaces de bus universel en série pour les données et l'alimentation
électrique –
Partie 1-3: Composants communs – Spécification des câbles et des
connecteurs USB Type-CTM**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.120.20; 33.120.30; 35.200

ISBN 978-2-8322-6519-2

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

UNIVERSAL SERIAL BUS INTERFACES FOR DATA AND POWER –

Part 1-3: Common components – USB Type-C™ Cable and Connector Specification

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62680-1-3 has been prepared by technical area 14: Interfaces and methods of measurement for personal computing equipment, of IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2017 and constitutes a technical revision.

The text of this standard was prepared by the USB Implementers Forum (USB-IF). The structure and editorial rules used in this publication reflect the practice of the organization which submitted it.

This bilingual version (2019-01) corresponds to the monolingual English version, published in 2018-05.

The text of this International Standard is based on the following documents:

CDV	Report on voting
100/3011/CDV	100/3099/RVC

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The IEC 62680 series is based on a series of specifications that were originally developed by the USB Implementers Forum (USB-IF). These specifications were submitted to the IEC under the auspices of a special agreement between the IEC and the USB-IF.

This standard is the USB-IF publication USB Type-C™ Cable and Connector Specification Revision 1.3 as of July 14, 2017.

The USB Implementers Forum, Inc.(USB-IF) is a non-profit corporation founded by the group of companies that developed the Universal Serial Bus specification. The USB-IF was formed to provide a support organization and forum for the advancement and adoption of Universal Serial Bus technology. The Forum facilitates the development of high-quality compatible USB peripherals (devices), and promotes the benefits of USB and the quality of products that have passed compliance testing.

ANY USB SPECIFICATIONS ARE PROVIDED TO YOU "AS IS," WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE. THE USB IMPLEMENTERS FORUM AND THE AUTHORS OF ANY USB SPECIFICATIONS DISCLAIM ALL LIABILITY, INCLUDING LIABILITY FOR INFRINGEMENT OF ANY PROPRIETARY RIGHTS, RELATING TO USE OR IMPLEMENTATION OR INFORMATION IN THIS SPECIFICATION.

THE PROVISION OF ANY USB SPECIFICATIONS TO YOU DOES NOT PROVIDE YOU WITH ANY LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

Entering into USB Adopters Agreements may, however, allow a signing company to participate in a reciprocal, RAND-Z licensing arrangement for compliant products. For more information, please see:

<http://www.usb.org/developers/docs/>

http://www.usb.org/developers/devclass_docs#approved

IEC DOES NOT TAKE ANY POSITION AS TO WHETHER IT IS ADVISABLE FOR YOU TO ENTER INTO ANY USB ADOPTERS AGREEMENTS OR TO PARTICIPATE IN THE USB IMPLEMENTERS FORUM.

Universal Serial Bus Type-C Cable and Connector Specification

Release 1.3
July 14, 2017

**Copyright © 2014-2017, USB 3.0 Promoter Group:
Apple Inc., Hewlett-Packard Inc., Intel Corporation, Microsoft
Corporation, Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments
All rights reserved.**

NOTE: Adopters may only use the USB Type-C™ cable and connector to implement USB or third party functionality as expressly described in this Specification; all other uses are prohibited.

LIMITED COPYRIGHT LICENSE: The USB 3.0 Promoters grant a conditional copyright license under the copyrights embodied in the USB Type-C Cable and Connector Specification to use and reproduce the Specification for the sole purpose of, and solely to the extent necessary for, evaluating whether to implement the Specification in products that would comply with the specification. Without limiting the foregoing, use of the Specification for the purpose of filing or modifying any patent application to target the Specification or USB compliant products is not authorized. Except for this express copyright license, no other rights or licenses are granted, including without limitation any patent licenses. In order to obtain any additional intellectual property licenses or licensing commitments associated with the Specification a party must execute the USB 3.0 Adopters Agreement. NOTE: By using the Specification, you accept these license terms on your own behalf and, in the case where you are doing this as an employee, on behalf of your employer.

INTELLECTUAL PROPERTY DISCLAIMER

THIS SPECIFICATION IS PROVIDED TO YOU "AS IS" WITH NO WARRANTIES WHATSOEVER, INCLUDING ANY WARRANTY OF MERCHANTABILITY, NON-INFRINGEMENT, OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE. THE AUTHORS OF THIS SPECIFICATION DISCLAIM ALL LIABILITY, INCLUDING LIABILITY FOR INFRINGEMENT OF ANY PROPRIETARY RIGHTS, RELATING TO USE OR IMPLEMENTATION OF INFORMATION IN THIS SPECIFICATION. THE PROVISION OF THIS SPECIFICATION TO YOU DOES NOT PROVIDE YOU WITH ANY LICENSE, EXPRESS OR IMPLIED, BY ESTOPPEL OR OTHERWISE, TO ANY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

All implementation examples and reference designs contained within this Specification are included as part of the limited patent license for those companies that execute the USB 3.0 Adopters Agreement.

USB Type-C™ and USB-C™ are trademarks of the Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). All product names are trademarks, registered trademarks, or service marks of their respective owners.

CONTENTS

FOREWORD.....	2
INTRODUCTION.....	4
1 Introduction	20
1.1 Purpose	20
1.2 Scope	20
1.3 Related Documents.....	21
1.4 Conventions.....	21
1.4.1 Precedence	21
1.4.2 Keywords	21
1.4.3 Numbering.....	22
1.5 Terms and Abbreviations	22
2 Overview	25
2.1 Introduction.....	25
2.2 USB Type-C Receptacles, Plugs and Cables	26
2.3 Configuration Process.....	28
2.3.1 Source-to-Sink Attach/Detach Detection	28
2.3.2 Plug Orientation/Cable Twist Detection.....	28
2.3.3 Initial Power (Source-to-Sink) Detection and Establishing the Data (Host-to-Device) Relationship.....	29
2.3.4 USB Type-C VBUS Current Detection and Usage	30
2.3.5 USB PD Communication.....	30
2.3.6 Functional Extensions.....	30
2.4 VBUS	31
2.5 VCONN.....	31
2.6 Hubs	32
3 Mechanical	32
3.1 Overview	32
3.1.1 Compliant Connectors	32
3.1.2 Compliant Cable Assemblies	32
3.1.3 Compliant USB Type-C to Legacy Cable Assemblies	32
3.1.4 Compliant USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies.....	33
3.2 USB Type-C Connector Mating Interfaces.....	34
3.2.1 Interface Definition	34
3.2.2 Reference Designs	56
3.2.3 Pin Assignments and Descriptions.....	64
3.3 Cable Construction and Wire Assignments.....	65
3.3.1 Cable Construction (Informative)	65
3.3.2 Wire Assignments.....	67
3.3.3 Wire Gauges and Cable Diameters (Informative)	68
3.4 Standard USB Type-C Cable Assemblies.....	70
3.4.1 USB Full-Featured Type-C Cable Assembly.....	70
3.4.2 USB 2.0 Type-C Cable Assembly	71
3.4.3 USB Type-C Captive Cable Assemblies.....	72

3.5	Legacy Cable Assemblies	72
3.5.1	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Cable Assembly	73
3.5.2	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly	75
3.5.3	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly	76
3.5.4	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly	78
3.5.5	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly	79
3.5.6	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly	80
3.5.7	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly	82
3.6	Legacy Adapter Assemblies	83
3.6.1	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly	83
3.6.2	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly	85
3.7	Electrical Characteristics	86
3.7.1	Raw Cable (Informative)	86
3.7.2	USB Type-C to Type-C Passive Cable Assemblies (Normative)	87
3.7.3	Mated Connector (Informative)	101
3.7.4	USB Type-C to Legacy Cable Assemblies (Normative)	105
3.7.5	USB Type-C to USB Legacy Adapter Assemblies (Normative)	109
3.7.6	Shielding Effectiveness Requirements (Normative)	112
3.7.7	DC Electrical Requirements (Normative)	114
3.8	Mechanical and Environmental Requirements (Normative)	117
3.8.1	Mechanical Requirements	117
3.8.2	Environmental Requirements	123
3.9	Docking Applications (Informative)	125
3.10	Implementation Notes and Design Guides	126
3.10.1	EMC Management (Informative)	126
3.10.2	Stacked and Side-by-Side Connector Physical Spacing (Informative)	128
3.10.3	Cable Mating Considerations (Informative)	129
4	Functional	130
4.1	Signal Summary	130
4.2	Signal Pin Descriptions	131
4.2.1	SuperSpeed USB Pins	131
4.2.2	USB 2.0 Pins	131
4.2.3	Auxiliary Signal Pins	131
4.2.4	Power and Ground Pins	131
4.2.5	Configuration Pins	131
4.3	Sideband Use (SBU)	132
4.4	Power and Ground	132
4.4.1	IR Drop	132
4.4.2	VBUS	133
4.4.3	VCONN	134
4.5	Configuration Channel (CC)	138
4.5.1	Architectural Overview	138
4.5.2	CC Functional and Behavioral Requirements	153
4.5.3	USB Port Interoperability Behavior	182
4.6	Power	195

4.6.1	Power Requirements during USB Suspend	196
4.6.2	VBUS Power Provided Over a USB Type-C Cable.....	197
4.7	USB Hubs	201
4.8	Power Sourcing and Charging.....	201
4.8.1	DFP as a Power Source.....	202
4.8.2	Non-USB Charging Methods	205
4.8.3	Sinking Host	205
4.8.4	Sourcing Device	205
4.8.5	Charging a System with a Dead Battery.....	205
4.8.6	USB Type-C Multi-Port Chargers	205
4.9	Electronically Marked Cables	208
4.9.1	Parameter Values	209
4.9.2	Active Cables	209
4.10	VCONN-Powered Accessories (VPAs) and VCONN-Powered USB Devices (VPDs)	209
4.10.1	VCONN-Powered Accessories (VPAs).....	210
4.10.2	VCONN-Powered USB Devices (VPDs)	210
4.11	Parameter Values	210
4.11.1	Termination Parameters	210
4.11.2	Timing Parameters	213
4.11.3	Voltage Parameters	216
5	Functional Extensions	217
5.1	Alternate Modes.....	217
5.1.1	Alternate Mode Architecture	217
5.1.2	Alternate Mode Requirements.....	218
5.1.3	Parameter Values	222
5.1.4	Example Alternate Mode – USB DisplayPort™ Dock.....	223
5.2	Managed Active Cables	225
5.2.1	Requirements for Managed Active Cables that respond to SOP' and SOP"	225
5.2.2	Cable Message Structure	226
5.2.3	Modal Cable Management	226
A	Audio Adapter Accessory Mode	228
A.1.	Overview	228
A.2.	Detail	228
A.3.	Electrical Requirements	230
A.4.	Example Implementations	231
A.4.1.	Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter – Single Pole Detection Switch	231
A.4.2.	3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through.....	231
B	Debug Accessory Mode	233
B.1.	Overview	233
B.2.	Functional.....	233
B.2.1.	Signal Summary	235
B.2.2.	Port Interoperability	235
B.2.3.	Debug Accessory Mode Entry	235
B.2.4.	Connection State Diagrams	236
B.2.5.	DTS Port Interoperability Behavior.....	246

B.2.6.	Orientation Detection	257
B.3.	Security/Privacy Requirements:	257
C	USB Type-C Digital Audio.....	258
C.1.	Overview	258
C.2.	USB Type-C Digital Audio Specifications	258

FIGURES

Figure 2-1	USB Type-C Receptacle Interface (Front View).....	26
Figure 2-2	USB Full-Featured Type-C Plug Interface (Front View)	26
Figure 3-1	USB Type-C Receptacle Interface Dimensions.....	37
Figure 3-2	Reference Design USB Type-C Plug External EMC Spring Contact Zones	40
Figure 3-3	USB Full-Featured Type-C Plug Interface Dimensions	41
Figure 3-4	Reference Footprint for a USB Type-C Vertical Mount Receptacle (Informative)	44
Figure 3-5	Reference Footprint for a USB Type-C Dual-Row SMT Right Angle Receptacle (Informative)	45
Figure 3-6	Reference Footprint for a USB Type-C Hybrid Right-Angle Receptacle (Informative)	46
Figure 3-7	Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Dual-Row SMT Receptacle (Informative)	47
Figure 3-8	Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Hybrid Receptacle (Informative)	48
Figure 3-9	Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Through Hole Right Angle Receptacle (Informative).....	49
Figure 3-10	Reference Footprint for a USB 2.0 Type-C Single Row Right Angle Receptacle (Informative).....	50
Figure 3-11	USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions	52
Figure 3-12	USB Type-C Plug EMC Shielding Spring Tip Requirements	55
Figure 3-13	Reference Design of Receptacle Mid-Plate	56
Figure 3-14	Reference Design of the Retention Latch	57
Figure 3-15	Illustration of the Latch Soldered to the Paddle Card Ground	57
Figure 3-16	Reference Design of the USB Full-Featured Type-C Plug Internal EMC Spring	58
Figure 3-17	Reference Design of the USB 2.0 Type-C Plug Internal EMC Spring	59
Figure 3-18	Reference Design of Internal EMC Pad	61
Figure 3-19	Reference Design of a USB Type-C Receptacle with External EMC Springs	62
Figure 3-20	Reference Design for a USB Full-Featured Type-C Plug Paddle Card	63
Figure 3-21	Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example with VCONN.....	66
Figure 3-22	Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example without VCONN	66
Figure 3-23	USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly	70
Figure 3-24	USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly	73
Figure 3-25	USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly	75

Figure 3-26	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly	76
Figure 3-27	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly	78
Figure 3-28	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly	79
Figure 3-29	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly	80
Figure 3-30	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly	82
Figure 3-31	USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly	83
Figure 3-32	USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly.....	85
Figure 3-33	Illustration of Test Points for a Mated Cable Assembly.....	87
Figure 3-34	Recommended Differential Insertion Loss Requirement	88
Figure 3-35	Recommended Differential Return Loss Requirement	88
Figure 3-36	Recommended Differential Crosstalk Requirement.....	89
Figure 3-37	Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Requirement between USB D+/D- Pair and USB SuperSpeed Pair.....	89
Figure 3-38	Illustration of Insertion Loss Fit at Nyquist Frequency	90
Figure 3-39	Input Pulse Spectrum.....	91
Figure 3-40	IMR Limit as Function of $IL_{fitatNq}$	92
Figure 3-41	IRL Limit as Function of $IL_{fitatNq}$	94
Figure 3-42	Differential-to-Common-Mode Conversion Requirement	95
Figure 3-43	Requirement for Differential Coupling between CC and D+/D-	96
Figure 3-44	Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB 2.0 Type-C Cables.....	97
Figure 3-45	Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D- in USB Full- Featured Type-C Cables.....	97
Figure 3-46	Requirement for Differential Coupling between VBUS and D+/D-	98
Figure 3-47	Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A and SBU_B	99
Figure 3-48	Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A/SBU_B and CC	99
Figure 3-49	Requirement for Coupling between SBU_A and differential D+/D-, and SBU_B and differential D+/D-	100
Figure 3-50	Illustration of USB Type-C Mated Connector	101
Figure 3-51	Recommended Impedance Limits of a USB Type-C Mated Connector	102
Figure 3-52	Recommended Ground Void Dimensions for USB Type-C Receptacle.....	103
Figure 3-53	Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Limits between D+/D- Pair and SuperSpeed Pairs	105
Figure 3-54	Recommended Limits for Differential-to-Common-Mode Conversion	105
Figure 3-55	IMR Limit as Function of $IL_{fitatNq}$ for USB Type-C to Legacy Cable Assembly	108
Figure 3-56	IRL Limit as Function of $IL_{fitatNq}$ for USB Type-C to Legacy Cable Assembly.	109
Figure 3-57	Cable Assembly Shielding Effectiveness Testing	112
Figure 3-58	Shielding Effectiveness Pass/Fail Criteria	113
Figure 3-59	LLCR Measurement Diagram	114
Figure 3-60	Temperature Measurement Point	116
Figure 3-61	Example Current Rating Test Fixture Trace Configuration	117

Figure 3-62 Example of 4-Axis Continuity Test Fixture	119
Figure 3-63 Example Wrenching Strength Test Fixture for Plugs without Overmold	121
Figure 3-64 Reference Wrenching Strength Continuity Test Fixture	122
Figure 3-65 Example of Wrenching Strength Test Mechanical Failure Point	123
Figure 3-66 Wrenching Strength Test with Cable in Fixture	123
Figure 3-67 USB Type-C Cable Receptacle Flange Example	126
Figure 3-68 EMC Guidelines for Side Latch and Mid-plate	127
Figure 3-69 EMC Finger Connections to Plug Shell	127
Figure 3-70 EMC Pad Connections to Receptacle Shell	128
Figure 3-71 Examples of Connector Apertures	128
Figure 3-72 Recommended Minimum Spacing between Connectors	129
Figure 3-73 Recommended Minimum Plug Overmold Clearance	129
Figure 3-74 Cable Plug Overmold and an Angled Surface	130
Figure 4-1 Cable IR Drop	132
Figure 4-2 Cable IR Drop for powered cables	133
Figure 4-3 Logical Model for Data Bus Routing across USB Type-C-based Ports	140
Figure 4-4 Logical Model for USB Type-C-based Ports for the Direct Connect Device	140
Figure 4-5 Pull-Up/Pull-Down CC Model	142
Figure 4-6 Current Source/Pull-Down CC Model	142
Figure 4-7 Source Functional Model for CC1 and CC2	145
Figure 4-8 Source Functional Model Supporting USB PD PR_Swap	146
Figure 4-9 Sink Functional Model for CC1 and CC2	147
Figure 4-10 Sink Functional Model Supporting USB PD PR_Swap and VCONN_Swap	148
Figure 4-11 DRP Functional Model for CC1 and CC2	149
Figure 4-12 Connection State Diagram: Source	154
Figure 4-13 Connection State Diagram: Sink	155
Figure 4-14 Connection State Diagram: Sink with Accessory Support	156
Figure 4-15 Connection State Diagram: DRP	157
Figure 4-16 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SRC Support	158
Figure 4-17 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SNK Support	159
Figure 4-18 Sink Power Sub-States	175
Figure 4-19 Passive Cable eMarker State Diagram	177
Figure 4-20 Active Cable eMarker State Diagram	177
Figure 4-21 Source to Sink Functional Model	182
Figure 4-22 Source to DRP Functional Model	183
Figure 4-23 DRP to Sink Functional Model	185
Figure 4-24 DRP to DRP Functional Model – CASE 1	186
Figure 4-25 DRP to DRP Functional Model – CASE 2 & 3	187
Figure 4-26 Source to Source Functional Model	190
Figure 4-27 Sink to Sink Functional Model	190

Figure 4-28	DRP to VPD Model	191
Figure 4-29	Source to Legacy Device Port Functional Model	192
Figure 4-30	Legacy Host Port to Sink Functional Model	193
Figure 4-31	DRP to Legacy Device Port Functional Model	194
Figure 4-32	Legacy Host Port to DRP Functional Model.....	195
Figure 4-33	Sink Monitoring for Current in Pull-Up/Pull-Down CC Model.....	198
Figure 4-34	Sink Monitoring for Current in Current Source/Pull-Down CC Model.....	199
Figure 4-35	USB PD over CC Pins.....	200
Figure 4-36	USB PD BMC Signaling over CC.....	200
Figure 4-37	USB Type-C Cable's Output as a Function of Load for Non-PD-based USB Type-C Charging	203
Figure 4-38	0 – 3 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load	204
Figure 4-39	3 – 5 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load	204
Figure 4-40	Electronically Marked Cable with VCONN connected through the cable	208
Figure 4-41	Electronically Marked Cable with SOP' at both ends	209
Figure 4-42	DRP Timing	214
Figure 5-1	Pins Available for Reconfiguration over the Full-Featured Cable	219
Figure 5-2	Pins Available for Reconfiguration for Direct Connect Applications	219
Figure 5-3	Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to USB Type-C Cable.....	220
Figure 5-4	Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to Alternate Mode Cable or Device	221
Figure 5-5	USB DisplayPort Dock Example	223
Figure 5-6	Managed Active Cable.....	226
Figure A-1	Example Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter	231
Figure A-2	Example 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through	233
Figure B-1	USB Type-C Debug Accessory Layered Behavior	234
Figure B-2	DTS Plug Interface	235
Figure B-3	Connection State Diagram: DTS Source	237
Figure B-4	Connection State Diagram: DTS Sink	238
Figure B-5	Connection State Diagram: DTS DRP	239
Figure B-6	TS Sink Power Sub-States	244

TABLES

Table 2-1	Summary of power supply options	31
Table 3-1	USB Type-C Standard Cable Assemblies	32
Table 3-2	USB Type-C Legacy Cable Assemblies	33
Table 3-3	USB Type-C Legacy Adapter Assemblies.....	34
Table 3-4	USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments	64
Table 3-5	USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments for USB 2.0-only Support	65

Table 3-6 USB Type-C Standard Cable Wire Assignments	67
Table 3-7 USB Type-C Cable Wire Assignments for Legacy Cables/Adapters	68
Table 3-8 Reference Wire Gauges for standard USB Type-C Cable Assemblies	69
Table 3-9 Reference Wire Gauges for USB Type-C to Legacy Cable Assemblies	69
Table 3-10 USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly Wiring	71
Table 3-11 <i>USB 2.0</i> Type-C Standard Cable Assembly Wiring	72
Table 3-12 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Cable Assembly Wiring	74
Table 3-13 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-A Cable Assembly Wiring	75
Table 3-14 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-B Cable Assembly Wiring	77
Table 3-15 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Standard-B Cable Assembly Wiring	78
Table 3-16 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Mini-B Cable Assembly Wiring	79
Table 3-17 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Micro-B Cable Assembly Wiring	81
Table 3-18 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Cable Assembly Wiring	82
Table 3-19 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly Wiring	84
Table 3-20 USB Type-C to <i>USB 2.0</i> Micro-B Receptacle Adapter Assembly Wiring	85
Table 3-21 Differential Insertion Loss Examples for USB SuperSpeed with Twisted Pair Construction	86
Table 3-22 Differential Insertion Loss Examples for USB SuperSpeed with Coaxial Construction	87
Table 3-23 Electrical Requirements for CC and SBU wires	95
Table 3-24 Coupling Matrix for Low Speed Signals	96
Table 3-25 Maximum Mutual Inductance (M) between VBUS and Low Speed Signal Lines	98
Table 3-26 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to USB Type-C Passive Cable Assemblies	100
Table 3-27 USB Type-C Mated Connector Recommended Signal Integrity Characteristics (Informative)	104
Table 3-28 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Cable Assemblies	106
Table 3-29 Design Targets for USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Gen 2 Legacy Cable Assemblies (Informative)	107
Table 3-30 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Gen 2 Legacy Cable Assembly Signal Integrity Requirements (Normative)	107
Table 3-31 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Adapter Assemblies (Normative)	110
Table 3-32 Design Targets for USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Adapter Assemblies (Informative)	110
Table 3-33 USB Type-C to <i>USB 3.1</i> Standard-A Receptacle Adapter Assembly Signal Integrity Requirements (Normative)	111
Table 3-34 Current Rating Test PCB	116
Table 3-35 Force and Moment Requirements	120
Table 3-36 Environmental Test Conditions	124
Table 3-37 Reference Materials	125
Table 4-1 USB Type-C List of Signals	130

Table 4-2	VBUS Source Characteristics	133
Table 4-3	VBUS Sink Characteristics	134
Table 4-4	USB Type-C Source Port's VCONN Requirements Summary	135
Table 4-5	VCONN Source Characteristics.....	135
Table 4-6	Cable VCONN Sink Characteristics.....	136
Table 4-7	VCONN-Powered Accessory (VPA) Sink Characteristics	137
Table 4-8	VCONN-Powered USB Device (VPD) Sink Characteristics	138
Table 4-9	USB Type-C-based Port Interoperability.....	141
Table 4-10	Source Perspective	143
Table 4-11	Source (Host) and Sink (Device) Behaviors by State	144
Table 4-12	USB PD Swapping Port Behavior Summary.....	151
Table 4-13	Power Role Behavioral Model Summary.....	152
Table 4-14	Source Port CC Pin State.....	160
Table 4-15	Sink Port CC Pin State	160
Table 4-16	Mandatory and Optional States	180
Table 4-17	Precedence of power source usage.....	196
Table 4-18	USB Type-C Current Advertisement and PDP Labeling	198
Table 4-19	SOP' and SOP" Timing.....	209
Table 4-20	Source CC Termination (Rp) Requirements.....	211
Table 4-21	Sink CC Termination (Rd) Requirements.....	211
Table 4-22	Powered Cable Termination Requirements.....	211
Table 4-23	Sink CC Termination Requirements.....	212
Table 4-24	SBU Termination Requirements	212
Table 4-25	VBUS and VCONN Timing Parameters	213
Table 4-26	DRP Timing Parameters.....	214
Table 4-27	CC Timing.....	215
Table 4-28	CC Voltages on Source Side – Default USB	216
Table 4-29	CC Voltages on Source Side – 1.5 A @ 5 V	216
Table 4-30	CC Voltages on Source Side – 3.0 A @ 5 V	216
Table 4-31	Voltage on Sink CC Pins (Default USB Type-C Current only)	216
Table 4-32	Voltage on Sink CC pins (Multiple Source Current Advertisements).....	217
Table 5-1	USB Safe State Electrical Requirements	222
Table 5-2	USB Billboard Device Class Availability Following Alternate Mode Entry Failure	222
Table 5-3	Alternate Mode Signal Noise Ingression Requirements	222
Table A-1	USB Type-C Analog Audio Pin Assignments	229
Table A-2	USB Type-C Analog Audio Pin Electrical Parameter Ratings.....	230
Table B-1	DTS to TS Port Interoperability	235
Table B-2	Rp/Rp Charging Current Values for a DTS Source	244
Table B-3	Mandatory and Optional States.....	246

Specification Work Group Chairs / Specification Editors

Intel Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author
Renesas Electronics Corp. (USB 3.0 Promoter company)	Bob Dunstan – Functional WG co-chair, Specification Co-author
Seagate	Alvin Cox, Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor

Specification Work Group Contributors

Advanced-Connectek, Inc. (ACON)	Glen Chandler	Vicky Chuang	Alan Tsai
	Jeff Chien	Aven Kao	Stephen Yang
	Lee (Dick Lee) Ching	Danny Liao	
	Conrad Choy	Alan MacDougall	
Advanced Micro Devices	Steve Capezza	Walter Fry	Will Harris
Agilent Technologies, Inc.	James Choate		
Analogix Semiconductor, Inc.	Mehran Badii	Greg Stewart	
Apple Inc. (USB 3.0 Promoter company)	Mahmoud Amini	Zheng Gao	Keith Porthouse
	Sree Anantharaman	Girault Jones	Sascha Tietz
	Paul Baker	Keong Kam	Jennifer Tsai
	Jason Chung	Min Kim	Colin Whitby- Stevens
	David Conroy	Chris Ligtenberg	Dennis Yarak
	Bill Cornelius	Nathan Ng	
	William Ferry	James Orr	
Cypress Semiconductor	Mark Fu	Anup Nayak	Sanjay Sancheti
	Rushil Kadakia	Jagadeesan Raj	Subu Sankaran
Dell	Mohammed Hijazi	Sean O'Neal	Thomas Voor
	David Meyers	Ernesto Ramirez	
DisplayLink (UK) Ltd.	Pete Burgers		
Electronics Testing Center, Taiwan	Sophia Liu		
Foxconn	Asroc Chen	Chien-Ping Kao	Pei Tsao
	Allen Cheng	Ji Li	AJ Yang
	Jason Chou	Ann Liu	Yuan Zhang
	Edmond Choy	Terry Little	Jessica Zheng
	Fred Fons	Steve Sedio	Andy Yao
	Bob Hall		
Foxlink/Cheng Uei Precision Industry Co., Ltd.	Robert Chen	Armando Lee	Steve Tsai
	Sunny Chou	Dennis Lee	Wen Yang
	Carrie Chuang	Justin Lin	Wiley Yang
	Wen-Chuan Hsu	Tse Wu Ting	Junjie Yu
	Alex Hsue		

Google	Joshua Boillard	Mark Hayter	Adam Rodriguez
	Alec Berg	Nithya Jagannathan	David Schneider
	Todd Broch	Lawrence Lam	Ken Wu
	Jim Guerin	Ingrid Lin	
	Jeffrey Hayashida	Richard Palatin	
Granite River Labs	Mike Engbretson	Johnson Tan	
Hewlett Packard Inc. (USB 3.0 Promoter company)	Alan Berkema	Michael Krause	Linden McClure
	Robin Castell	Jim Mann	Mike Pescetto
Hirose Electric Co., Ltd.	Jeremy Buan	Gourgen Oganessyan	Sid Tono
	William MacKillop		
Intel Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Dave Ackelson	Luke Johnson	Chee Lim Nge
	Mike Bell	Jerzy Kolinski	Sridharan Ranganathan
	Kuan-Yu Chen	Rolf Kuhn	Brad Saunders
	Hengju Cheng	Christine Krause	Amit Srivastava
	Paul Durley	Henrik Leegaard	Ron Swartz
	Howard Heck	Yun Ling	Karthi Vadivelu
	Hao-Han Hsu	Xiang Li	Rafal Wielicki
	Abdul (Rahman) Ismail	Guobin Liu	
	James Jausi	Steve McGowan	
		Sankaran Menon	
Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Kenji Hagiwara	Kimaki Saito	Jussi Takaneva
	Masaki Kimura	Yuichi Saito	Tomohiko Tamada
	Toshio Masumoto	Mark Saubert	Kentaro Toda
	Joe Motojima	Toshio Shimoyama	Kouhei Ueda
	Ron Muir	Tatsuya Shioda	Takakazu Usami
	Tadashi Okubo	Atsuo Tago	Masahide Watanabe
	Kazuhiro Saito	Masaaki Takaku	Youhei Yokoyama
JPC/Main Super Inc.	Sam Tseng	Ray Yang	
LeCroy Corporation	Daniel H. Jacobs		
Lenovo	Rob Bowser	Wei Liu	Howard Locker
	Tomoki Harada		
Lotes Co., Ltd.	Ariel Delos Reyes	Regina Liu-Hwang	John Lynch
	Ernest Han	Charles Kaun	JinYi Tu
	Mark Ho	Max Lo	Jason Yang
LSI Corporation	Dave Thompson		
Luxshare-ICT	Josue Castillo	CY Hsu	Stone Lin
	Daniel Chen	Alan Kinningham	Pat Young
	Lisen Chen	John Lin	
MegaChips Corporation	Alan Kobayashi		
Microchip (SMSC)	Josh Averyt	Donald Perkins	Mohammed Rahman
	Mark Bohm	Richard Petrie	

Microsoft Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Randy Aull	Robert Hollyer	Ivan McCracken
	Fred Bhesania	Kai Inha	Toby Nixon
	Anthony Chen	Jayson Kastens	Gene Obie
	Marty Evans	Andrea Keating	Srivatsan Ravindran
	Vivek Gupta	Eric Lee	David Voth
	Robbie Harris		
Monolithic Power Systems	Chris Sporck		
MQP Electronics Ltd.	Sten Carlsen	Pat Crowe	
Nokia Corporation	Daniel Gratiot	Samuli Makinen	Timo Toivola
	Pekka Leinonen	Pekka Talmola	Panu Ylihaavisto
NXP Semiconductors	Vijendra Kuroodi	Guru Prasad	
Renesas Electronics Corp. (USB 3.0 Promoter company)	Bob Dunstan	Philip Leung	Kiichi Muto
	Nobuo Furuya		
Rohm Co., Ltd.	Mark Aaldering	Arun Kumar	Takashi Sato
	Kris Bahar	Chris Lin	Hiroshi Yoshimura
	Yusuke Kondo		
Samsung Electronics Co., Ltd.	Cheolyoon Chung	Woonki Kim	Cheolho Lee
	Soondo Kim	Jagoun Koo	Jun Bum Lee
Seagate	Alvin Cox	Tom Skaar	Dan Smith
	Tony Priborsky		
SiliConch Systems Private Limited	Jaswanth Ammineni	Aniket Mathad	Rakesh Polasa
	Pavitra Balasubramanian	Shubham Paliwal	Abhishek Sardeshpande
	Kaustubh K		
STMicroelectronics (USB 3.0 Promoter company)	Nathalie Ballot	Christophe Lorin	Federico Musarra
	Nicolas Florenchie	Patrizia Milazzo	Pascal Legrand
	Joel Huloux		
Tektronix, Inc.	Randy White		
Texas Instruments (USB 3.0 Promoter company)	Jawaid Ahmad	Win Maung	Anwar Sadat
	Richard Hubbard	Lauren Moore	Sue Vining
	Scott Jackson	Martin Patoka	Deric Waters
	Yoon Lee	Brian Quach	
Tyco Electronics Corp. (TE Connectivity Ltd.)	Grant Ley	Wes Ray	
	Max Chao	Jim McGrath	Scott Shuey
	Robert E. Cid	Takeshi Nakashima	Hidenori Taguchi
	Kengo Ijiri	Luis A. Navarro	Bernard Vetten
	Eiji Ikematsu	Masako Saito	Ryan Yu
	Joan Leu	Yoshiaki Sakuma	Sjoerd Zwartkruis
	Clark Li	Gavin Shih	
	Mike Lockyer	Hiroshi Shirai	
VIA Technologies Inc.	Terrance Shih	Jay Tseng	Fong-Jim Wang

Pre-Release Draft Industry Reviewing Companies That Provided Feedback

Aces	Joinsoon Electronics Mfg. Co. Ltd.	Parade Technology
Allion Labs, Inc.		Pericom
BizLink International Corp.	JST Mfg. Co., Ltd.	Qualcomm
Corning Optical Communications LLC	Korea Electric Terminal	Semtech Corporation
Cypress Semiconductor	Marvell Semiconductor	Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.
Etron Technology Inc.	Motorola Mobility LLC	Silicon Image
Fairchild Semiconductor	NEC	Simula Technology Corp.
Fujitsu Ltd.	Newnex Technology Corp.	SMK Corporation
Industrial Technology Research Institute (ITRI)	NXP Semiconductors	Sony Corporation
	PalCONN/PalNova (Palpilot International Corp.)	Sumitomo Electric Industries
		Toshiba Corporation

Revision History

Revision	Date	Description
1.0	August 11, 2014	Initial Release
1.1	April 3, 2015	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
1.2	March 25, 2016	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.
1.3	July 14, 2017	Reprint release including incorporation of all approved ECNs as of the revision date plus editorial clean-up.

1 Introduction

With the continued success of the USB interface, there exists a need to adapt USB technology to serve newer computing platforms and devices as they trend toward smaller, thinner and lighter form-factors. Many of these newer platforms and devices are reaching a point where existing USB receptacles and plugs are inhibiting innovation, especially given the relatively large size and internal volume constraints of the Standard-A and Standard-B versions of USB connectors. Additionally, as platform usage models have evolved, usability and robustness requirements have advanced and the existing set of USB connectors were not originally designed for some of these newer requirements. This specification is to establish a new USB connector ecosystem that addresses the evolving needs of platforms and devices while retaining all of the functional benefits of USB that form the basis for this most popular of computing device interconnects.

1.1 Purpose

This specification defines the USB Type-C™ receptacles, plug and cables.

The USB Type-C Cable and Connector Specification is guided by the following principles:

- Enable new and exciting host and device form-factors where size, industrial design and style are important parameters
- Work seamlessly with existing USB host and device silicon solutions
- Enhance ease of use for connecting USB devices with a focus on minimizing user confusion for plug and cable orientation

The USB Type-C Cable and Connector Specification defines a new receptacle, plug, cable and detection mechanisms that are compatible with existing USB interface electrical and functional specifications. This specification covers the following aspects that are needed to produce and use this new USB cable/connector solution in newer platforms and devices, and that interoperate with existing platforms and devices.

- USB Type-C receptacles, including electro-mechanical definition and performance requirements
- USB Type-C plugs and cable assemblies, including electro-mechanical definition and performance requirements
- USB Type-C to legacy cable assemblies and adapters
- USB Type-C based device detection and interface configuration, including support for legacy connections
- USB Power Delivery optimized for the USB Type-C connector

The USB Type-C Cable and Connector Specification defines a standardized mechanism that supports Alternate Modes, such as repurposing the connector for docking-specific applications.

1.2 Scope

This specification is intended as a supplement to the existing *USB 2.0*, *USB 3.1* and *USB Power Delivery* specifications. It addresses only the elements required to implement and support the USB Type-C receptacles, plugs and cables.

Normative information is provided to allow interoperability of components designed to this specification. Informative information, when provided, may illustrate possible design implementations.

1.3 Related Documents

- USB 2.0** *Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification*
This includes the entire document release package.
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB 3.1** *Universal Serial Bus Revision 3.1 Specification*
This includes the entire document release package.
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB PD** *USB Power Delivery Specification, Revision 2.0, Version 1.3, January 12, 2017*
USB Power Delivery Specification, Revision 3.0, Version 1.1, January 12, 2017 (including errata and ECNs through June 12, 2017)
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Revision 1.21, September 8, 2016*
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB BC** *Battery Charging Specification, Revision 1.2 (including errata and ECNs through March 15, 2012), March 15, 2012*
<http://www.usb.org/developers/docs>

1.4 Conventions

1.4.1 Precedence

If there is a conflict between text, figures, and tables, the precedence shall be tables, figures, and then text.

1.4.2 Keywords

The following keywords differentiate between the levels of requirements and options.

1.4.2.1 Informative

Informative is a keyword that describes information with this specification that intends to discuss and clarify requirements and features as opposed to mandating them.

1.4.2.2 May

May is a keyword that indicates a choice with no implied preference.

1.4.2.3 N/A

N/A is a keyword that indicates that a field or value is not applicable and has no defined value and shall not be checked or used by the recipient.

1.4.2.4 Normative

Normative is a keyword that describes features that are mandated by this specification.

1.4.2.5 Optional

Optional is a keyword that describes features not mandated by this specification. However, if an optional feature is implemented, the feature shall be implemented as defined by this specification (optional normative).

1.4.2.6 Reserved

Reserved is a keyword indicating reserved bits, bytes, words, fields, and code values that are set-aside for future standardization. Their use and interpretation may be specified by future extensions to this specification and, unless otherwise stated, shall not be utilized or adapted by vendor implementation. A reserved bit, byte, word, or field shall be set to zero by the sender and shall be ignored by the receiver. Reserved field values shall not be sent by the sender and, if received, shall be ignored by the receiver.

1.4.2.7 Shall

Shall is a keyword indicating a mandatory (normative) requirement. Designers are mandated to implement all such requirements to ensure interoperability with other compliant Devices.

1.4.2.8 Should

Should is a keyword indicating flexibility of choice with a preferred alternative. Equivalent to the phrase "it is recommended that".

1.4.3 Numbering

Numbers that are immediately followed by a lowercase "b" (e.g., 01b) are binary values. Numbers that are immediately followed by an uppercase "B" are byte values. Numbers that are immediately followed by a lowercase "h" (e.g., 3Ah) are hexadecimal values. Numbers not immediately followed by either a "b", "B", or "h" are decimal values.

1.5 Terms and Abbreviations

Term	Description
Accessory Mode	A reconfiguration of the connector based on the presence of Rd/Rd or Ra/Ra on CC1/CC2, respectively.
Active cable	An Electronically Marked Cable with additional electronics to condition the data path signals.
Alternate Mode	Operation defined by a vendor or standards organization that is associated with a SVID assigned by the USB-IF. Entry and exit into and from an Alternate Mode is controlled by the <i>USB PD</i> Structured VDM Enter Mode and Exit Mode commands.
Alternate Mode Adapter (AMA)	A <i>USB PD</i> Device which supports Alternate Modes and acts as a UFP.
Audio Adapter Accessory Mode	The Accessory Mode defined by the presence of Ra/Ra on CC1/CC2, respectively. See Appendix A.
BFSK	Binary Frequency Shift Keying used for <i>USB PD</i> communication over VBUS.
BMC	Biphase Mark Coding used for <i>USB PD</i> communication over the CC wire.

Term	Description
Captive cable	A cable that is terminated on one end with a USB Type-C plug and has a vendor-specific connect means (hardwired or custom detachable) on the opposite end.
CC	Configuration Channel (CC) used in the discovery, configuration and management of connections across a USB Type-C cable.
Debug Accessory Mode (DAM)	The Accessory Mode defined by the presence of Rd/Rd or Rp/Rp on CC1/CC2, respectively. See Appendix B.
Debug and Test System (DTS)	The combined hardware and software system that provides a system developer debug visibility and control when connected to a Target System in Debug Accessory Mode.
Default VBUS	VBUS voltage as defined by the <i>USB 2.0</i> and <i>USB 3.1</i> specifications. Note: where used, 5 V connotes the same meaning.
DFP	Downstream Facing Port, specifically associated with the flow of data in a USB connection. Typically the ports on a host or the ports on a hub to which devices are connected. In its initial state, the DFP sources VBUS and VCONN, and supports data. A charge-only DFP port only sources VBUS.
Direct connect device	A device with either a captive cable or just a USB Type-C plug (e.g., thumb drive).
DRD (Dual-Role-Data)	The acronym used in this specification to refer to a USB port that can operate as either a DFP (Host) or UFP (Device). The role that the port initially takes is determined by the port's power role at attach. A Source port takes on the data role of a DFP and a Sink port takes on the data role of a UFP. The port's data role may be changed dynamically using <i>USB PD</i> Data Role Swap.
DRP (Dual-Role-Power)	The acronym used in this specification to refer to a USB port that can operate as either a Source or a Sink. The role that the port offers may be fixed to either a Source or Sink or may alternate between the two port states. Initially when operating as a Source, the port will also take on the data role of a DFP and when operating as a Sink, the port will also take on the data role of a UFP. The port's power role may be changed dynamically using <i>USB PD</i> Power Role Swap.
DR_Swap	<i>USB PD</i> Data Role Swap.
Electronically Marked Cable	A USB Type-C cable that uses <i>USB PD</i> to provide the cable's characteristics.
eMarker	The element in an Electronically Marked Cable that returns information about the cable in response to a <i>USB PD</i> Discover Identity command.
Initiator	The port initiating a Vendor Defined Message. It is independent of the port's PD role (e.g., Provider, Consumer, Provider/Consumer, or Consumer/Provider). In most cases, the Initiator will be a host.
Passive cable	A cable that does not incorporate any electronics to condition the data path signals. A passive cable may or may not be electronically marked.

Term	Description
Port Partner	Refers to the port (device or host) a port is attached to.
Power Bank	A device with a battery whose primary function is to charge or otherwise extend the runtime of other USB Type-C devices.
Powered cable	A cable with electronics in the plug that requires VCONN indicated by the presence of Ra between the VCONN pin and ground.
PR_Swap	USB PD Power Role Swap.
Responder	The port responding to the Initiator of a Vendor Defined Message (VDM). It is independent of the port's PD role (e.g., Provider, Consumer, Provider/Consumer, or Consumer/Provider). In most cases, the Responder will be a device.
SBU	Sideband Use.
SID	A Standard ID (SID) is a unique 16-bit value assigned by the USB-IF to identify an industry standard.
Sink	Port asserting Rd on CC and when attached is consuming power from VBUS; most commonly a Device.
Source	Port asserting Rp on CC and when attached is providing power over VBUS; most commonly a Host or Hub DFP.
SVID	General reference to either a SID or a VID. Used by USB PD Structured VDMs when requesting SIDs and VIDs from a device.
Target System (TS)	The system being debugged in Debug Accessory Mode.
Type-A	A general reference to all versions of USB "A" plugs and receptacles.
Type-B	A general reference to all versions of USB "B" plugs and receptacles.
Type-C Plug	A USB plug conforming to the mechanical and electrical requirements in this specification.
Type-C Port	The USB port associated to a USB Type-C receptacle. This includes the USB signaling, CC logic, multiplexers and other associated logic.
Type-C Receptacle	A USB receptacle conforming to the mechanical and electrical requirements of this specification.
UFP	Upstream Facing Port, specifically associated with the flow of data in a USB connection. The port on a device or a hub that connects to a host or the DFP of a hub. In its initial state, the UFP sinks VBUS and supports data.
USB 2.0 Type-C Cable	A USB Type-C to Type-C cable that only supports USB 2.0 data operation. This cable does not include USB 3.1 or SBU wires.
USB 2.0 Type-C Plug	A USB Type-C plug specifically designed to implement the USB 2.0 Type-C cable.
USB Full-Featured Type-C Cable	A USB Type-C to Type-C cable that supports USB 2.0 and USB 3.1 data operation. This cable includes SBU wires.

Term	Description
USB Full-Featured Type-C Plug	A USB Type-C plug specifically designed to implement the USB Full-Featured Type-C cable.
USB Safe State	The USB Safe State as defined by the <i>USB PD</i> specification.
VPD charge-through	A mechanism for a VCONN-Powered USB Device to pass power and CC communication from one port to the other without any reregulation. This will be defined in a future specification.
VCONN-Powered Accessory (VPA)	An accessory that is powered from VCONN to operate in an Alternate Mode. VPAs cannot implement the charge-through mechanism described for VPDs, and instead must intermediate by negotiating USB Power Delivery with both the connected host and source in order to enable similar functionality.
VCONN-Powered USB Device (VPD)	A USB direct-connect or captive-cable device that can be powered solely from either VCONN or VBUS. VPDs may optionally support the VPD charge-through capability.
VCONN_Swap	<i>USB PD</i> VCONN Swap.
VDM	Vendor Defined Message as defined by the <i>USB PD</i> specification.
VID	A Vendor ID (VID) is a unique 16-bit value assigned by the USB-IF to identify a vendor.
vSafe0V	VBUS "0 volts" as defined by the <i>USB PD</i> specification.
vSafe5V	VBUS "5 volts" as defined by the <i>USB PD</i> specification.

2 Overview

2.1 Introduction

The USB Type-C™ receptacle, plug and cable provide a smaller, thinner and more robust alternative to existing *USB 3.1* interconnect (Standard and Micro USB cables and connectors). This new solution targets use in very thin platforms, ranging from ultra-thin notebook PCs down to smart phones where existing Standard-A and Micro-AB receptacles are deemed too large, difficult to use, or inadequately robust. Some key specific enhancements include:

- The USB Type-C receptacle may be used in very thin platforms as its total system height for the mounted receptacle is under 3 mm
- The USB Type-C plug enhances ease of use by being plug-able in either upside-up or upside-down directions
- The USB Type-C cable enhances ease of use by being plug-able in either direction between host and devices

While the USB Type-C interconnect no longer physically differentiates plugs on a cable by being an A-type or B-type, the USB interface still maintains such a host-to-device logical relationship. Determination of this host-to-device relationship is accomplished through a Configuration Channel (CC) that is connected through the cable. In addition, the Configuration Channel is used to set up and manage power and Alternate/Accessory Modes.

Using the Configuration Channel, the USB Type-C interconnect defines a simplified 5 volt VBUS-based power delivery and charging solution that supplements what is already defined in the *USB 3.1 Specification*. More advanced power delivery and battery charging features over the USB Type-C interconnect are based on the *USB Power Delivery Specification*. As a product

implementation improvement, the USB Type-C interconnect shifts the *USB PD* communication protocol from being communicated over VBUS to being delivered across the USB Type-C Configuration Channel.

The USB Type-C receptacle, plug and cable designs are intended to support future USB functional extensions. As such, consideration was given to frequency scaling performance, pin-out arrangement and the configuration mechanisms when developing this solution. The definition of future USB functional extensions is not in the scope of this specification but rather will be provided in future releases of the base USB Specification, i.e., beyond the existing *USB 3.1 Specification*.

Figure 2-1 illustrates the comprehensive functional signal plan for the USB Full-Featured Type-C receptacle, not all signals shown are required in all platforms or devices. As shown, the receptacle signal list functionally delivers both *USB 2.0* (D+ and D-) and *USB 3.1* (TX and RX pairs) data buses, USB power (VBUS) and ground (GND), Configuration Channel signals (CC1 and CC2), and two Sideband Use (SBU) signal pins. Multiple sets of USB data bus signal locations in this layout facilitate being able to functionally map the USB signals independent of plug orientation in the receptacle. For reference, the signal pins are labeled. For the *USB 2.0* Type-C receptacle, the *USB 3.1* signals are not implemented.

Figure 2-1 USB Type-C Receptacle Interface (Front View)

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1

Figure 2-2 illustrates the comprehensive functional signal plan for the USB Type-C plug. Only one CC pin is connected through the cable to establish signal orientation and the other CC pin is repurposed as VCONN for powering electronics in the USB Type-C plug. Also, only one set of *USB 2.0* D+/D- wires are implemented in a USB Type-C cable. For USB Type-C cables that only intend to support *USB 2.0* functionality, the *USB 3.1* and SBU signals are not implemented. For the USB Type-C Power-Only plug (intended only for USB Type-C Sink applications), only nine contacts are implemented to support CC, VBUS, and GND.

Figure 2-2 USB Full-Featured Type-C Plug Interface (Front View)

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU1	D-	D+	CC	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	VCONN			SBU2	VBUS	RX1-	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12

2.2 USB Type-C Receptacles, Plugs and Cables

Cables and connectors, including USB Type-C to USB legacy cables and adapters, are explicitly defined within this specification. These are the only connectors and cables that are authorized by the licensing terms of this specification. All licensed cables and connectors are required to

comply with the compliance and certification requirements that are developed and maintained by the USB-IF.

The following USB Type-C receptacles and plugs are defined.

- USB Full-Featured Type-C receptacle for *USB 2.0*, *USB 3.1* and full-featured platforms and devices
- *USB 2.0* Type-C receptacle for *USB 2.0* platforms and devices
- USB Full-Featured Type-C plug
- *USB 2.0* Type-C plug
- USB Type-C Power-Only plug

The following USB Type-C cables are defined.

- USB Full-Featured Type-C cable with a USB Full-Featured Type-C plug at both ends for *USB 3.1* and full-featured applications
- *USB 2.0* Type-C cable with a *USB 2.0* Type-C plug at both ends for *USB 2.0* applications
- Captive cable with either a USB Full-Featured Type-C plug or *USB 2.0* Type-C plug at one end

All of the defined USB Type-C receptacles, plugs and cables support USB charging applications, including support for the optional USB Type-C-specific implementation of the *USB Power Delivery Specification* (See Section 4.6.2.4).

All USB Full-Featured Type-C cables are electronically marked. *USB 2.0* Type-C cables may be electronically marked. See Section 4.9 for the requirements of Electronically Marked Cables.

The following USB Type-C to USB legacy cables and adapters are defined.

- *USB 3.1* Type-C to Legacy Host cable with a USB Full-Featured Type-C plug at one end and a *USB 3.1* Standard-A plug at the other end – *this cable supports use of a USB Type-C-based device with a legacy USB host*
- *USB 2.0* Type-C to Legacy Host cable with a *USB 2.0* Type-C plug at one end and a *USB 2.0* Standard-A plug at the other end – *this cable supports use of a USB Type-C-based device with a legacy USB 2.0 host (primarily for mobile charging and sync applications)*
- *USB 3.1* Type-C to Legacy Device cable with a USB Full-Featured Type-C plug at one end and a *USB 3.1* Standard-B plug at the other end – *this cable supports use of legacy USB 3.1 hubs and devices with a USB Type-C-based host*
- *USB 2.0* Type-C to Legacy Device cable with a *USB 2.0* Type-C plug at one end and a *USB 2.0* Standard-B plug at the other end – *this cable supports use of legacy USB 2.0 hubs and devices with a USB Type-C-based host*
- *USB 2.0* Type-C to Legacy Mini Device cable with a *USB 2.0* Type-C plug at one end and a *USB 2.0* Mini-B plug at the other end – *this cable supports use of legacy devices with a USB 2.0 Type-C-based host*
- *USB 3.1* Type-C to Legacy Micro Device cable with a USB Full-Featured Type-C plug at one end and a *USB 3.1* Micro-B plug at the other end – *this cable supports use of legacy USB 3.1 hubs and devices with a USB Type-C-based host*
- *USB 2.0* Type-C to Legacy Micro Device cable with a *USB 2.0* Type-C plug at one end and a *USB 2.0* Micro-B plug at the other end – *this cable supports use of legacy USB 2.0 hubs and devices with a USB Type-C-based host*

- *USB 3.1 Type-C to Legacy Standard-A adapter with a USB Full-Featured Type-C plug at one end and a USB 3.1 Standard-A receptacle at the other end – this adapter supports use of a legacy USB "thumb drive" style device or a legacy USB ThinCard device with a USB 3.1 Type-C-based host*
- *USB 2.0 Type-C to Legacy Micro-B adapter with a USB 2.0 Type-C plug at one end and a USB 2.0 Micro-B receptacle at the other end – this adapter supports charging a USB Type-C-based mobile device using a legacy USB Micro-B-based chargers, either captive cable-based or used in conjunction with a legacy USB 2.0 Standard-A to Micro-B cable*

USB Type-C receptacle to USB legacy adapters are explicitly not defined or allowed. Such adapters would allow many invalid and potentially unsafe cable connections to be constructed by users.

2.3 Configuration Process

The USB Type-C receptacle, plug and cable solution incorporates a configuration process to detect a downstream facing port to upstream facing port (Source-to-Sink) connection for VBUS management and host-to-device connected relationship determination.

The configuration process is used for the following:

- Source-to-Sink attach/detach detection
- Plug orientation/cable twist detection
- Initial power (Source-to-Sink) detection and establishing the data (Host-to-Device) relationship
- USB Type-C VBUS current detection and usage
- *USB PD* communication
- Discovery and configuration of functional extensions

Two pins on the USB Type-C receptacle, CC1 and CC2, are used for this purpose. Within a standard USB Type-C cable, only a single CC pin position within each plug of the cable is connected through the cable.

2.3.1 Source-to-Sink Attach/Detach Detection

Initially, Source-to-Sink attach is detected by a host or hub port (Source) when one of the CC pins at its USB Type-C receptacle senses a specified resistance to GND. Subsequently, Source-to-Sink detach is detected when the CC pin that was terminated at its USB Type-C receptacle is no longer terminated to GND.

Power is not applied to the USB Type-C host or hub receptacle (VBUS or VCONN) until the Source detects the presence of an attached device (Sink) port. When a Source-to-Sink attach is detected, the Source is expected to enable power to the receptacle and proceed to normal USB operation with the attached device. When a Source-to-Sink detach is detected, the port sourcing VBUS removes power.

2.3.2 Plug Orientation/Cable Twist Detection

The USB Type-C plug can be inserted into a receptacle in either one of two orientations, therefore the CC pins enable a method for detecting plug orientation in order to determine which

SuperSpeed USB data signal pairs are functionally connected through the cable. This allows for signal routing, if needed, within a host or device to be established for a successful connection.

2.3.3 Initial Power (Source-to-Sink) Detection and Establishing the Data (Host-to-Device) Relationship

Unlike existing USB Type-A and USB Type-B receptacles and plugs, the mechanical characteristics of the USB Type-C receptacle and plug do not inherently establish the relationship of USB host and device ports. The CC pins on the receptacle also serve to establish an initial power (Source-to-Sink) and data (Host-to-Device) relationships prior to the normal USB enumeration process.

For the purpose of defining how the CC pins are used to establish the initial power relationship, the following port power behavior modes are defined.

1. Source-only – for this mode, the port exclusively behaves as a Source
2. Sink-only – for this mode, the port exclusively behaves as a Sink
3. Dual-Role-Power (DRP) – for this mode, the port can behave either as a Source or Sink

Additionally, when a port supports USB data operation, a port's data behavior modes are defined.

1. DFP-only – for this mode, the port exclusively behaves as a DFP
2. UFP-only – for this mode, the port exclusively behaves as a UFP
3. Dual-Role-Data (DRD) – for this mode, the port can behave either as a DFP or UFP

The DFP-only and UFP-only ports behaviorally map to traditional USB host ports and USB device ports, respectively but may not necessarily do USB data communication. When a host-only port is attached to a device-only port, the behavior from the user's perspective follows the traditional USB host-to-device port model. However, the USB Type-C connector solution does not physically prevent host-to-host or device-to-device connections. In this case, the resulting host-to-host or device-to-device connection results in a safe but non-functional situation.

Once initially established, the Source supplies VBUS and behaves as a DFP, and the Sink consumes VBUS and behaves as a UFP. *USB PD*, when supported by both ports, may then be used to independently swap both the power and data roles of the ports.

A port that supports dual-role operation by being able to shift to the appropriate connected mode when attached to either a Source-only or Sink-only port is a DRP. In the special case of a DRP being attached to another DRP, an initialization protocol across the CC pins is used to establish the initial host-to-device relationship. Given no role-swapping intervention, the determination of which is DFP or UFP is random from the user's perspective.

Two independent set of mechanisms are defined to allow a USB Type-C DRP to functionally swap power and data roles. When *USB PD* is supported, power and data role swapping is performed as a subsequent step following the initial connection process. For non-PD implementations, power/data role swapping can optionally be dealt with as part of the initial connection process. To improve the user's experience when connecting devices that are of categorically different types, products may be implemented to strongly prefer being a DFP or a UFP, such that the DFP/UFP determination becomes predictable when connecting two DRPs of differing categories. See Section 4.5.1.4 for more on available swapping mechanisms.

As an alternative to role swapping, a USB Type-C DRP may provide useful functionality by when operating as a host, exposing a CDC/network (preferably TCP/IP) stack or when operating as a device, exposing a CDC/network interface.

USB hubs have two types of ports, a UFP that is connected up to a DFP (host or another hub) that initially functions as a Sink, and one or more DFPs for connecting other devices that initially function as Sources.

2.3.4 USB Type-C VBUS Current Detection and Usage

With the USB Type-C connector solution, a Source (host or downstream hub port) may implement higher source current over VBUS to enable faster charging of mobile devices or powering devices that require more current than is specified in the *USB 3.1 Specification*. All USB host and hub ports advertise via the CC pins the level of current that is presently available. The USB device port is required to manage its load to stay within the current level offered by the host or hub, including dynamically scaling back the load if the host or hub port changes its advertisement to a lower level as indicated over the CC pins.

Three current levels at default VBUS are defined by USB Type-C Current:

- Default values when configured for high-power operation as defined by a USB Specification (500 mA for USB 2.0 ports, 900 mA for USB 3.1 ports)
- 1.5 A
- 3.0 A

The higher USB Type-C Current levels that can be advertised allows hosts and devices that do not implement *USB PD* to take advantage of higher charging current.

2.3.5 USB PD Communication

USB Power Delivery is a feature on products (hosts, hubs and devices). *USB PD* communications is used to:

- Establish power contracts that allow voltage and current outside that defined by the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications.
- Change the port sourcing VBUS.
- Change the port sourcing VCONN.
- Swap DFP and UFP roles.
- Communicate with cables.

The *USB PD* Bi-phase Mark Coded (BMC) communications are carried on the CC wire of the USB Type-C cable.

2.3.6 Functional Extensions

Functional extensions (see Chapter 5) are enabled via a communications channel across CC using methods defined by the *USB Power Delivery Specification*.

2.4 VBUS

VBUS provides a path to deliver power between a host and a device, and between a USB power charger and a host/device. A simplified high-current supply capability is defined for hosts and chargers that optionally support current levels beyond the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications. The *USB Power Delivery Specification* is supported.

Table 2-1 summarizes the power supply options available from the perspective of a device with the USB Type-C connector. Not all options will be available to the device from all host or hub ports – only the first two listed options are mandated by the base USB specifications and form the basis of USB Type-C Current at the Default USB Power level.

Table 2-1 Summary of power supply options

Mode of Operation	Nominal Voltage	Maximum Current	Notes
<i>USB 2.0</i>	5 V	See <i>USB 2.0</i>	
<i>USB 3.1</i>	5 V	See <i>USB 3.1</i>	
<i>USB BC 1.2</i>	5 V	Up to 1.5 A ¹	Legacy charging
USB Type-C Current @ 1.5 A	5 V	1.5 A	Supports higher power devices
USB Type-C Current @ 3.0 A	5 V	3 A	Supports higher power devices
<i>USB PD</i>	Configurable up to 20 V	Configurable up to 5 A	Directional control and power level management

Notes:

1. *USB BC 1.2* permits a power provider to be designed to support a level of power between 0.5 A and 1.5 A. If the *USB BC 1.2* power provider does not support 1.5 A, then it is required to follow power droop requirements. A *USB BC 1.2* power consumer may consume up to 1.5 A provided that the voltage does not drop below 2 V, which may occur at any level of power above 0.5 A.

The USB Type-C receptacle is specified for current capability of 5 A whereas standard USB Type-C cable assemblies are rated for 3 A. The higher rating of the receptacle enables systems to deliver more power over directly attached docking solutions or using appropriately designed chargers with captive cables when implementing *USB PD*. Also, USB Type-C cable assemblies designed for *USB PD* and appropriately identified via electronic marking are allowed to support up to 5 A.

2.5 VCONN

Once the connection between host and device is established, the CC pin (CC1 or CC2) in the receptacle that is not connected via the CC wire through the standard cable is repurposed to source VCONN to power circuits in the plug needed to implement Electronically Marked Cables (see Section 4.9). Initially, the source supplies VCONN and the source of VCONN may be swapped using *USB PD* VCONN_Swap.

Electronically marked cables may use VBUS instead of VCONN as VBUS is available across the cable. VCONN functionally differs from VBUS in that it is isolated from the other end of the cable. VCONN is independent of VBUS and, unlike VBUS which can use *USB PD* to support higher voltages, VCONN voltage stays within the range of 3.0 to 5.5 V (see Section 4.4.3).

2.6 Hubs

USB hubs implemented with USB Type-C receptacles are required to clearly identify the upstream facing port. This requirement is needed because a user can no longer know which port on a hub is the upstream facing port and which ports are the downstream facing ports by the type of receptacles that are exposed, i.e., USB Type-B is the upstream facing port and USB Type-A is a downstream facing port.

3 Mechanical

3.1 Overview

3.1.1 Compliant Connectors

The USB Type-C™ specification defines the following standard connectors:

- USB Full-Featured Type-C receptacle
- *USB 2.0* Type-C receptacle
- USB Full-Featured Type-C plug
- *USB 2.0* Type-C plug
- USB Type-C Power-Only plug

3.1.2 Compliant Cable Assemblies

Table 3-1 summarizes the USB Type-C standard cable assemblies along with the primary differentiating characteristics. All USB Full-Featured Type-C cables shall support simultaneous, independent signal transmission on both *USB 3.1* (TX and RX pairs) data buses. The cable lengths listed in the table are informative and represents the practical length based on cable performance requirements. All cables that are either full-featured and/or are rated at more than 3 A current are Electronically Marked Cables.

Table 3-1 USB Type-C Standard Cable Assemblies

Cable Ref	Plug 1	Plug 2	USB Version	Cable Length	Current Rating	USB Power Delivery (BMC)	USB Type-C Electronically Marked
CC2-3	C	C	USB 2.0	≤ 4 m	3 A	Supported	Optional
CC2-5					5 A		Required
CC3G1-3	C	C	USB 3.1 Gen1	≤ 2 m	3 A	Supported	Required
CC3G1-5					5 A		
CC3G2-3	C	C	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A	Supported	Required
CC3G2-5					5 A		

USB Type-C products are also allowed to have a captive cable. See Section 3.4.3.

3.1.3 Compliant USB Type-C to Legacy Cable Assemblies

Table 3-2 summarizes the USB Type-C legacy cable assemblies along with the primary differentiating characteristics. The cable lengths listed in the table are informative and represents the practical length based on cable performance requirements. *USB 3.1* Type-C

legacy cables assemblies that only offer performance up to *USB 3.1 Gen1* are not allowed by this specification.

For USB Type-C legacy cable assemblies that incorporate R_p termination, the value of this termination is required to be specified to the Default setting of USB Type-C Current even though the cable assemblies are rated for 3 A. The R_p termination in these cables is intended to represent the maximum current of a compliant legacy USB host port, not the current rating of the cable itself. The cable current rating is intentionally set to a higher level given that there are numerous non-standard power chargers that offer more than the Default levels established by the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications.

Table 3-2 USB Type-C Legacy Cable Assemblies

Cable Ref	Plug 1 ³	Plug 2 ³	USB Version	Cable Length	Current Rating
AC2-3	USB 2.0 Standard-A	USB 2.0 Type-C ¹	USB 2.0	≤ 4 m	3 A
AC3G2-3	USB 3.1 Standard-A	USB Full-Featured Type-C ¹	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A
CB2-3	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Standard-B	USB 2.0	≤ 4 m	3 A
CB3G2-3	USB Full-Featured Type-C ²	USB 3.1 Standard-B	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A
CmB2	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Mini-B	USB 2.0	≤ 4 m	500 mA
CμB2-3	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Micro-B	USB 2.0	≤ 2 m	3 A
CμB3G2-3	USB Full-Featured Type-C ²	USB 3.1 Micro-B	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A

Notes:

1. USB Type-C plugs associated with the "B" end of a legacy adapter cable are required to have R_p ($56 \text{ k}\Omega \pm 5\%$) termination incorporated into the plug assembly – see Section 4.5.3.2.2.
2. USB Type-C plugs associated with the "A" end of a legacy adapter cable are required to have R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$) termination incorporated into the plug assembly – see Section 4.5.3.2.1.
3. Refer to Section 3.7.4.3 for the mated resistance and temperature rise required for the legacy plugs.

3.1.4 Compliant USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies

Table 3-3 summarizes the USB Type-C legacy adapter assemblies along with the primary differentiating characteristics. The cable lengths listed in the table are informative and represents the practical length based on cable performance requirements.

Table 3-3 USB Type-C Legacy Adapter Assemblies

Adapter Ref	Plug	Receptacle ³	USB Version	Cable Length	Current Rating
CμBR2-3	USB 2.0 Type-C ¹	USB 2.0 Micro-B	USB 2.0	≤ 0.15 m	3 A
CAR3G1-3	USB Full-Featured Type-C ²	USB 3.1 Standard-A	USB 3.1 Gen1	≤ 0.15 m	3 A

Notes:

1. USB Type-C plugs associated with the "B" end of a legacy adapter are required to have R_p ($56 \text{ k}\Omega \pm 5\%$) termination incorporated into the plug assembly – see Section 4.5.3.2.2.
2. USB Type-C plugs associated with the "A" end of a legacy adapter are required to have R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$) termination incorporated into the plug assembly – see Section 4.5.3.2.1.
3. Refer to Section 3.7.5.3 for the mated resistance and temperature rise required for the legacy receptacles.

3.2 USB Type-C Connector Mating Interfaces

This section defines the connector mating interfaces, including the connector interface drawings, pin assignments, and descriptions. All dimensions in figures are in millimeters

3.2.1 Interface Definition

Figure 3-1 and Figure 3-3 show, respectively, the USB Type-C receptacle and USB Full-Featured Type-C plug interface dimensions.

Figure 3-11 shows the *USB 2.0* Type-C plug interface dimensions. The dimensions that govern the mating interoperability are specified. All the REF dimensions are provided for reference only, not hard requirements.

Key features, configuration options, and design areas that need attention:

1. Figure 3-1 shows a vertical-mount receptacle. Other PCB mounting types such as right-angle mount and mid-mount are allowed.
2. A mid-plate is required between the top and bottom signals inside the receptacle tongue to manage crosstalk in full-featured applications. The mid-plate shall be connected to the PCB ground with at least two grounding points. A reference design of the mid-plate is provided in Section 3.2.2.1.
3. Retention of the cable assembly in the receptacle is achieved by the side-latches in the plug and features on the sides of the receptacle tongue. Side latches are required for all plugs except plugs used for docking with no cable attached. Side latches shall be connected to ground inside the plug. A reference design of the side latches is provided in Section 3.2.2.2 along with its grounding scheme. Docking applications may not have side latches, requiring special consideration regarding EMC (Electromagnetic Compatibility).
4. The EMC shielding springs are required inside the cable plug. The shielding spring shall be connected to the plug shell. No EMC shielding spring finger tip of the USB Full-Featured Type-C plug or USB 2.0 Type-C plug shall be exposed in the plug housing opening of the unmated USB Type-C plug (see Figure 3-12). Section 3.2.2.3 shows reference designs of the EMC spring.
5. Shorting of any signal or power contact spring to the plug metal shell is not allowed. The spring in the deflected state should not touch the plug shell. An isolation layer (e.g., Kapton tape placed on the plug shell) is recommended to prevent accidental shorting due to plug shell deformation.

6. The USB Type-C receptacle shall provide an EMC ground return path through one of the following options:
- a system of specific points of contact on the receptacle outer shell (e.g., spring fingers or spring fingers and formed solid bumps),
 - internal EMC pads, or
 - a combination of both points of contact on the receptacle outer shell and internal EMC pads.

If points of contacts are used on the receptacle, then the receptacle points of contact shall make connection with the mated plug within the contact zones defined in Figure 3-2. A minimum of four separate points of contact are required. Additional points of contact are allowed. See Section 3.2.2.4 for a reference design of receptacle outer shell. The reference design includes four spring fingers as points of contact. Alternate configurations may include spring fingers on the A contact side or B contact side and formed solid bumps (e.g., dimples) on the B contact side or A contact side, respectively. Spring fingers are required on a minimum of one side to provide a pressure fit on opposing sides of the plug shell. Additional bumps may be used, but if bumps are on opposing sides of the receptacle shell, the minimum distance between the bumps shall be greater than the maximum plug shell defined dimension.

If internal EMC pads are present in the receptacle, then they shall comply with the requirements defined in Figure 3-1. The shielding pads shall be connected to the receptacle shell. If no receptacle shell is present, then the receptacle shall provide a means to connect the shielding pad to ground. See Section 3.2.2.3 for a reference design of the shielding pad and ground connection.

7. This specification defines the USB Type-C receptacle shell length of 6.20 mm as a reference dimension. The USB Type-C receptacle is designed to have shell length of 6.20 ± 0.20 mm to provide proper mechanical and electrical mating of the plug to the receptacle (e.g., full seating of the plug in the receptacle and protection of the receptacle tongue during insertion/withdrawal). The USB Type-C receptacle at the system level should be implemented such that the USB Type-C receptacle connector mounted in the associated system hardware has an effective shell length equal to 6.20 ± 0.20 mm.
8. The USB Type-C connector mating interface is defined so that the electrical connection may be established without the receptacle shell. To prevent excessive misalignment of the plug when it enters or exits the receptacle, the enclosure should have features to guide the plug for insertion and withdrawal when a modified receptacle shell is present. If the USB Type-C receptacle shell is modified from the specified dimension, then the recommended lead in from the receptacle tongue to the plug point of entry is 1.5 mm minimum when mounted in the system.

This specification allows receptacle configurations with a conductive shell, a non-conductive shell, or no shell. The following requirements apply to the receptacle contact dimensions shown in SECTION A-A and ALTERNATE SECTION A-A shown in Figure 3-1:

- If the receptacle shell is conductive, then the receptacle contact dimensions of SECTION A-A shown in Figure 3-1 shall be used. The contact dimensions of ALTERNATE SECTION A-A are not allowed.
- If the receptacle shell is non-conductive, then the receptacle contact dimensions of ALTERNATE SECTION A-A shown in Figure 3-1 shall be used. The contact dimensions of SECTION A-A are not allowed.
- If there is no receptacle shell, then the receptacle contact dimensions of either SECTION A-A or ALTERNATE SECTION A-A shown in Figure 3-1 may be used. If

there is no receptacle shell and the receptacle is used in an implementation that does not effectively provide a conductive shell, then a receptacle with the contact dimensions of ALTERNATE SECTION A-A shown in Figure 3-1 should be used.

9. A paddle card (e.g., PCB) may be used in the USB Type-C plug to manage wire termination and electrical performance. Section 3.2.2.5 includes the guidelines and a design example for a paddle card.
10. This specification does not define standard footprints. Figure 3-4 shows an example SMT (surface mount) footprint for the vertical receptacle shown in Figure 3-1. Additional reference footprints and mounting configurations are shown in Figure 3-5, Figure 3-6, Figure 3-7, Figure 3-8, Figure 3-9 and Figure 3-10.
11. The receptacle shell shall be connected to the PCB ground plane.
12. All VBUS pins shall be connected together in the USB Type-C plug.
13. All Ground return pins shall be connected together in the USB Type-C plug.
14. All VBUS pins shall be connected together at the USB Type-C receptacle when it is in its mounted condition (e.g., all VBUS pins bussed together in the PCB).
15. All Ground return pins shall be connected together at the USB Type-C receptacle when it is in its mounted condition (e.g., all Ground return pins bussed together in the PCB).
16. The USB Type-C Power-Only plug is a depopulated version of the USB Full-Featured Type-C plug or the USB 2.0 Type-C plug. The interface dimensions shall conform to Figure 3-3 or Figure 3-11. Contacts for CC, VBUS, and GND (i.e., A1, A4, A5, A9, A12, B1, B4, B9, and B12) shall be present. Physical presence of contacts in the other 15 contact locations is optional. The USB Type-C Power-Only plug shall only be used on a non-charger captive cable application. Implementation of Rp, Rd, or CC communication on pin A5 is required in the application.

Figure 3-1 USB Type-C Receptacle Interface Dimensions

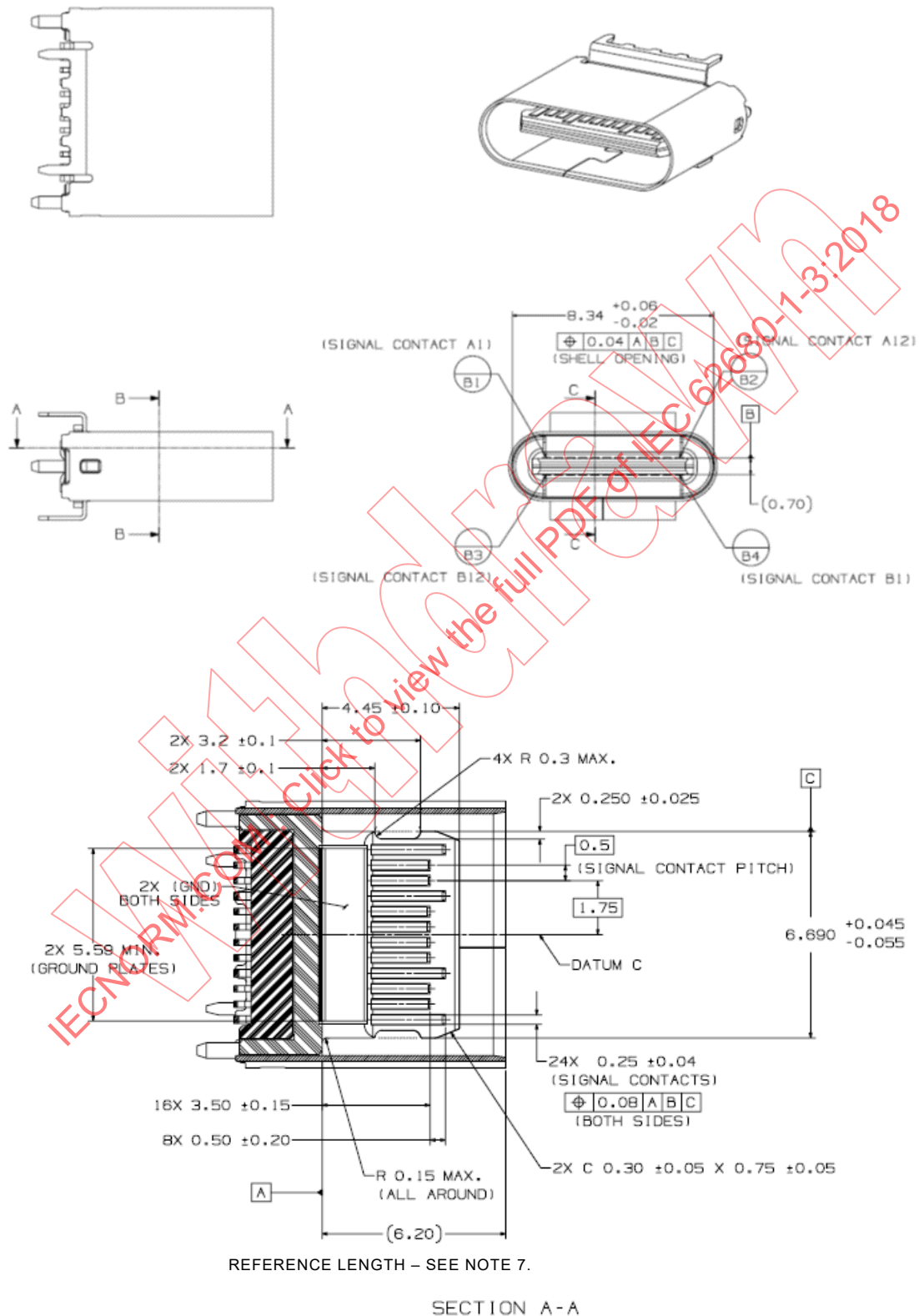
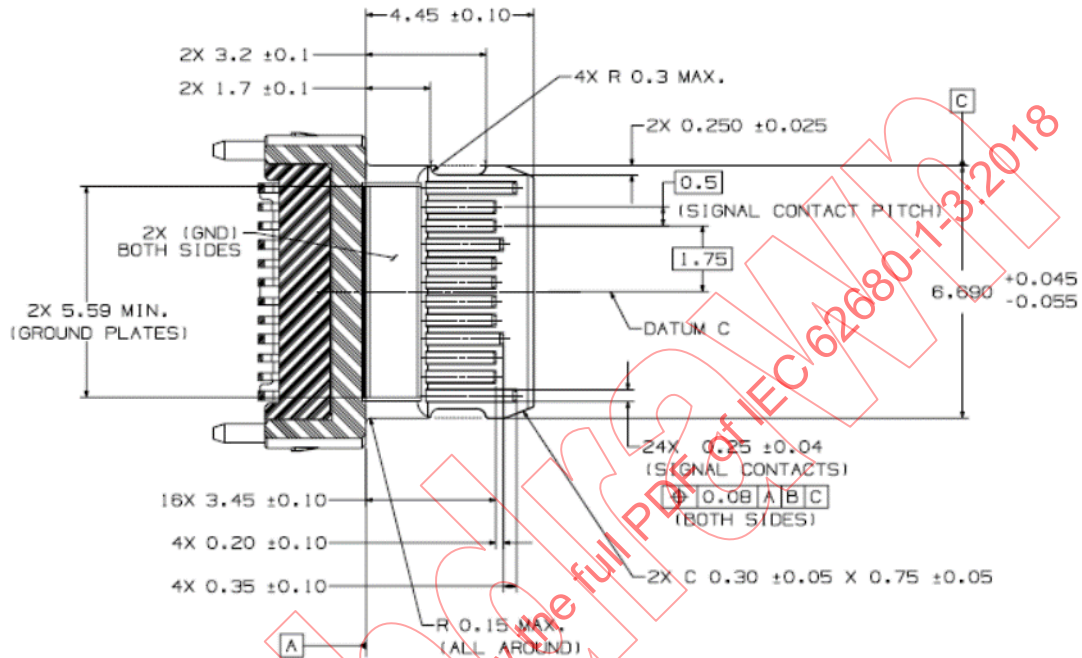
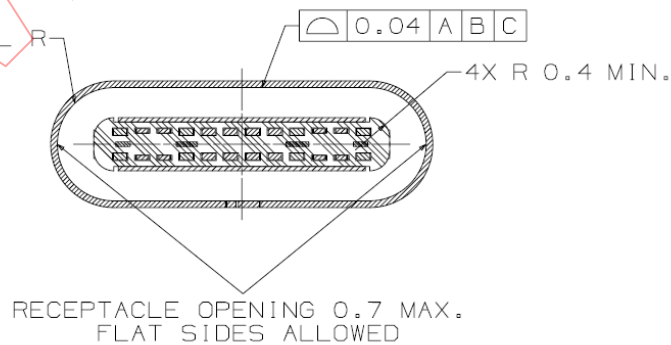


Figure 3-1 USB Type-C Receptacle Interface Dimensions, cont.



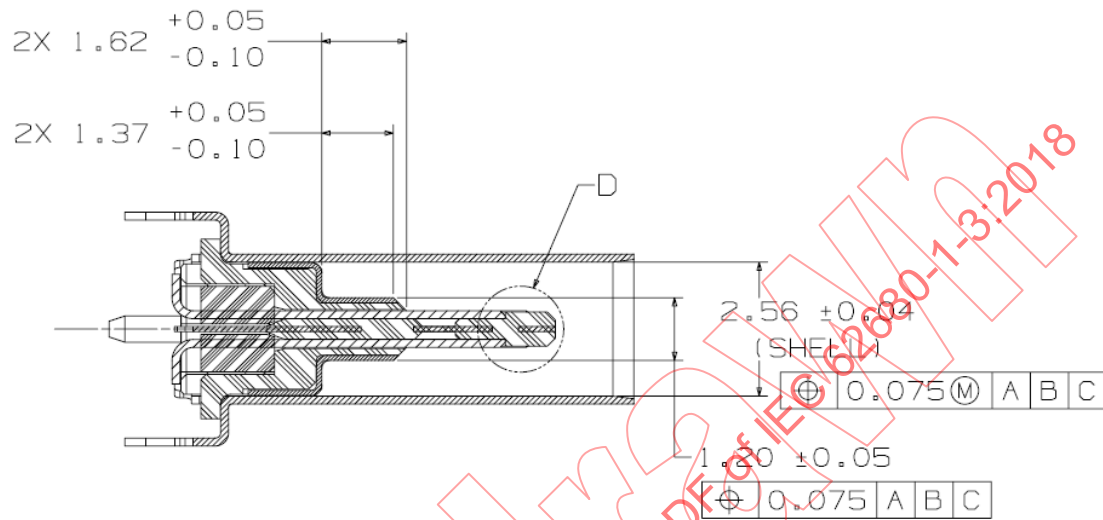
ALTERNATE SECTION A-A dimensions for use if the receptacle shell is non-conductive or there is no receptacle shell. This configuration is not allowed for receptacles with a conductive shell. See text for full requirements.

ALTERNATE SECTION A-A



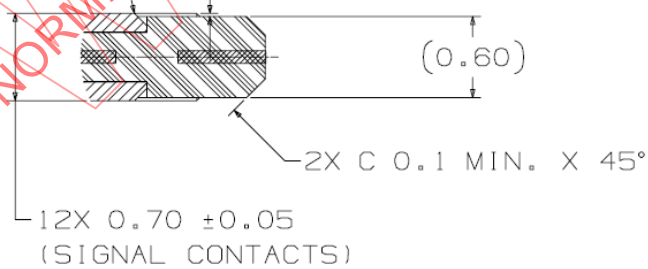
SECTION B-B

Figure 3-1 USB Type-C Receptacle Interface Dimensions, cont.



SECTION C-C

24X NO BURRS OR SHARP EDGES
(24X 0.05 ± 0.03)
(CONTACTS TO BE PROUD OF PLASTIC)



DETAIL D

Figure 3-2 Reference Design USB Type-C Plug External EMC Spring Contact Zones

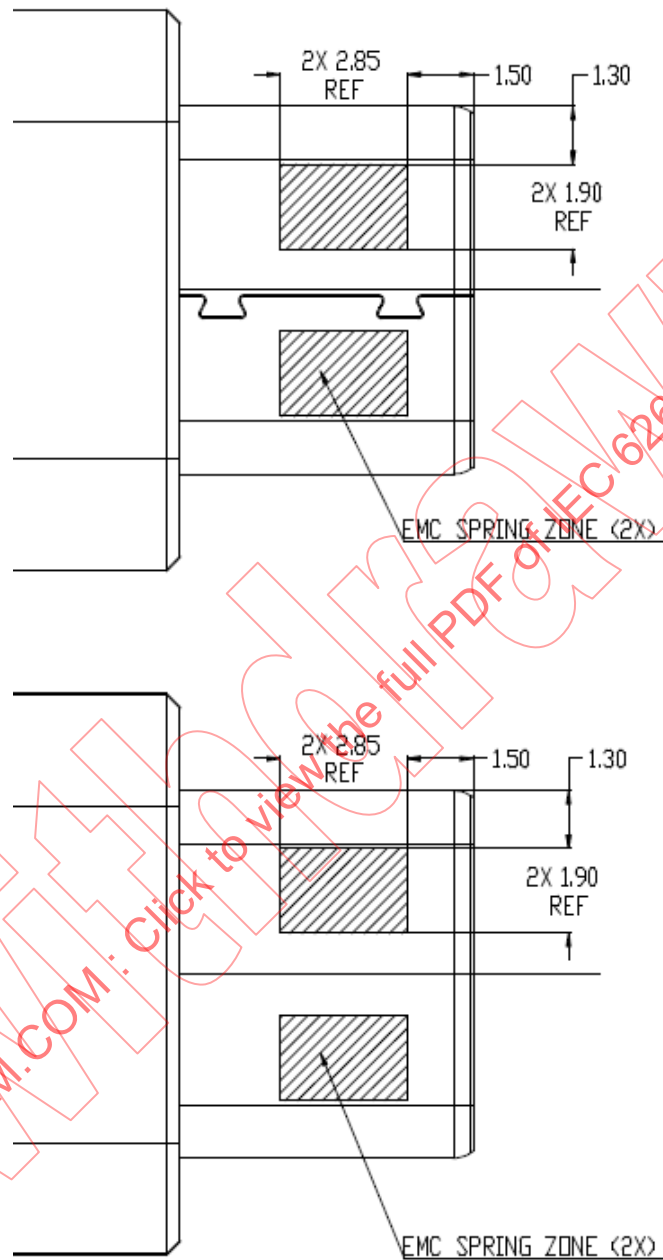
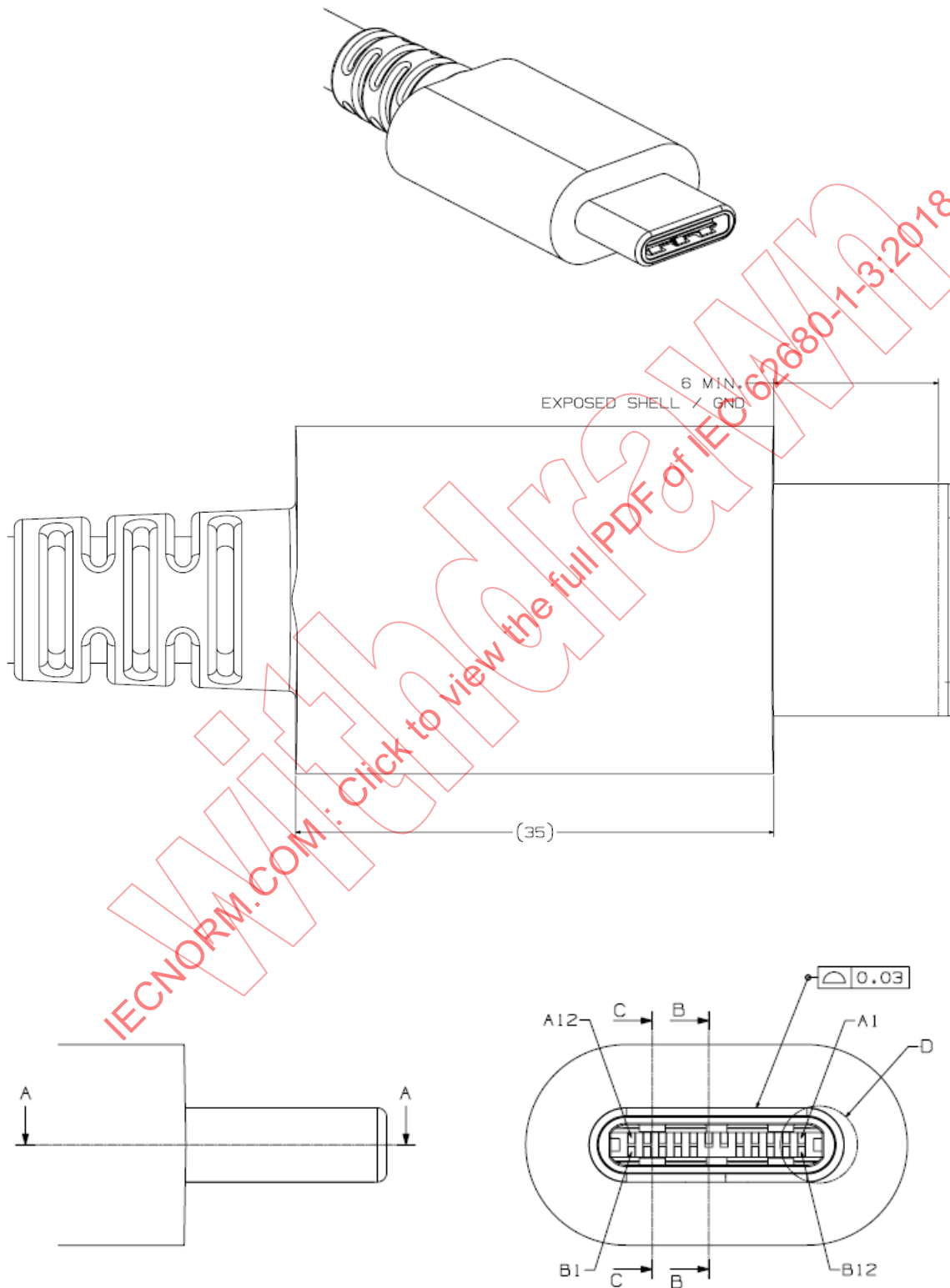


Figure 3-3 USB Full-Featured Type-C Plug Interface Dimensions



2X 2.80 ±0.08
(RETENTION SPRINGS)

12.35 MAX.

F

A

C

2X (0.35)

0.75

4X 1.72 MIN.

6.830 ±0.025

DATUM C

2X 0.530 ±0.025

⌀ 0.08 A B C

(MIDDLE EMI GND SPRING)

0.5

(SIGNAL CONTACT PITCH)

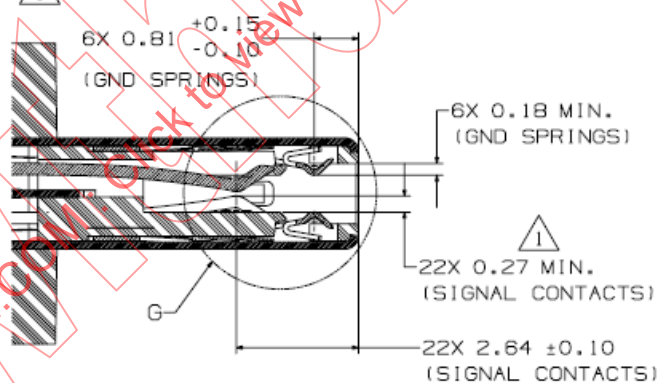
8.25 ±0.03

⌀ 0.08 A B C

2X 1.74 MIN.

E

TOP AND BOTTOM CONTACTS SHALL NOT TOUCH



6.65 ± 0.10

(5.22)

6.5 MAX.

4.65 ± 0.05

C 0.10 ± 0.05 X 45° ALL AROUND

2.40 ± 0.03

⌀	0.03	M	A	B	C

Copyright © 2017 USB 3.0 Promoter Group. All rights reserved.

Figure 3-3 USB Full-Featured Type-C Plug Interface Dimensions, cont.

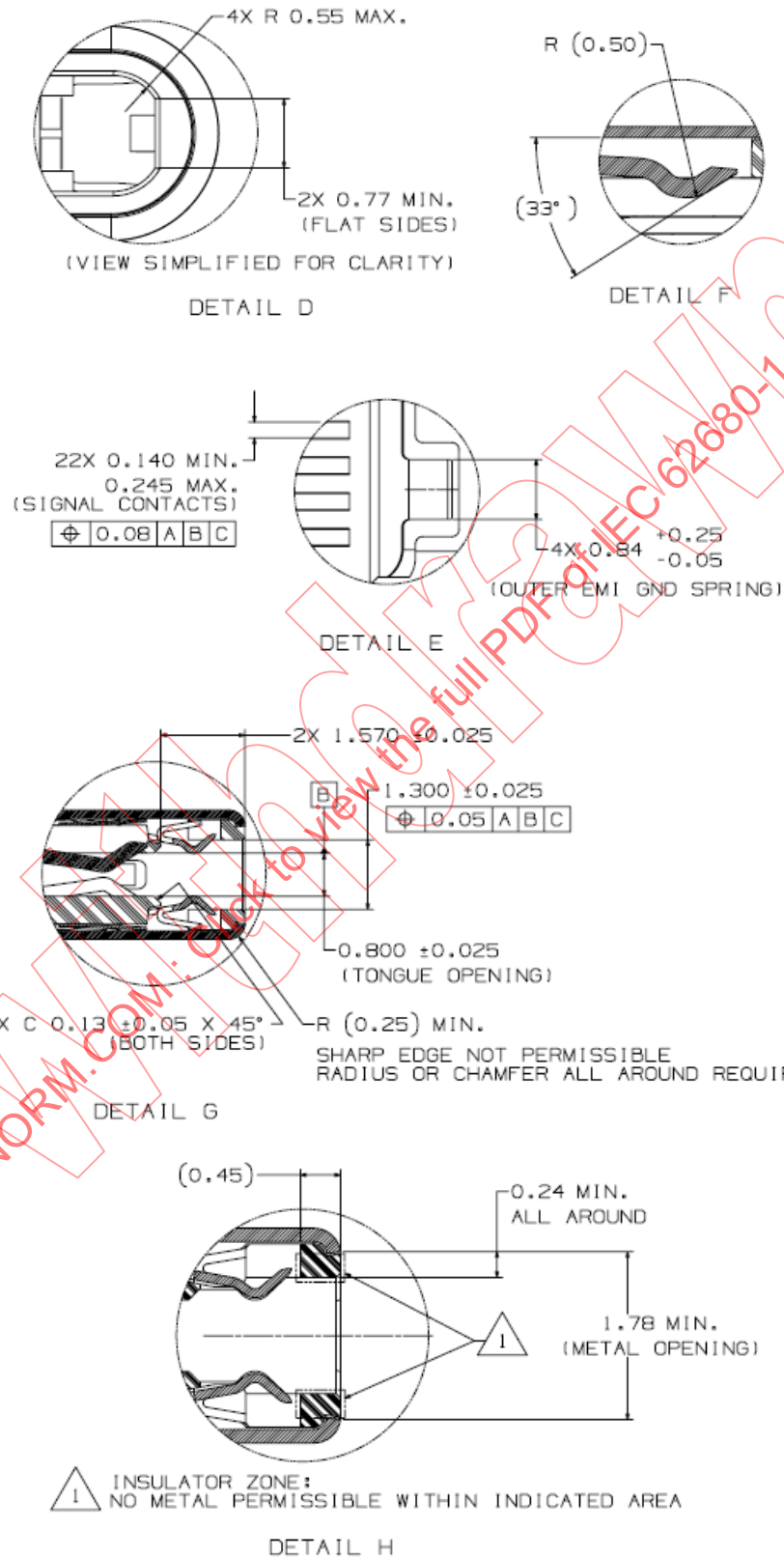


Figure 3-4 Reference Footprint for a USB Type-C Vertical Mount Receptacle (Informative)

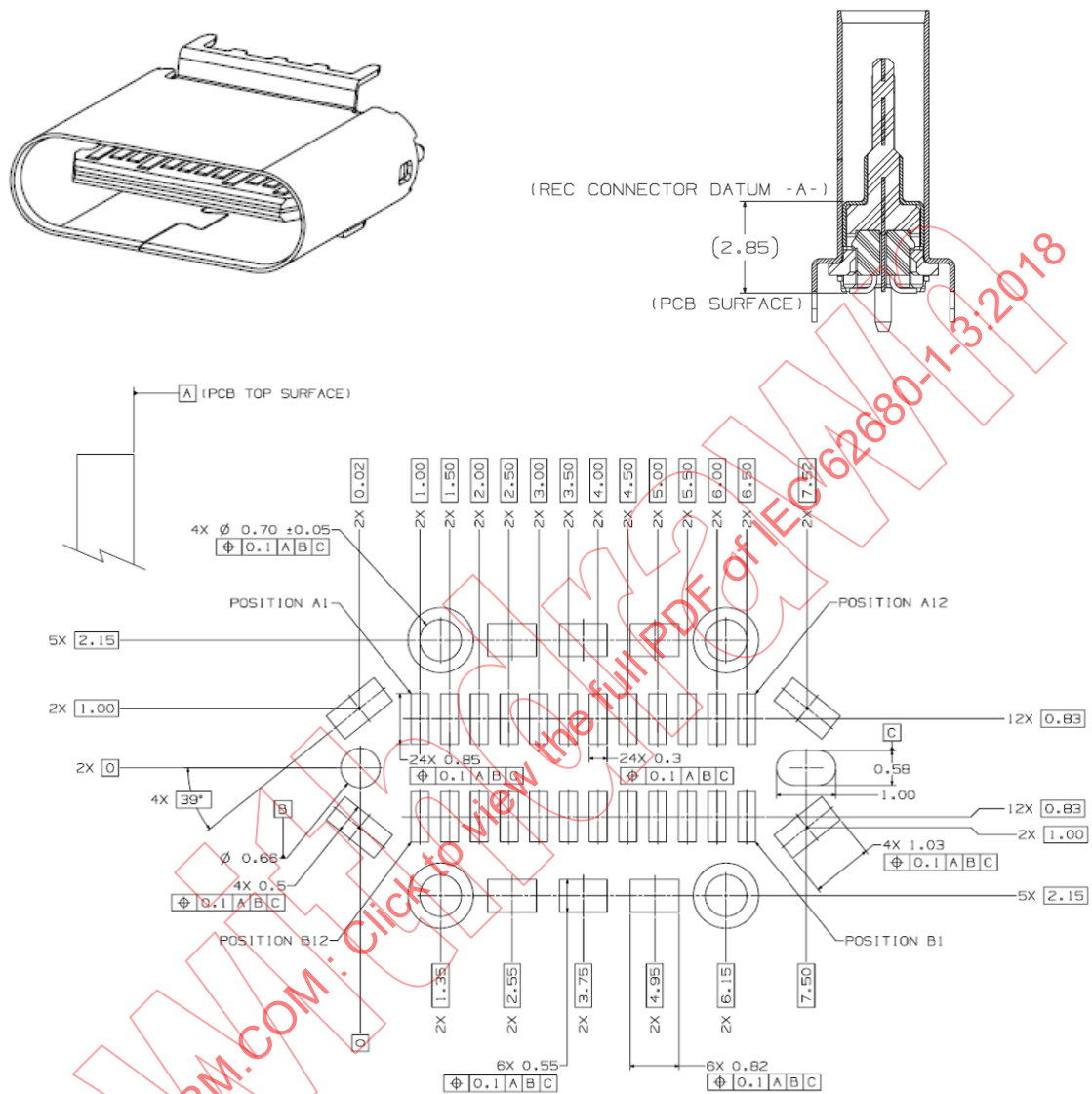
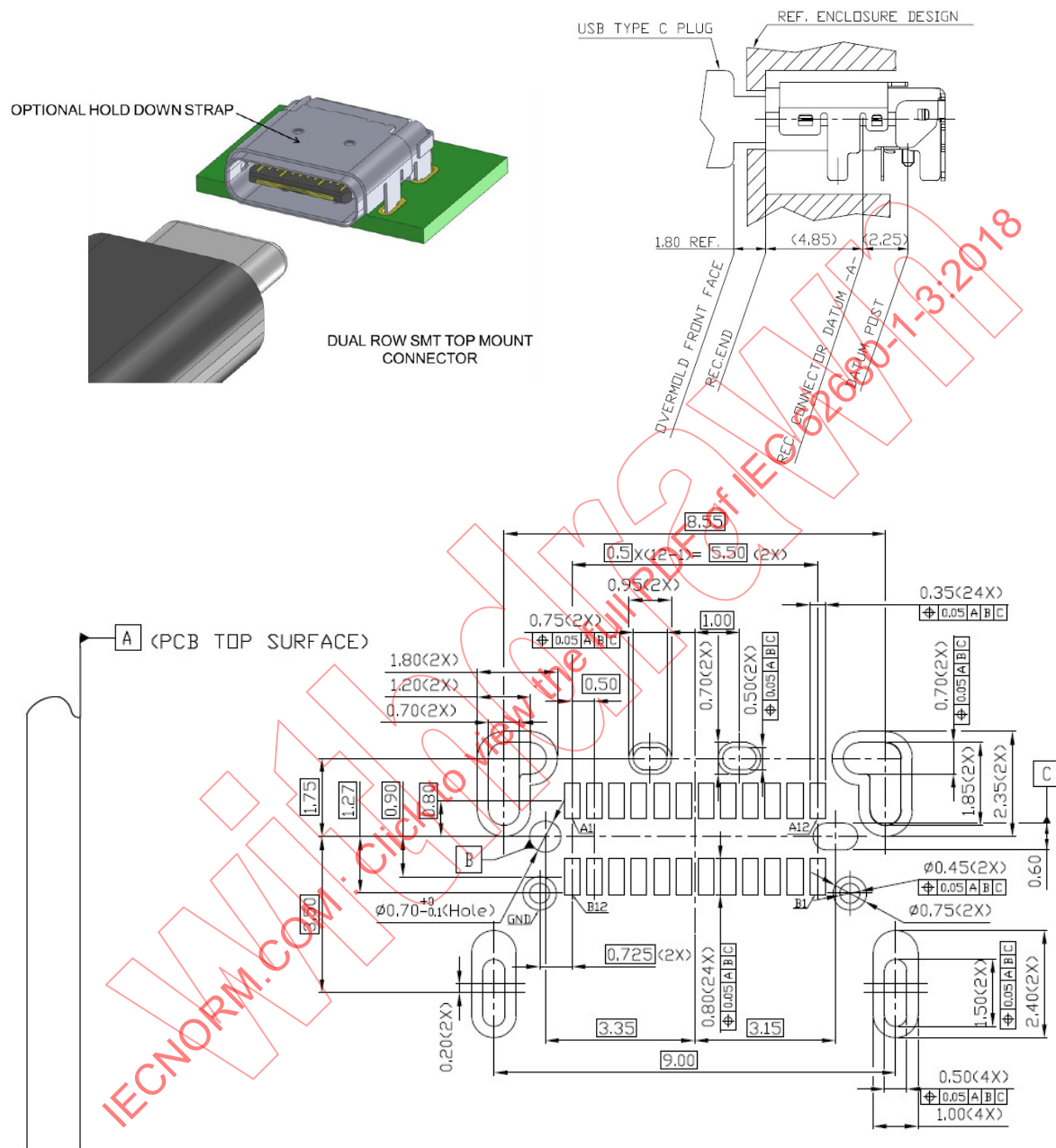


Figure 3-5 Reference Footprint for a USB Type-C Dual-Row SMT Right Angle Receptacle (Informative)



Receptacle Connector Datum A

Datum Post

(3.00)

0.30±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

0.50
 TYP.

0.50±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

0.30±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

0.70±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

1.55

0.23

0.66

0.95±0.05

0.65±0.025

0.00

0.65

0.53

1.35

0.80

2.40

3.20

4.40

4.80

6.40

7.20

7.73

1.25

0.65±0.025

0.40±0.05
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

1.10±0.05
 $\varnothing 0.10$ A B C
 4 PLACES

0.89

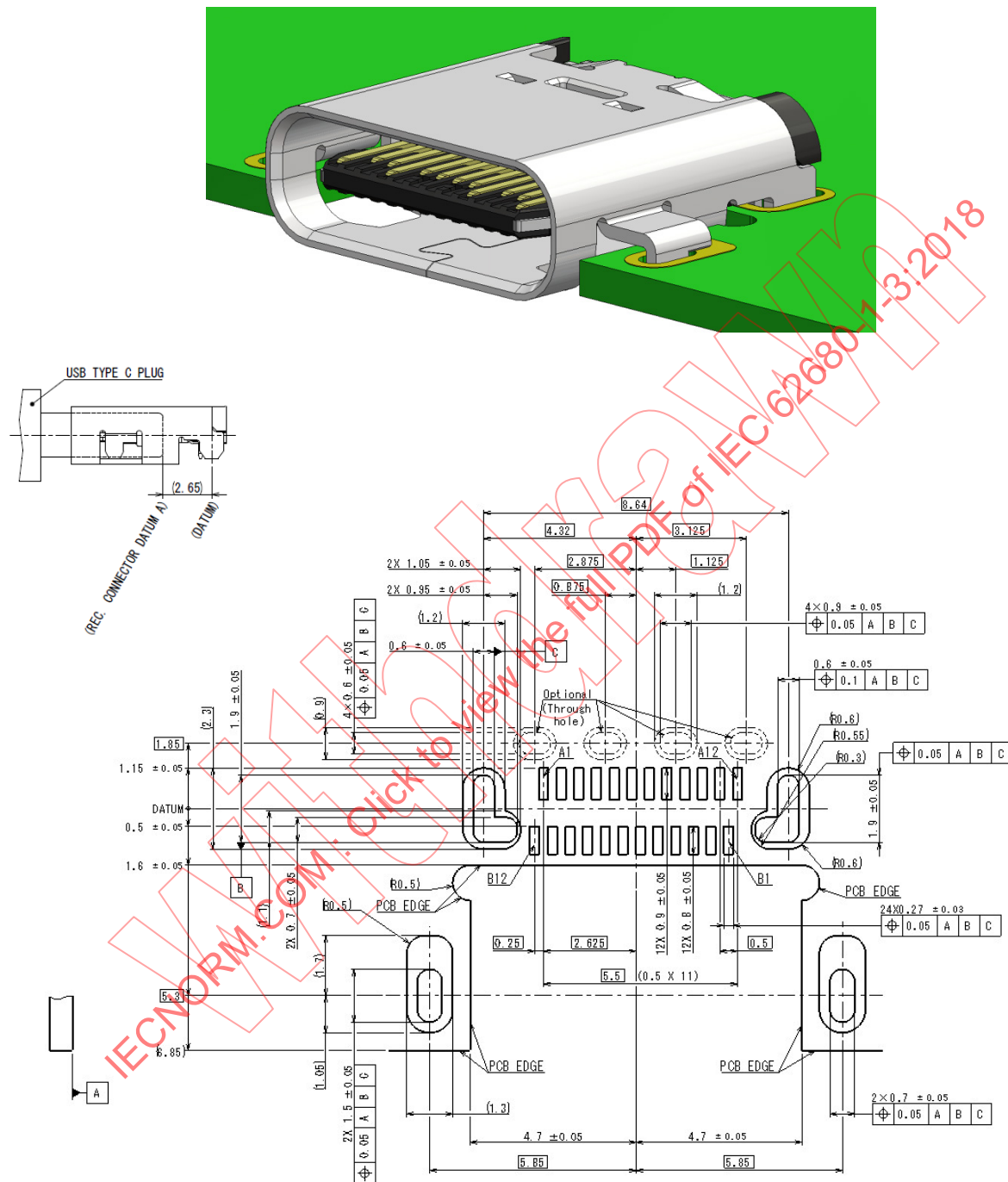
0.50±0.05
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

7.20

0.10 MIN. ANNULAR RING TYP.

8.09

Figure 3-7 Reference Footprint for a USB Type-C Mid-Mount Dual-Row SMT Receptacle (Informative)



USB TYPE C PLUG

REF. ENCLOSURE DESIGN

5.80

2.09 REF.

(4.56)

(4.64)

MOLD FRONT FACE

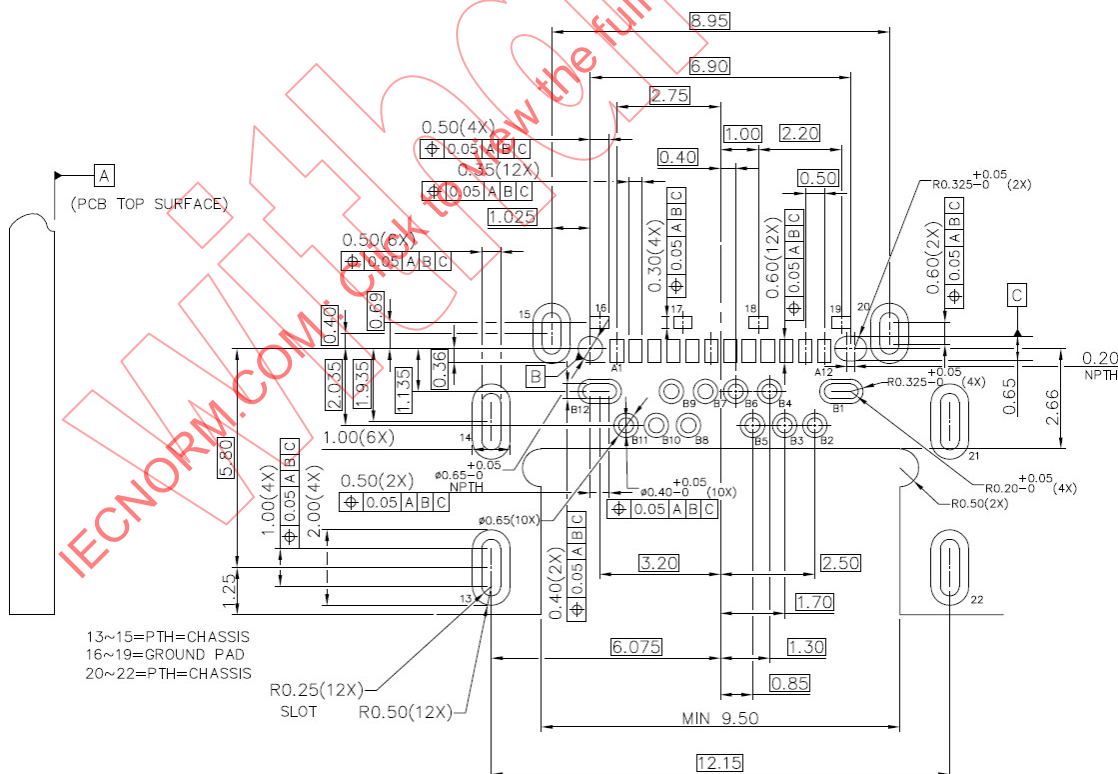
REC. END

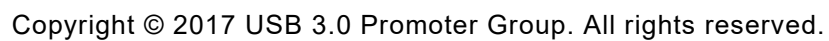
VECTOR DATUM FA

DATUM POST

3268013-2018

HYBRID TH and SMT MID-MOUNT CONNECTOR





PLUG

RECEPTACLE

PLUG OVERMOLD PANEL FRONT FACE

RECEPTACLE FACE

RECEPTACLE CONNECTOR DATUM A

PCB TOP SURFACE

PITCH 0.50(7X)

PITCH 0.75(2X)

4-0.50±0.05

0.1 A B C

4-1.40±0.05

0.1 A B C

6.20

3.50

8-0.30±0.03

4-0.60±0.03

0.30

12-1.05

4-2.00±0.05

0.1 A B C

4-1.10±0.05

0.1 A B C

8.64

PCB EDGE

DIM.B (RECOMMENDED)

RECOMMENDED PCB LAYOUT

TOLERANCE: ±0.05MM

This specification requires that all contacts be present in the mating interface of the USB Full-Featured Type-C receptacle connector and all contacts except the *USB 3.1* signals (i.e., A2, A3, A10, A11, B2, B3, B10 and B11) be present in the mating interface of the *USB 2.0* Type-C receptacle connector, but allows the plug to include only the contacts required for *USB PD* and *USB 2.0* functionality for applications that only support *USB 2.0*. The *USB 2.0* Type-C plug is shown in Figure 3-11. The following design simplifications may be made when only *USB 2.0* is supported:

- Only the contacts necessary to support *USB PD* and *USB 2.0* are required in the plug. All other pin locations may be unpopulated. See Table 3-5. All contacts are required to be present in the mating interface of the USB Type-C receptacle connector.
- Unlike the USB Full-Featured Type-C plug, the internal EMC springs may be formed from the same strip as the signal, power, and ground contacts. The internal EMC springs contact the inner surface of the plug shell and mate with the receptacle EMC pads when the plug is seated in the receptacle. Alternately, the *USB 2.0* Type-C plug may use the same EMC spring configuration as defined for the USB Full-Featured Type-C plug. The *USB 2.0* Type-C plug four EMC spring locations are defined in Figure 3-11. The alternate configuration using the six spring locations is defined in Figure 3-1. Also refer to the reference designs in 3.2.2.3 for further clarification.
- A paddle card inside the plug may not be necessary if wires are directly attached to the contact pins.

Figure 3-11 USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions

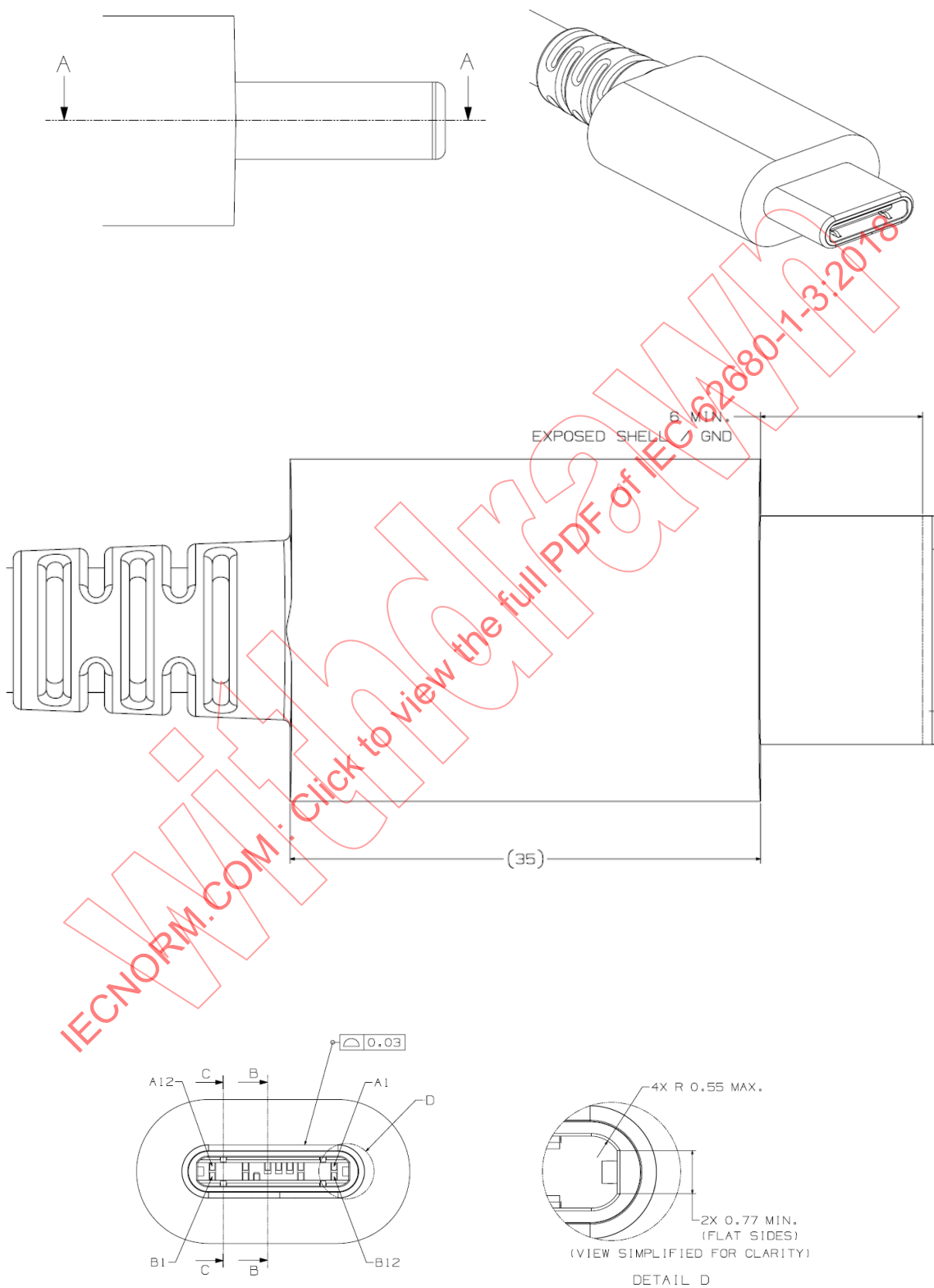


Figure 3-11 USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions, cont.

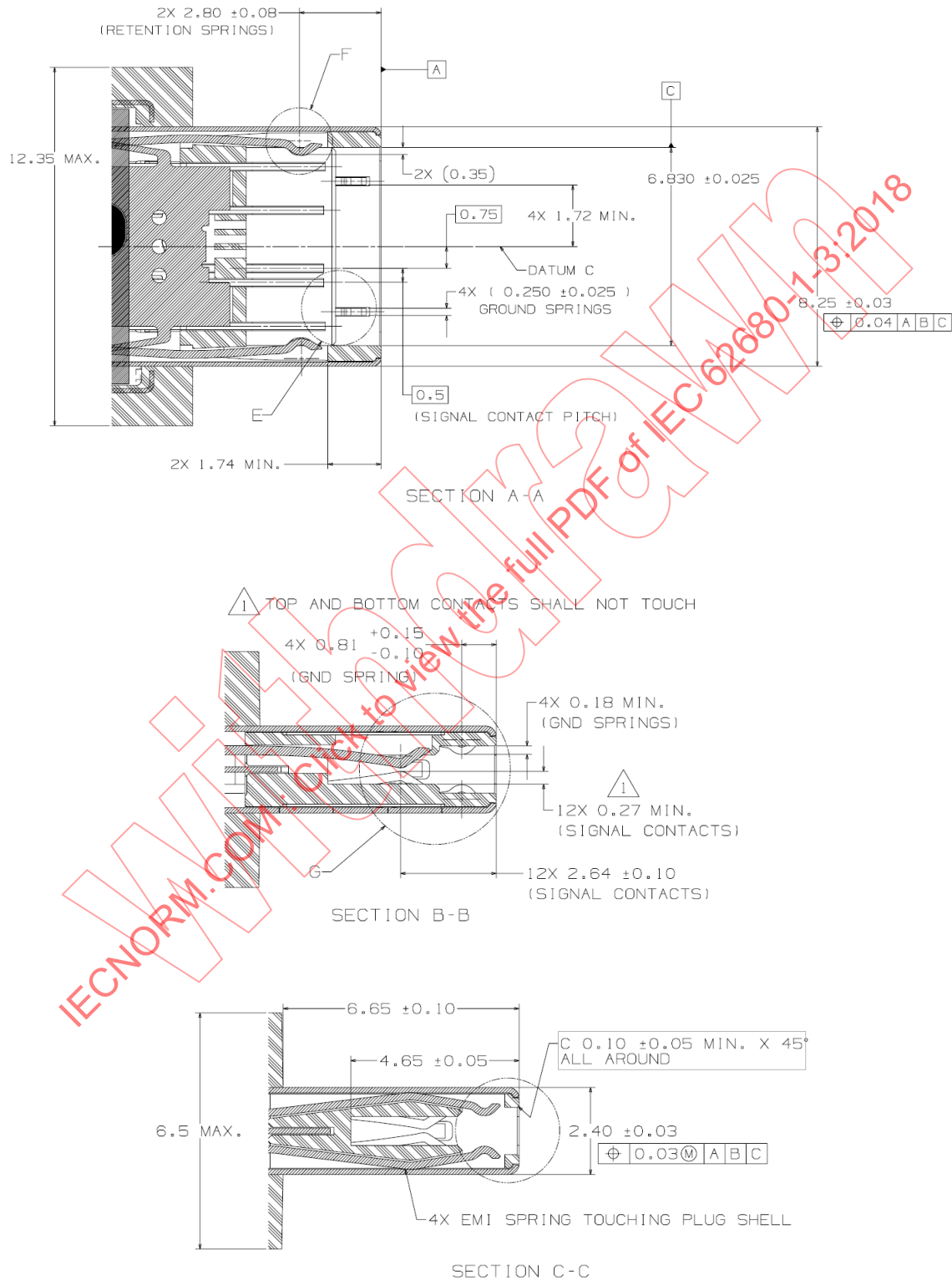


Figure 3-11 USB 2.0 Type-C Plug Interface Dimensions, cont.

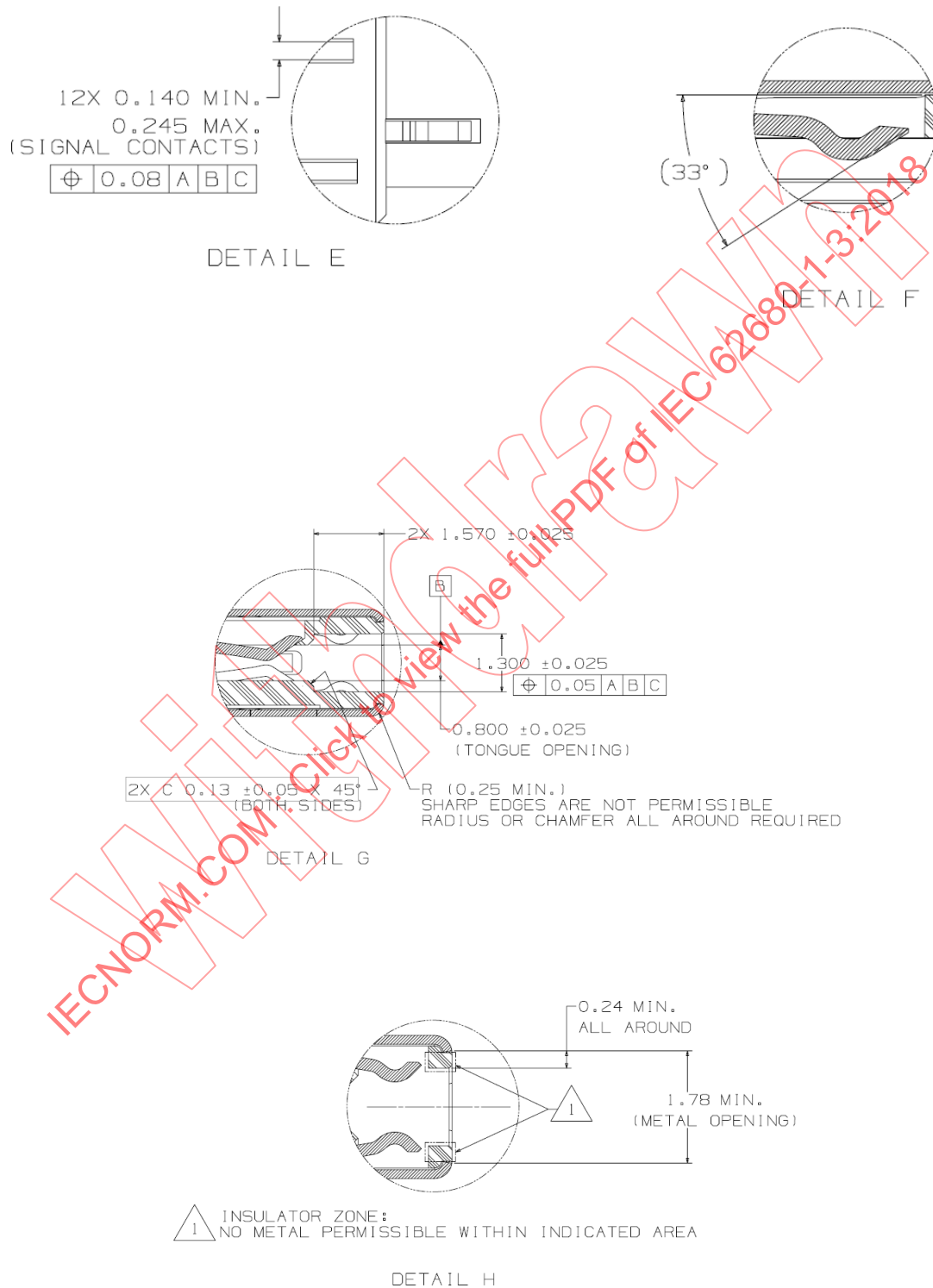
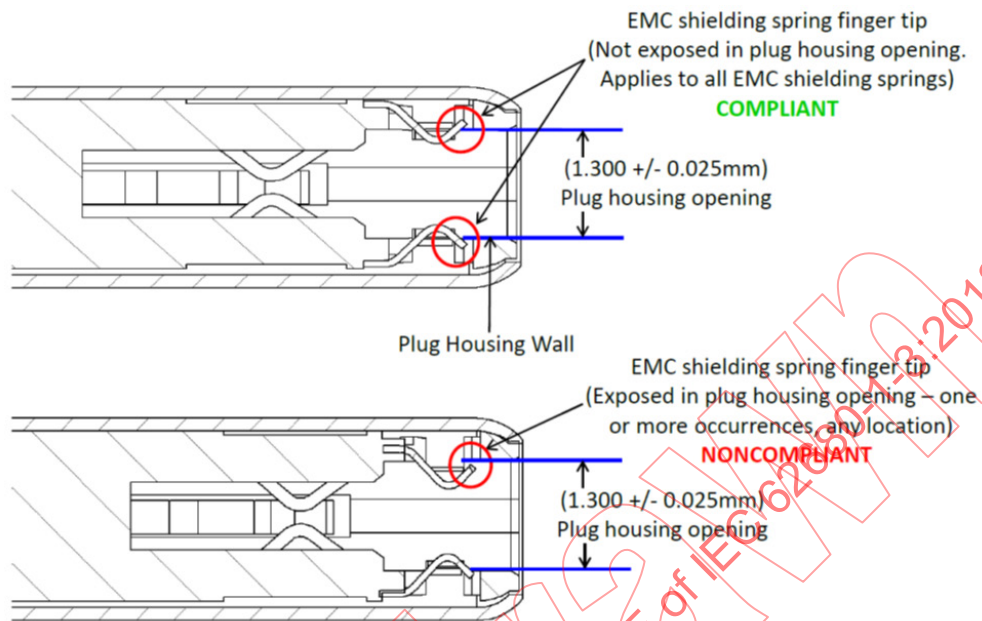


Figure 3-12 USB Type-C Plug EMC Shielding Spring Tip Requirements



3.2.2 Reference Designs

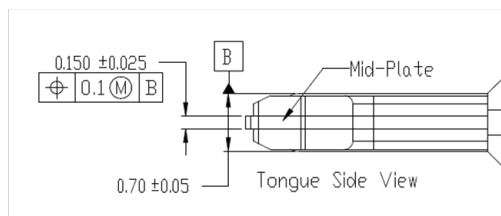
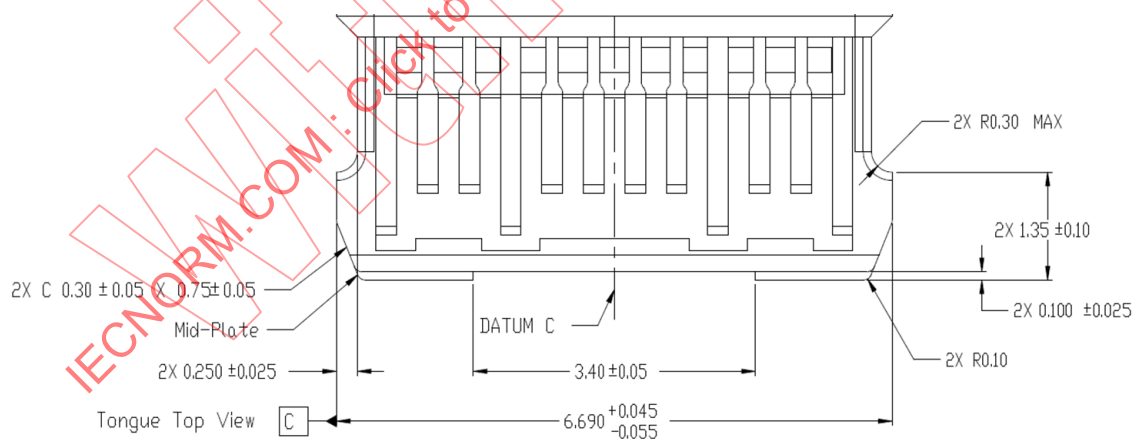
This section provides reference designs for a few key features of the USB Type-C connector. The reference designs are provided as acceptable design examples. They are not normative.

3.2.2.1 Receptacle Mid-Plate (Informative)

The signals between the top and bottom of the receptacle tongue are isolated by a mid-plate inside the tongue. Figure 3-13 shows a reference design of the mid-plate. It is important to pay attention to the following features of the middle plate:

- The distance between the signal contacts and the mid-plate should be accurately controlled since the variation of this distance may significantly impact impedance of the connector.
- The mid-plate in this particular design protrudes slightly beyond the front surface of the tongue. This is to protect the tongue front surface from damage caused by miss-insertion of small objects into the receptacle.
- The mid-plate is required to be directly connected to the PCB ground with at least two grounding points.
- The sides of the mid-plate mate with the plug side latches, making ground connections to reduce EMC. Proper surface finishes are necessary in the areas where the side latches and mid-plate connections occur.

Figure 3-13 Reference Design of Receptacle Mid-Plate



3.2.2.2 Side Latch (informative)

The side latches (retention latches) are located in the plug. Figure 3-14 shows a reference design of a blanked side latch. The plug side latches should contact the receptacle mid-plate to provide an additional ground return path.

Figure 3-14 Reference Design of the Retention Latch

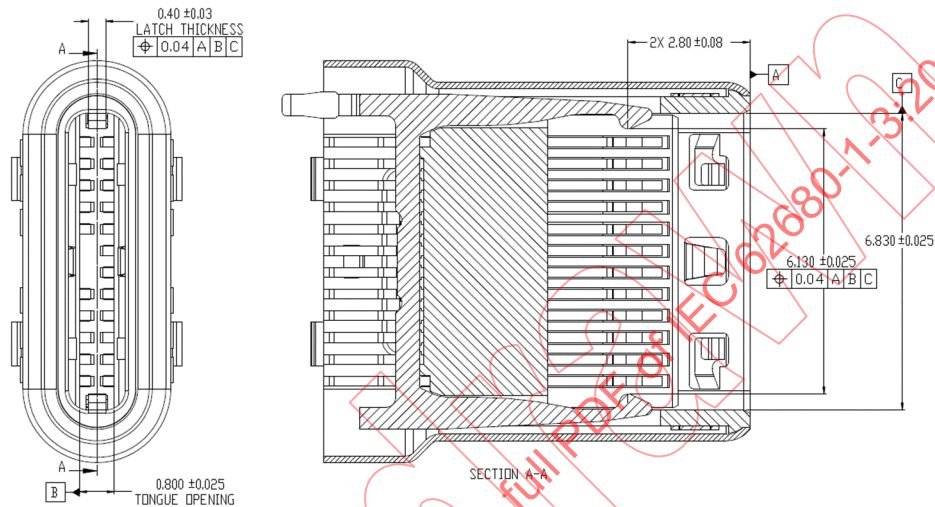
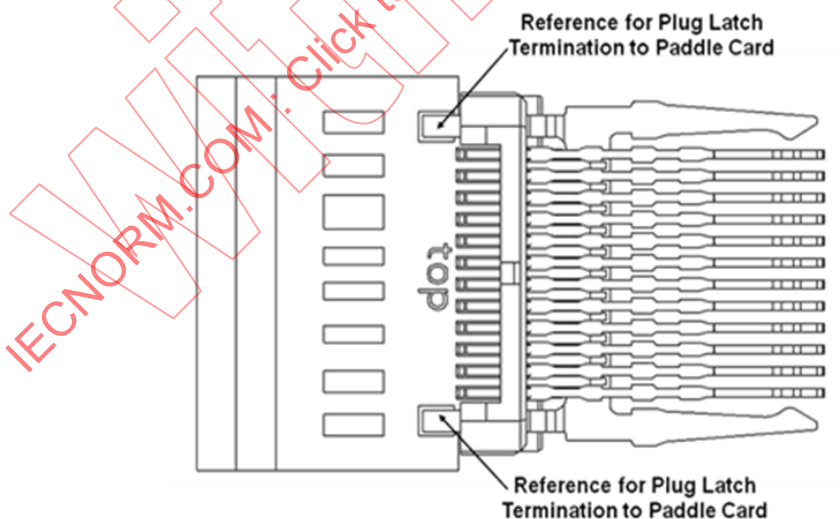


Figure 3-15 Illustration of the Latch Soldered to the Paddle Card Ground



3.2.2.3 Internal EMC Springs and Pads (Informative)

Figure 3-16 is a reference design of the internal EMC spring located inside the USB Full-Featured Type-C plug. Figure 3-17 is a reference design of the internal EMC spring located inside the USB 2.0 Type-C plug.

Figure 3-16 Reference Design of the USB Full-Featured Type-C Plug Internal EMC Spring

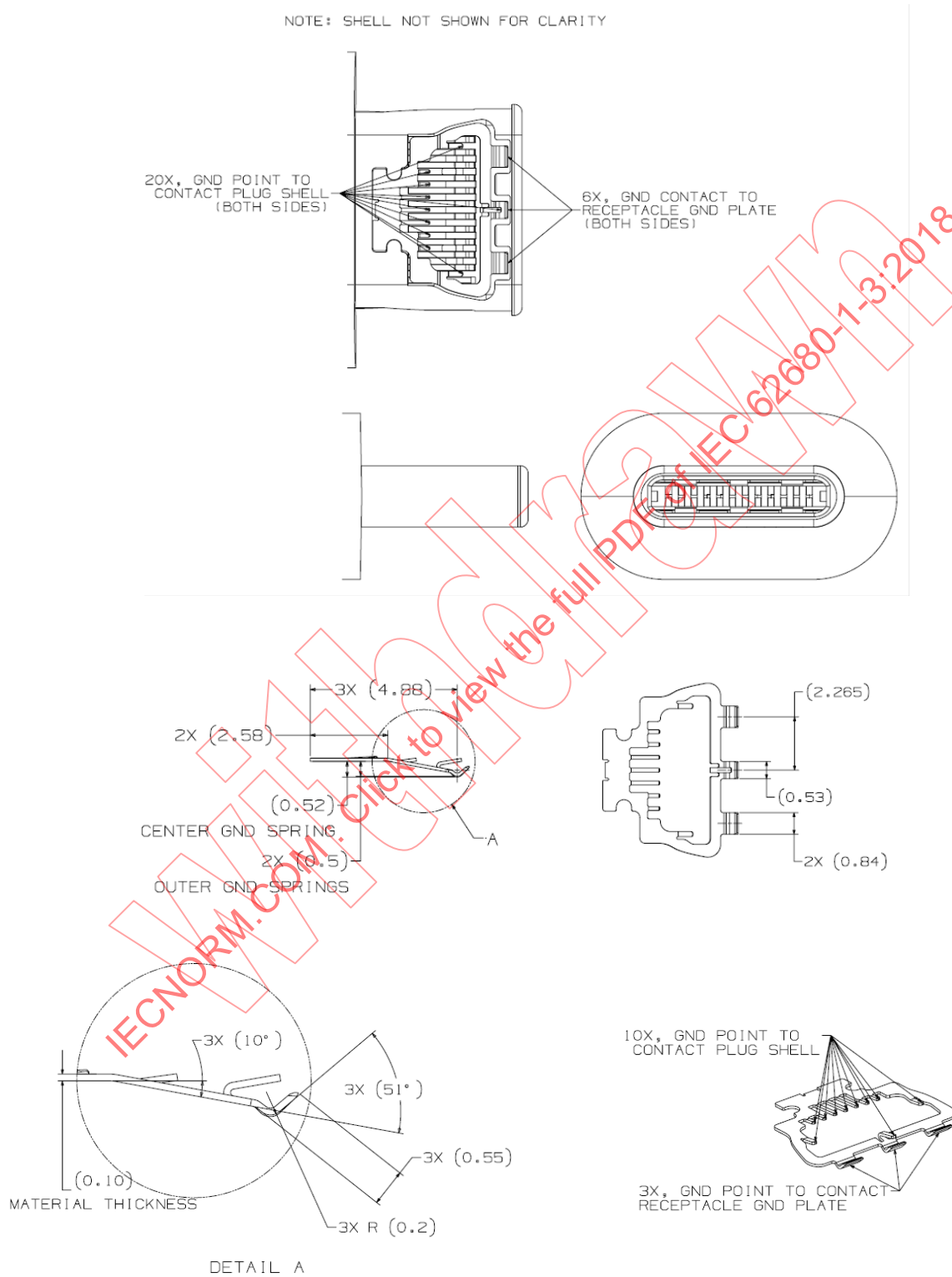
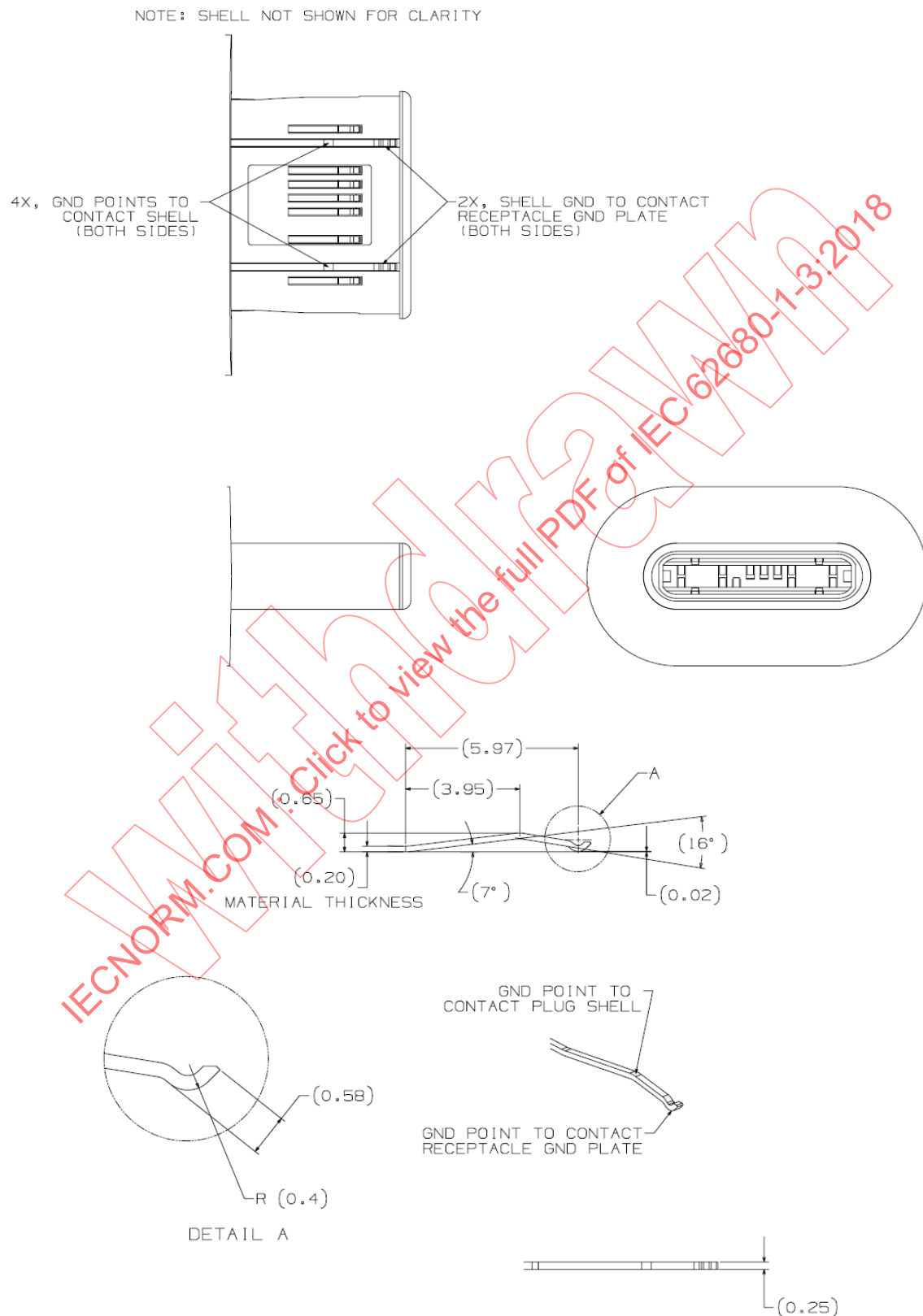


Figure 3-17 Reference Design of the USB 2.0 Type-C Plug Internal EMC Spring

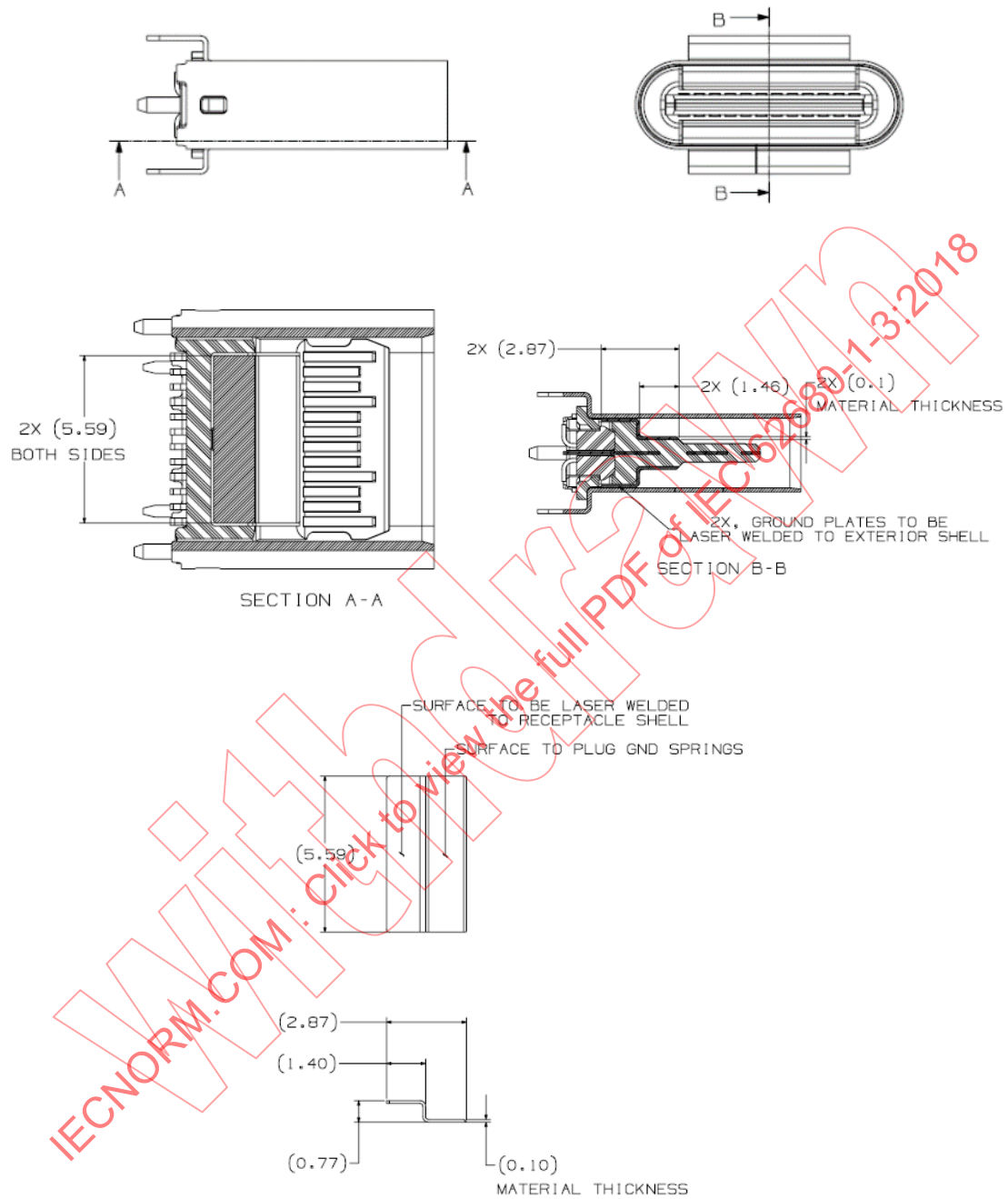


It is critical that the internal EMC spring contacts the plug shell as close to the EMC spring mating interface as possible to minimize the length of the return path.

The internal EMC pad (i.e., ground plate) shown in Figure 3-18 is inside the receptacle. It mates with the EMC spring in the plug. To provide an effective ground return, the EMC pads should have multiple connections with the receptacle shell.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62680-1-3:2018

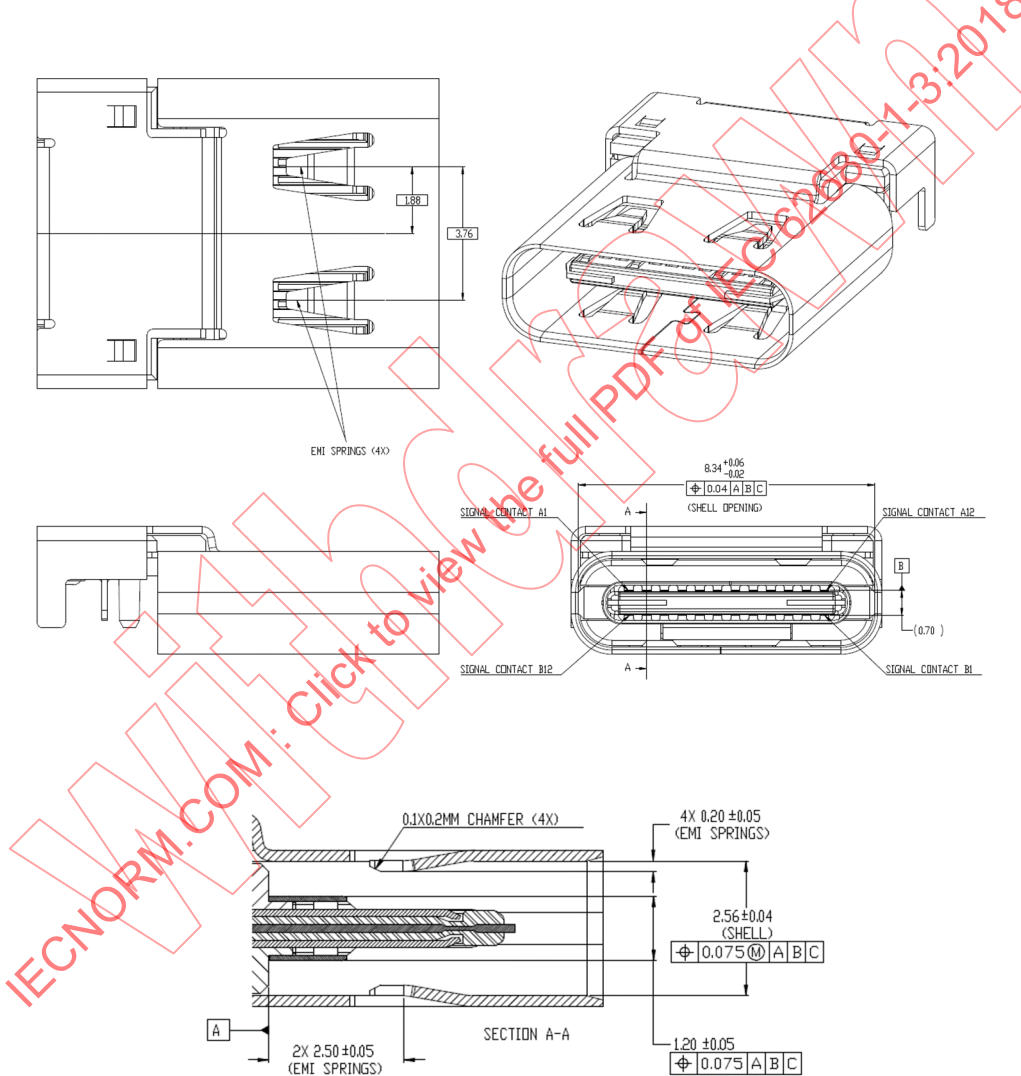
Figure 3-18 Reference Design of Internal EMC Pad



3.2.2.4 Optional External Receptacle EMC Springs (Informative)

Some applications may use receptacles with EMC springs that contact the outside of the plug shell. Figure 3-19 shows a reference receptacle design with external EMC springs. The EMC spring contact landing zones for the fully mated condition are normative and defined in Section 3.2.1.

Figure 3-19 Reference Design of a USB Type-C Receptacle with External EMC Springs

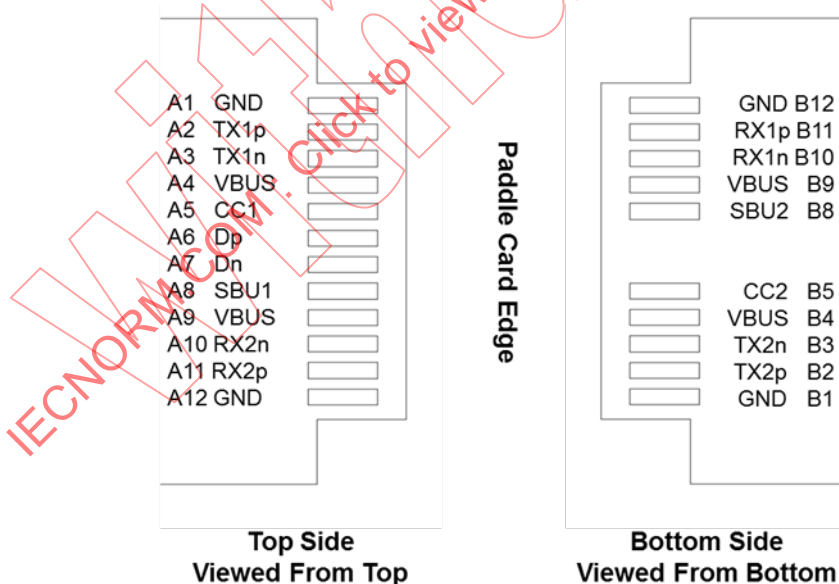


3.2.2.5 USB Full-Featured Type-C Plug Paddle Card (Informative)

The use of a paddle card is expected in the USB Full-Featured Type-C Plug. Figure 3-20 illustrates the paddle card pin assignment and contact spring connection location for a USB Full-Featured Type-C plug. The following guidelines are provided for the paddle card design:

- The paddle card should use high performance substrate material. The recommended paddle card thickness should have a tolerance less than or equal to $\pm 10\%$.
- The USB SuperSpeed traces should be as short as possible and have a nominal differential characteristic impedance of 85 Ω .
- The wire attach should have two high speed differential pairs on one side and two other high speed differential pairs on the other side, separated as far as practically allowed.
- It is recommended that a grounded coplanar waveguide (CPWG) system be selected as a transmission line method.
- Use of vias should be minimized.
- VBUS pins should be bussed together on the paddle card.
- GND pins should be bussed together on the paddle card.

Figure 3-20 Reference Design for a USB Full-Featured Type-C Plug Paddle Card



3.2.3 Pin Assignments and Descriptions

The usage and assignments of the 24 pins for the USB Type-C receptacle interface are defined in Table 3-4.

Table 3-4 USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments

Pin	Signal Name	Description	Mating Sequence	Pin	Signal Name	Description	Mating Sequence
A1	GND	Ground return	First	B12	GND	Ground return	First
A2	SSTXp1	Positive half of first SuperSpeed TX differential pair	Second	B11	SSRXp1	Positive half of first SuperSpeed RX differential pair	Second
A3	SSTXn1	Negative half of first SuperSpeed TX differential pair	Second	B10	SSRXn1	Negative half of first SuperSpeed RX differential pair	Second
A4	VBUS	Bus Power	First	B9	VBUS	Bus Power	First
A5	CC1	Configuration Channel	Second	B8	SBU2	Sideband Use (SBU)	Second
A6	Dp1	Positive half of the USB 2.0 differential pair – Position 1	Second	B7	Dn2	Negative half of the USB 2.0 differential pair – Position 2	Second
A7	Dn1	Negative half of the USB 2.0 differential pair – Position 1	Second	B6	Dp2	Positive half of the USB 2.0 differential pair – Position 2	Second
A8	SBU1	Sideband Use (SBU)	Second	B5	CC2	Configuration Channel	Second
A9	VBUS	Bus Power	First	B4	VBUS	Bus Power	First
A10	SSRXn2	Negative half of second SuperSpeed RX differential pair	Second	B3	SSTXn2	Negative half of second SuperSpeed TX differential pair	Second
A11	SSRXp2	Positive half of second SuperSpeed RX differential pair	Second	B2	SSTXp2	Positive half of second SuperSpeed TX differential pair	Second
A12	GND	Ground return	First	B1	GND	Ground return	First

Notes:

1. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug. The receptacle side shall support the USB 2.0 differential pair present on Dp1/Dn1 or Dp2/Dn2. The plug orientation determines which pair is active. In one implementation, Dp1 and Dp2 may be shorted on the host/device as close to the receptacle as possible to minimize stub length; Dn1 and Dn2 may also be shorted. The maximum shorting trace length should not exceed 3.5 mm.
2. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug and shall be connected together at the USB Type-C receptacle connector when the receptacle is in its mounted condition (e.g., all VBUS pins bussed together on the PCB).
3. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug and shall be connected together at the USB Type-C receptacle connector when the receptacle is in its mounted condition (e.g., all ground return pins bussed together on the PCB).
4. If the contact dimensions shown in Figure 3-1 ALTERNATE SECTION A-A are used, then the VBUS contacts (A4, A9, B4 and B9) mate second, and signal contacts (A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B10 and B11) mate third.

The usage and assignments of the signals necessary for the support of only *USB 2.0* with the USB Type-C mating interface are defined in Table 3-5.

Table 3-5 USB Type-C Receptacle Interface Pin Assignments for USB 2.0-only Support

Pin	Signal Name	Description	Mating Sequence	Pin	Signal Name	Description	Mating Sequence
A1	GND	Ground return	First	B12	GND	Ground return	First
A2				B11			
A3				B10			
A4	VBUS	Bus Power	First	B9	VBUS	Bus Power	First
A5	CC1	Configuration Channel	Second	B8	SBU2	Sideband Use (SBU)	Second
A6	Dp1	Positive half of the USB 2.0 differential pair – Position 1	Second	B7	Dn2	Negative half of the USB 2.0 differential pair – Position 2	Second
A7	Dn1	Negative half of the USB 2.0 differential pair – Position 1	Second	B6	Dp2	Positive half of the USB 2.0 differential pair – Position 2	Second
A8	SBU1	Sideband Use (SBU)	Second	B5	CC2	Configuration Channel	Second
A9	VBUS	Bus Power	First	B4	VBUS	Bus Power	First
A10				B3			
A11				B2			
A12	GND	Ground return	First	B1	GND	Ground return	First

Notes:

1. Unused contact locations shall be electrically isolated from power, ground or signaling (i.e., not connected).
2. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug. The receptacle side shall support the USB 2.0 differential pair present on Dp1/Dn1 or Dp2/Dn2. The plug orientation determines which pair is active. In one implementation, Dp1 and Dp2 may be shorted on the host/device as close to the receptacle as possible to minimize stub length; Dn1 and Dn2 may also be shorted. The maximum shorting trace length should not exceed 3.5 mm.
3. Contacts A8 and B8 (SBU1 and SBU2) shall be not connected unless required for a specified purpose (e.g., Audio Adapter Accessory Mode).
4. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug and shall be connected together at the USB Type-C receptacle connector when the receptacle is in its mounted condition (e.g., all VBUS pins bussed together on the PCB).
5. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug and shall be connected together at the USB Type-C receptacle connector when the receptacle is in its mounted condition (e.g., all ground return pins bussed together on the PCB).
6. If the contact dimensions shown in Figure 3-1 ALTERNATE SECTION A-A are used then the VBUS contacts (A4, A9, B4 and B9) mate second, and signal contacts (A5, A6, A7, A8, B5, B6, B7 and B8) mate third.

3.3 Cable Construction and Wire Assignments

This section discusses the USB Type-C cables, including cable construction, wire assignments, and wire gauges.

3.3.1 Cable Construction (Informative)

Figure 3-21 illustrates an example of USB Full-Featured Type-C cable cross-section, using micro-coaxial wires for USB SuperSpeed. There are four groups of wires: USB D+/D– (typically unshielded twisted pairs (UTP)), USB SuperSpeed signal pairs (coaxial wires, twin-axial or

shielded twisted pairs), sideband signal wires, and power and ground wires. In this example, the optional VCONN wire is shown whereas in Figure 3-22 the example is shown with the VCONN wire removed – the inclusion of VCONN or not relates to the implementation approach chosen for Electronically Marked Cables (See Section 4.9).

Figure 3-21 Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example with VCONN

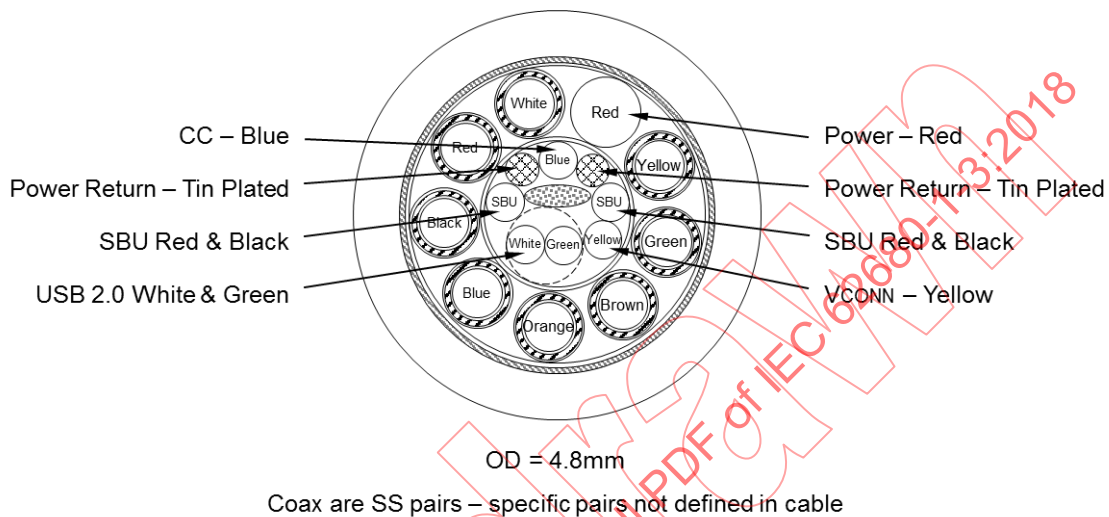
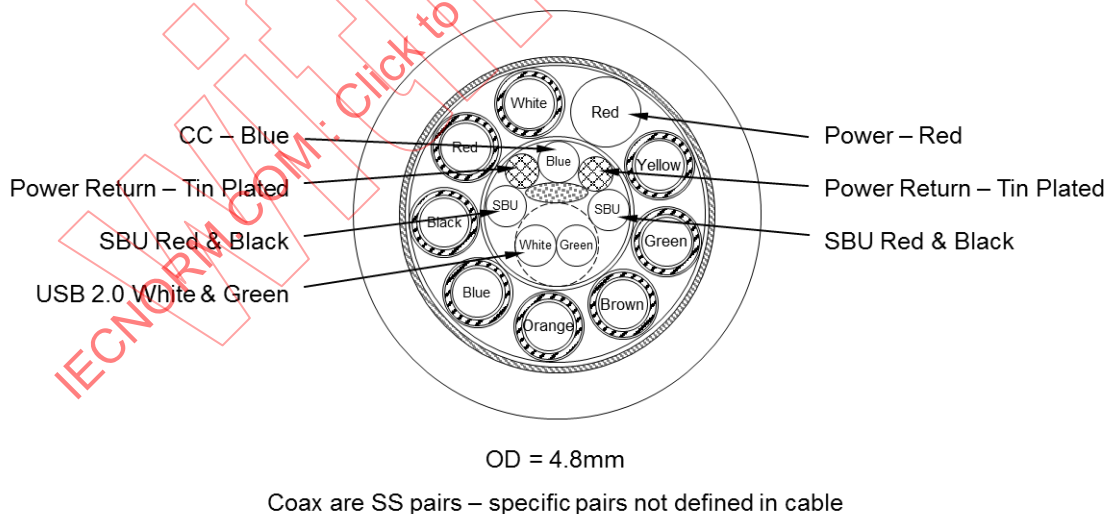


Figure 3-22 Illustration of a USB Full-Featured Type-C Cable Cross Section, a Coaxial Wire Example without VCONN



The USB D+/D– signal pair is intended to transmit the *USB 2.0* Low-Speed, Full-Speed and High-Speed signaling while the SuperSpeed signal pairs are used for *USB 3.1* SuperSpeed signaling. Shielding is needed for the SuperSpeed differential pairs for signal integrity and EMC performance.

3.3.2 Wire Assignments

Table 3-6 defines the full set of possible wires needed to produce all standard USB Type-C cables assemblies. For some cable assemblies, not all of these wires are used. For example, a USB Type-C cable that only provides *USB 2.0* functionality will not include wires 6–15.

Table 3-6 USB Type-C Standard Cable Wire Assignments

Wire Number	Signal Name	Description
1	GND_PWRrt1	Ground for power return
2	PWR_VBUS1	VBUS power
3	CC	Configuration Channel
4	UTP_Dp	Unshielded twist pair, positive
5	UTP_Dn	Unshielded twist pair, negative
6	SDPp1	Shielded differential pair #1, positive
7	SDPn1	Shielded differential pair #1, negative
8	SDPp2	Shielded differential pair #2, positive
9	SDPn2	Shielded differential pair #2, negative
10	SDPp3	Shielded differential pair #3, positive
11	SDPn3	Shielded differential pair #3, negative
12	SDPp4	Shielded differential pair #4, positive
13	SDPn4	Shielded differential pair #4, negative
14	SBU_A	Sideband Use
15	SBU_B	Sideband Use
16	GND_PWRrt2	Ground for power return (optional)
17	PWR_VBUS2	VBUS power (optional)
18	PWR_VCONN	VCONN power (optional, see Section 4.9)
Braid	Shield	Cable external braid

Note:

1. This table is based on the assumption that coaxial wire construction is used for all SDP's and there are no drain wires. The signal ground return is through the shields of the coaxial wires. If shielded twisted or twin-axial pairs are used, then drain wires are needed.

Table 3-7 defines the full set of possible wires needed to produce USB Type-C to legacy cable assemblies. For some cable assemblies, not all of these wires are needed. For example, a USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B cable will not include wires 5–10.

Table 3-7 USB Type-C Cable Wire Assignments for Legacy Cables/Adapters

Wire Number	Signal Name	Description
1	GND_PWRrt1	Ground for power return
2	PWR_VBUS1	VBUS power
3	UTP_Dp	Unshielded twist pair, positive
4	UTP_Dn	Unshielded twist pair, negative
5	SDPp1	Shielded differential pair #1, positive
6	SDPn1	Shielded differential pair #1, negative
7	SDP1_Drain	Drain wire for SDPp1 and SDPn1
8	SDPp2	Shielded differential pair #2, positive
9	SDPn2	Shielded differential pair #2, negative
10	SDP2_Drain	Drain wire for SDPp2 and SDPn2
Braid	Shield	Cable external braid

Note:

- a. This table is based on the assumption that shielded twisted pair is used for all SDP's and there are drain wires. If coaxial wire construction is used, then no drain wires are needed and the signal ground return is through the shields of the coaxial wires.

3.3.3 Wire Gauges and Cable Diameters (Informative)

This specification does not specify wire gauge. Table 3-8 and Table 3-9 list typical wire gauges for reference purposes only. A large gauge wire incurs less loss, but at the cost of cable diameter and flexibility. Multiple wires may be used for a single wire such as for VBUS or Ground. It is recommended to use the smallest possible wire gauges that meet the cable assembly electrical and mechanical requirements.

To maximize cable flexibility, all wires should be stranded and the cable outer diameter should be minimized as much as possible. A typical USB Full-Featured Type-C cable outer diameter may range from 4 mm to 6 mm while a typical *USB 2.0* Type-C cable outer diameter may range from 2 mm to 4 mm. A typical USB Type-C to *USB 3.1* legacy cable outer diameter may range from 3 mm to 5 mm.

Table 3-8 Reference Wire Gauges for standard USB Type-C Cable Assemblies

Wire Number	Signal Name	Wire Gauge (AWG)
1	GND_PWRrt1	20-28
2	PWR_VBUS1	20-28
3	CC	32-34
4	UTP_Dp	28-34
5	UTP_Dn	28-34
6	SDPp1	26-34
7	SDPn1	26-34
8	SDPp2	26-34
9	SDPn2	26-34
10	SDPp3	26-34
11	SDPn3	26-34
12	SDPp4	26-34
13	SDPn4	26-34
14	SBU_A	32-34
15	SBU_B	32-34
16	GND_PWRrt2	20-28
17	PWR_VBUS2	20-28
18	PWR_VCONN	32-34

Table 3-9 Reference Wire Gauges for USB Type-C to Legacy Cable Assemblies

Wire Number	Signal Name	Wire Gauge (AWG)
1	GND_PWRrt1	20-28
2	PWR_VBUS1	20-28
3	UTP_Dp	28-34
4	UTP_Dn	28-34
5	SDPp1	26-34
6	SDPn1	26-34
7	SDP1_Drain	28-34
8	SDPp2	26-34
9	SDPn2	26-34
10	SDP2_Drain	28-34

3.4 Standard USB Type-C Cable Assemblies

Two standard USB Type-C cable assemblies are defined and allowed by this specification. In addition, captive cables are allowed (see Section 3.4.3). Shielding (braid) is required to enclose all the wires in the USB Type-C cable. The shield shall be terminated to the plug metal shells. The shield should be physically connected to the plug metal shell as close to 360° as possible, to control EMC.

3.4.1 USB Full-Featured Type-C Cable Assembly

Figure 3-23 shows a USB Full-Featured Type-C standard cable assembly.

Figure 3-23 USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly

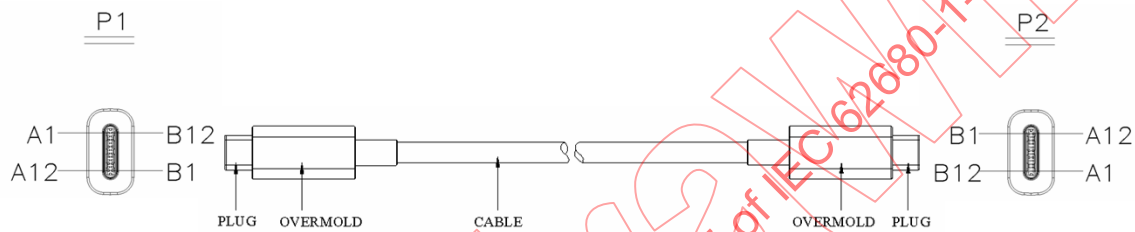


Table 3-10 defines the wire connections for the USB Full-Featured Type-C standard cable assembly.

Table 3-10 USB Full-Featured Type-C Standard Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug #1		Wire		USB Type-C Plug #2	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1 [16]	GND_PWRrt1 [GND_PWRrt2]	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2 [17]	PWR_VBUS1 [PWR_VBUS2]	A4, B4, A9, B9	VBUS
A5	CC	3	CC	A5	CC
B5	VCONN	18	PWR_VCONN (See Section 4.9)	B5	VCONN
A6	Dp1	4	UTP_Dp	A6	Dp1
A7	Dn1	5	UTP_Dn	A7	Dn1
A2	SSTXp1	6	SDPp1	B11	SSRXp1
A3	SSTXn1	7	SDPn1	B10	SSRXn1
B11	SSRXp1	8	SDPp2	A2	SSTXp1
B10	SSRXn1	9	SDPn2	A3	SSTXn1
B2	SSTXp2	10	SDPp3	A11	SSRXp2
B3	SSTXn2	11	SDPn3	A10	SSRXn2
A11	SSRXp2	12	SDPp4	B2	SSTXp2
A10	SSRXn2	13	SDPn4	B3	SSTXn2
A8	SBU1	14	SBU_A	B8	SBU2
B8	SBU2	15	SBU_B	A8	SBU1
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. This table is based on the assumption that coaxial wire construction is used for all SDP's and there are no drain wires. The shields of the coaxial wires are connected to the ground pins. If shielded twisted pair is used, then drain wires are needed and shall be connected to the GND pins.
2. Pin B5 (VCONN) of the USB Type-C plug shall be used in electronically marked versions of this cable. See Section 4.9.
3. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
4. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A 10 nF bypass capacitor (minimum voltage rating of 30 V) is required for the VBUS pin in the full-featured cable at each end of the cable. The bypass capacitor should be placed as close as possible to the power supply pad.
5. All GND pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
6. Shield and GND shall be connected within the USB Type-C plug on both ends of the cable assembly.

3.4.2 USB 2.0 Type-C Cable Assembly

A *USB 2.0* Type-C standard cable assembly has the same form factor shown in Figure 3-23.

Table 3-11 defines the wire connections for the *USB 2.0* Type-C standard cable assembly.

Table 3-11 USB 2.0 Type-C Standard Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug #1		Wire		USB Type-C Plug #2	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	A4, B4, A9, B9	VBUS
A5	CC	3	CC	A5	CC
B5	VCONN	18	PWR_VCONN (See Section 4.9)	B5	VCONN
A6	Dp1	4	UTP_Dp	A6	Dp1
A7	Dn1	5	UTP_Dn	A7	Dn1
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. Pin B5 (VCONN) of the USB Type-C plug shall be used in electronically marked versions of this cable. See Section 4.9.
2. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
3. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A bypass capacitor is not required for the VBUS pin in the *USB 2.0* Type-C cable.
4. All GND pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
5. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).
6. Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C plug on both ends of the cable assembly.

3.4.3 USB Type-C Captive Cable Assemblies

A captive cable assembly is a cable assembly that is terminated on one end with a USB Type-C plug and has a vendor-specific connect means (hardwired or custom detachable) on the opposite end. The cable assembly that is hardwired is not detachable from the device.

The assembly wiring for captive USB Type-C cables follow the same wiring assignments as the standard cable assemblies (see Table 3-10 and Table 3-11) with the exception that the hardwired attachment on the device side substitutes for the USB Type-C Plug #2 end.

The CC wire in a captive cable shall be terminated and behave as appropriate to the function of the product to which it is captive (e.g. host or device).

This specification does not define how the hardwired attachment is physically done on the device side.

3.5 Legacy Cable Assemblies

To enable interoperability between USB Type-C-based products and legacy USB products, the following standard legacy cable assemblies are defined. Only the cables defined within this specification are allowed.

Legacy cable assemblies that source power to a USB Type-C connector (e.g. a USB Type-C to USB Standard-A plug cable assembly and a USB Type-C plug to USB Micro-B receptacle adapter assembly) are required to use the Default USB Type-C Current R_p resistor (56 k Ω). The value of R_p is used to inform the Sink how much current the Source can provide. Since the legacy cable assembly does not comprehend the capability of the Source it is connected to, it is only allowed to advertise Default USB Type-C Current as defined by the *USB 2.0*, *USB 3.1* and *BC 1.2*

specifications. No other R_p values are permitted because these may cause a USB Type-C Sink to overload a legacy power supply.

3.5.1 USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A Cable Assembly

Figure 3-24 shows a USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A cable assembly.

Figure 3-24 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly



Table 3-12 defines the wire connections for the USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A cable assembly.

Table 3-12 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 3.1 Standard-A plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBus1	1	VBUS
A5	CC	See Note 2			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	6	StdA_SSRX+
A3	SSTXn1	6	SDPn1	5	StdA_SSRX-
B11	SSRXp1	8	SDPp2	9	StdA_SSTX+
B10	SSRXn1	9	SDPn2	8	StdA_SSTX-
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. This table is based on the assumption that shielded twisted pair is used for all SDP's and there are drain wires. If coaxial wire construction is used, then no drain wires are present and the shields of the coaxial wires are connected to the ground pins.
2. Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to VBUS through a resistor Rp (56 kΩ ± 5%). See Section 4.5.3.2.2 and Table 4-20 for the functional description and value of Rp.
3. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
4. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A bypass capacitor is required between the VBUS and ground pins in the USB Type-C plug side of the cable. The bypass capacitor shall be 10nF ± 20% in cables which incorporate a USB Standard-A plug. The bypass capacitor shall be placed as close as possible to the power supply pad.
5. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
6. Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 3.1 Standard-A plugs on both ends of the cable assembly.
7. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.2 USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly

Figure 3-25 shows a USB Type-C to USB 2.0 Standard-A cable assembly.

Figure 3-25 USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly

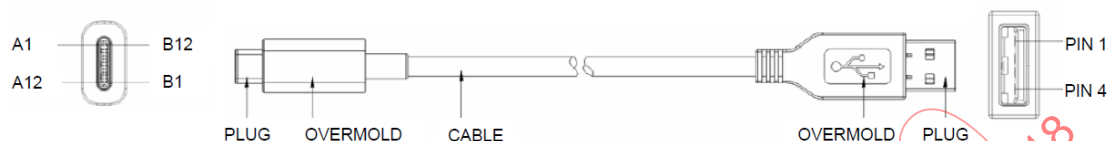


Table 3-13 defines the wire connections for the USB Type-C to USB 2.0 Standard-A cable assembly.

Table 3-13 USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 2.0 Standard-A plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	4	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

- Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to VBUS through a resistor R_p ($56\text{ k}\Omega \pm 5\%$). See Section 4.5.3.2.2 and Table 4-20 for the functional description and value of R_p .
- Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
- All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. Bypass capacitors are not required for the VBUS pins in this cable.
- All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
- Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 2.0 Standard-A plugs on both ends of the cable assembly.
- All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.3 USB Type-C to *USB 3.1* Standard-B Cable Assembly

Figure 3-26 shows a USB Type-C to *USB 3.1* Standard-B cable assembly.

Figure 3-26 USB Type-C to *USB 3.1* Standard-B Cable Assembly

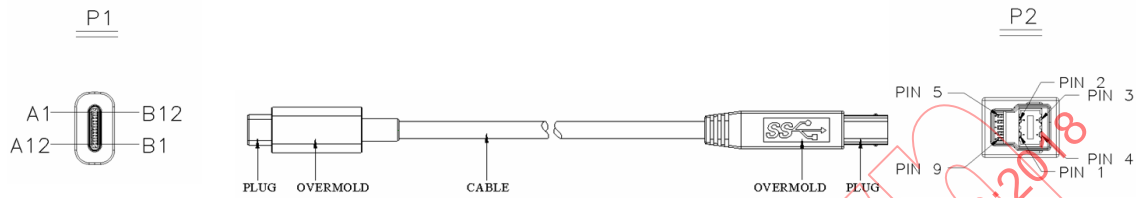


Table 3-14 defines the wire connections for the USB Type-C to *USB 3.1* Standard-B cable assembly.

Table 3-14 USB Type-C to USB 3.1 Standard-B Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 3.1 Standard-B plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBus1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	9	StdB_SSRX+
A3	SSTXn1	6	SDPn1	8	StdB_SSRX-
B11	SSRXp1	8	SDPp2	6	StdB_SSTX+
B10	SSRXn1	9	SDPn2	5	StdB_SSTX-
Shell	Shield	Outer Shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

- Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
- This table is based on the assumption that shielded twisted pair is used for all SDP's and there are drain wires. If coaxial wire construction is used, then no drain wires are present and the shields of the coaxial wires are connected to the ground pins.
- Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
- All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A bypass capacitor is required between the VBUS and ground pins in the USB Type-C plug side of the cable. The bypass capacitor shall be $10\text{nF} \pm 20\%$ in cables which incorporate a USB Standard-B plug. The bypass capacitor shall be placed as close as possible to the power supply pad.
- All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
- Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 3.1 Standard-B plugs on both ends of the cable assembly.
- All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.4 USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B Cable Assembly

Figure 3-27 shows a USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B cable assembly.

Figure 3-27 USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B Cable Assembly

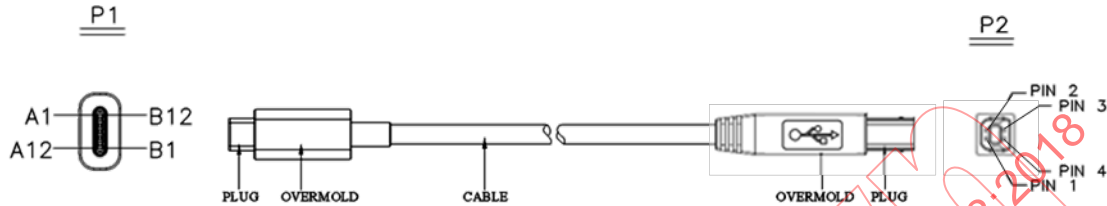


Table 3-15 defines the wire connections for the USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B cable assembly.

Table 3-15 USB Type-C to *USB 2.0* Standard-B Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 2.0 Standard-B plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	4	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

- Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
- Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
- All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. Bypass capacitors are not required for the VBUS pins in this cable.
- All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
- Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and *USB 2.0* Standard-B plugs on both ends of the cable assembly.
- All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.5 USB Type-C to USB 2.0 Mini-B Cable Assembly

Figure 3-28 shows a USB Type-C to USB 2.0 Mini-B cable assembly.

Figure 3-28 USB Type-C to USB 2.0 Mini-B Cable Assembly

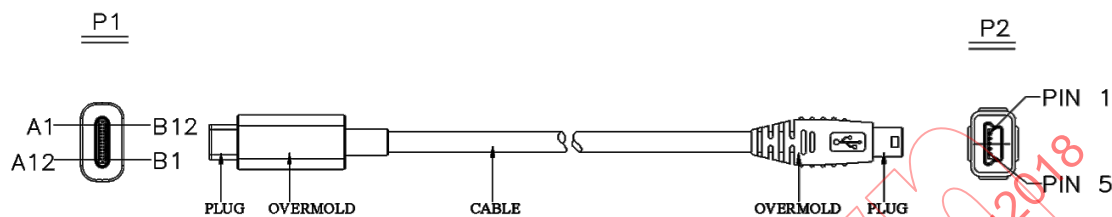


Table 3-16 defines the wire connections for the USB Type-C to USB 2.0 Mini-B cable assembly.

Table 3-16 USB Type-C to USB 2.0 Mini-B Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 2.0 Mini-B plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1		3	D+
A6	Dp1	3	UTP_Dp		
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
				4	ID
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. Pin A5 of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
2. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
3. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. Bypass capacitors are not required for the VBUS pins in this cable.
4. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
5. Pin 4 (ID) of the USB 2.0 Mini-B plug shall be terminated as defined in the applicable specification for the cable type.
6. Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 2.0 Mini-B plugs on both ends of the cable assembly.
7. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.6 USB Type-C to *USB 3.1* Micro-B Cable Assembly

Figure 3-29 shows a USB Type-C to *USB 3.1* Micro-B cable assembly.

Figure 3-29 USB Type-C to *USB 3.1* Micro-B Cable Assembly

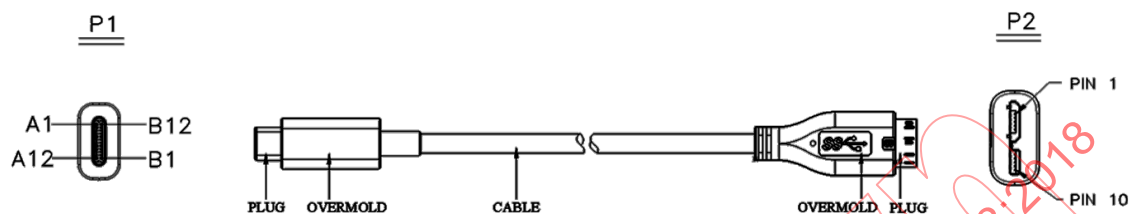


Table 3-17 defines the wire connections for the USB Type-C to *USB 3.1* Micro-B cable assembly.

Table 3-17 USB Type-C to USB 3.1 Micro-B Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 3.1 Micro-B plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	5 8	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBus1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	10	MicB_SSRX+
A3	SSTXn1	6	SDPn1	9	MicB_SSRX-
B11	SSRXp1	8	SDPp2	7	MicB_SSTX+
B10	SSRXn1	9	SDPn2	6	MicB_SSTX-
				4	ID
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
2. This table is based on the assumption that shielded twisted pair is used for all SDP's and there are drain wires. If coaxial wire construction is used, then no drain wires are present and the shields of the coaxial wires are connected to the ground pins.
3. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
4. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A bypass capacitor is required between the VBUS and ground pins in the USB Type-C plug side of the cable. The bypass capacitor shall be $10 \text{ nF} \pm 20\%$ in cables which incorporate a USB Micro-B plug. The bypass capacitor should be placed as close as possible to the power supply pad.
5. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
6. Pin 4 (ID) of the USB 3.1 Micro-B plug shall be terminated as defined in the applicable specification for the cable type.
7. Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 3.1 Micro-B plugs on both ends of the cable assembly.
8. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.5.7 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Cable Assembly

Figure 3-30 shows a USB Type-C to USB 2.0 Micro-B cable assembly.

Figure 3-30 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Cable Assembly

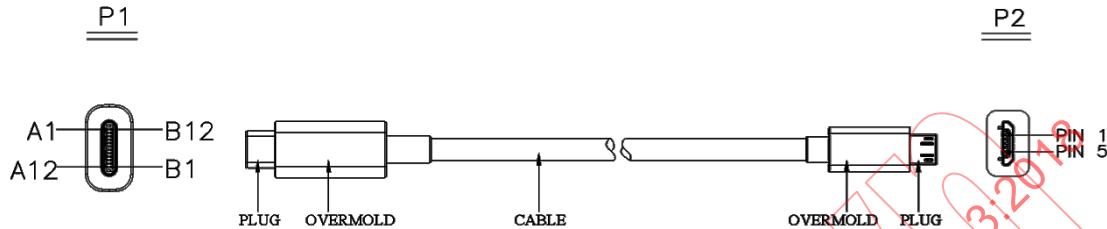


Table 3-18 defines the wire connections for the USB Type-C to USB 2.0 Micro-B cable assembly.

Table 3-18 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Cable Assembly Wiring

USB Type-C Plug		Wire		USB 2.0 Micro-B plug	
Pin	Signal Name	Wire Number	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	See Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
				4	ID
Shell	Shield	Outer shield	Shield	Shell	Shield

Notes:

- Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
- Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
- All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. Bypass capacitors are not required for the VBUS pins in this cable.
- All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
- Pin 4 (ID) of the USB 2.0 Micro-B plug shall be terminated as defined in the applicable specification for the cable type.
- Shield and GND grounds shall be connected within the USB Type-C and USB 2.0 Micro-B plugs on both ends of the cable assembly.
- All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.6 Legacy Adapter Assemblies

To enable interoperability between USB Type-C-based products and legacy USB products, the following standard legacy adapter assemblies are defined. Only the adapter assemblies defined in this specification are allowed.

3.6.1 USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A Receptacle Adapter Assembly

Figure 3-31 shows a USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A receptacle adapter assembly. This cable assembly is defined for direct connect to a USB device (e.g., a thumb drive). System functionality of using this adaptor assembly together with another USB cable assembly is not guaranteed.

Figure 3-31 USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A Receptacle Adapter Assembly

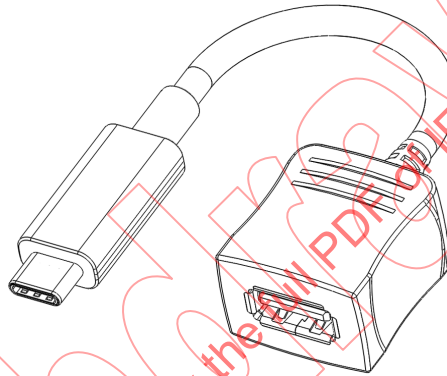


Table 3-19 defines the wire connections for the USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A receptacle adapter assembly.

Table 3-19 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly Wiring

USB Type-C Plug		USB 3.1 Standard-A receptacle	
Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	1	VBUS
A5	CC	See Note 1	
B5	VCONN		
A6	Dp1	3	D+
A7	Dn1	2	D-
A2	SSTXp1	9	StdA_SSTX+
A3	SSTXn1	8	StdA_SSTX-
B11	SSRXp1	6	StdA_SSRX+
B10	SSRXn1	5	StdA_SSRX-
Shell	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to GND through a resistor R_d ($5.1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$). See Section 4.5.3.2.1 and Table 4-21 for the functional description and value of R_d .
2. This table is based on the assumption that shielded twisted pair is used for all SDP's and there are drain wires. If coaxial wire construction is used, then no drain wires are present and the shields of the coaxial wires are connected to the ground pins.
3. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
4. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. A 10 nF bypass capacitor is required for the VBUS pin in the USB Type-C plug end of the cable. The bypass capacitor should be placed as close as possible to the power supply pad. A bypass capacitor is not required for the VBUS pin in the Standard-A receptacle.
5. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
6. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.6.2 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly

Figure 3-32 shows a USB Type-C to USB 2.0 Micro-B receptacle adapter assembly.

Figure 3-32 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly

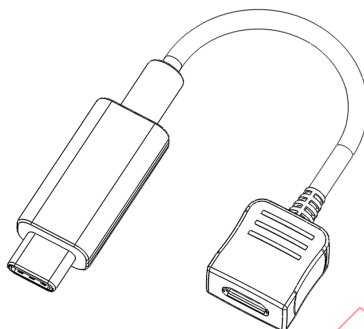


Table 3-20 defines the wire connections for the USB Type-C to USB 2.0 Micro-B receptacle adapter assembly.

Table 3-20 USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly Wiring

USB Type-C Plug		USB 2.0 Micro-B receptacle	
Pin	Signal Name	Pin	Signal Name
A1, B1, A12, B12	GND	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	1	VBUS
A5	CC	See Note 1	
A6	Dp1	3	D+
A7	Dn1	2	D–
		4	ID
Shell	Shield	Shell	Shield

Notes:

1. Pin A5 (CC) of the USB Type-C plug shall be connected to VBUS through a resistor R_p ($56\text{ k}\Omega \pm 5\%$). See Section 4.5.3.2.2 and Table 4-20 for the functional description and value of R_p .
2. Contacts B6 and B7 should not be present in the USB Type-C plug.
3. All VBUS pins shall be connected together within the USB Type-C plug. Bypass capacitors are not required for the VBUS pins at the Micro-B receptacle end of this cable.
4. All Ground return pins shall be connected together within the USB Type-C plug.
5. All USB Type-C plug pins that are not listed in this table shall be open (not connected).

3.7 Electrical Characteristics

This section defines the USB Type-C raw cable, connector, and cable assembly electrical requirements, including signal integrity, shielding effectiveness, and DC requirements. Chapter 4 defines additional requirements regarding functional signal definition, host/device discovery and configuration, and power delivery.

Unless otherwise specified, all measurements are made at a temperature of 15° to 35° C, a relative humidity of 25% to 85%, and an atmospheric pressure of 86 to 106 kPa and all S-parameters are normalized with an 85 Ω differential impedance.

3.7.1 Raw Cable (Informative)

Informative raw cable electrical performance targets are provided to help cable assembly manufacturers manage the procurement of raw cable. These targets are not part of the USB Type-C compliance requirements. The normative requirement is that the cable assembly meets the performance characteristics specified in Sections 3.7.2, 3.7.4, and 3.7.4.3.

The differential characteristic impedance for shielded differential pairs is recommended to be 90 $\Omega \pm 5 \Omega$. The single-ended characteristic impedance of coaxial wires is recommended to be 45 $\Omega \pm 3 \Omega$. The impedance should be evaluated using a 200 ps (10%-90%) rise time; a faster rise time is not necessary for raw cable since it will make cable test fixture discontinuities more prominent.

3.7.1.1 Intra-Pair Skew (Informative)

The intra-pair skew for a differential pair is recommended to be less than 10 ps/m. It should be measured with a Time Domain Transmission (TDT) in a differential mode using a 200 ps (10%-90%) rise time with a crossing at 50% of the input voltage.

3.7.1.2 Differential Insertion Loss (Informative)

Cable loss depends on wire gauges, plating and dielectric materials. Table 3-21 and Table 3-22 show examples of differential insertion losses.

Table 3-21 Differential Insertion Loss Examples for USB SuperSpeed with Twisted Pair Construction

Frequency	34AWG	32AWG	30AWG	28AWG
0.625 GHz	-1.8 dB/m	-1.4 dB/m	-1.2 dB/m	-1.0 dB/m
1.25 GHz	-2.5 dB/m	-2.0 dB/m	-1.7 dB/m	-1.4 dB/m
2.50 GHz	-3.7 dB/m	-2.9 dB/m	-2.5 dB/m	-2.1 dB/m
5.00 GHz	-5.5 dB/m	-4.5 dB/m	-3.9 dB/m	-3.1 dB/m
7.50 GHz	-7.0 dB/m	-5.9 dB/m	-5.0 dB/m	-4.1 dB/m
10.00 GHz	-8.4 dB/m	-7.2 dB/m	-6.1 dB/m	-4.8 dB/m
12.50 GHz	-9.5 dB/m	-8.2 dB/m	-7.3 dB/m	-5.5 dB/m
15.00 GHz	-11.0 dB/m	-9.5 dB/m	-8.7 dB/m	-6.5 dB/m

Table 3-22 Differential Insertion Loss Examples for USB SuperSpeed with Coaxial Construction

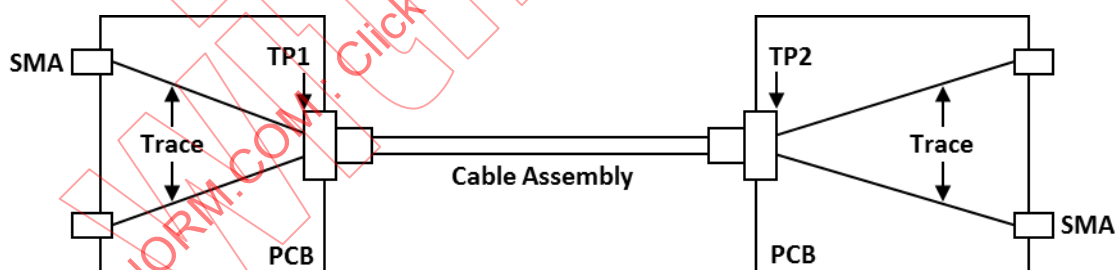
Frequency	34AWG	32AWG	30AWG	28AWG
0.625 GHz	–1.8 dB/m	–1.5 dB/m	–1.2 dB/m	–1.0 dB/m
1.25 GHz	–2.8 dB/m	–2.2 dB/m	–1.8 dB/m	–1.3 dB/m
2.50 GHz	–4.2 dB/m	–3.4 dB/m	–2.7 dB/m	–1.9 dB/m
5.00 GHz	–6.1 dB/m	–4.9 dB/m	–4.0 dB/m	–3.1 dB/m
7.50 GHz	–7.6 dB/m	–6.5 dB/m	–5.2 dB/m	–4.2 dB/m
10.0 GHz	–8.8 dB/m	–7.6 dB/m	–6.1 dB/m	–4.9 dB/m
12.5 GHz	–9.9 dB/m	–8.6 dB/m	–7.1 dB/m	–5.7 dB/m
15.0 GHz	–12.1 dB/m	–10.9 dB/m	–9.0 dB/m	–6.5 dB/m

3.7.2 USB Type-C to Type-C Passive Cable Assemblies (Normative)

A USB Type-C to Type-C cable assembly shall be tested using a test fixture with the receptacle tongue fabricated in the test fixture. This is illustrated in Figure 3-33. The USB Type-C receptacles are not present in the test fixture. Hosts and devices should account for the additional signal degradation the receptacle introduces.

The requirements are for the entire signal path of the cable assembly mated with the fixture PCB tongues, not including lead-in PCB traces. As illustrated in Figure 3-33, the measurement is between TP1 (test point 1) and TP2 (test point 2). Refer to documentation located at Cable Assembly and Connector Test Requirements page on the USB-IF website for a detailed description of a standardized test fixture.

Figure 3-33 Illustration of Test Points for a Mated Cable Assembly



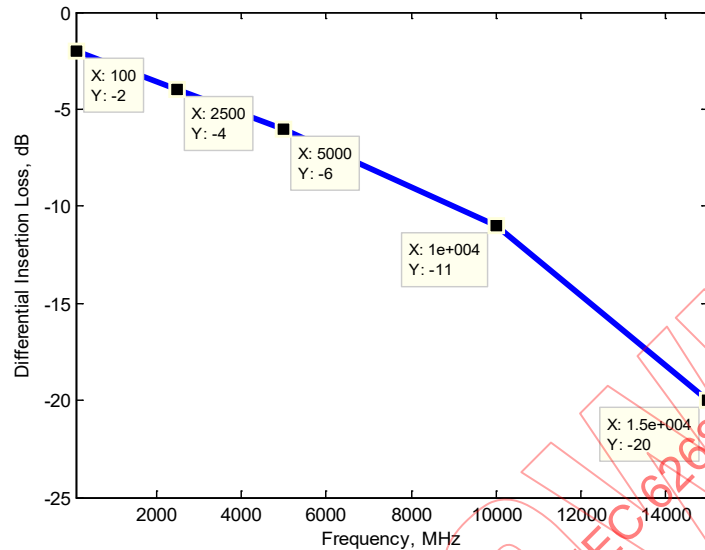
The cable assembly requirements are divided into informative and normative requirements. The informative requirements are provided as design targets for cable assembly manufacturers. The normative requirements are the pass/failure criteria for cable assembly compliance.

3.7.2.1 Recommended USB SuperSpeed Passive Cable Assembly Characteristics

3.7.2.1.1 Differential Insertion Loss (Informative)

Figure 3-34 shows the differential insertion loss limit for a *USB 3.1 Gen 2* Type-C cable assembly, which is defined by the following vertices: (100 MHz, –2 dB), (2.5 GHz, –4 dB), (5.0 GHz, –6 dB), (10 GHz, –11 dB) and (15 GHz, –20 dB).

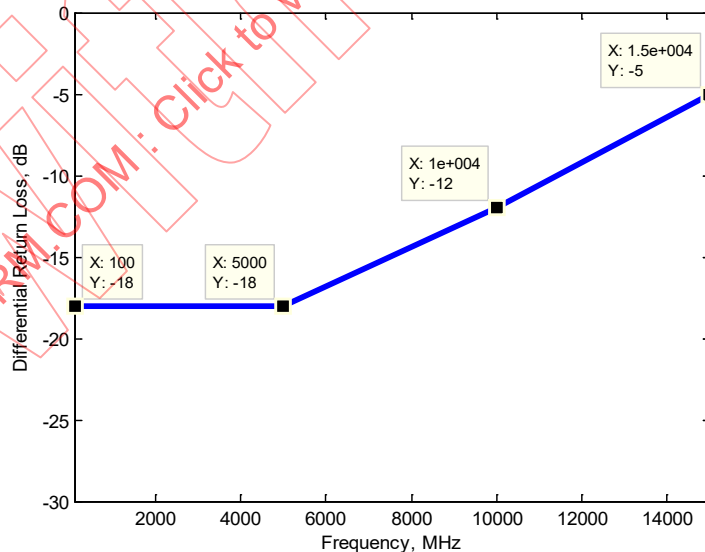
Figure 3-34 Recommended Differential Insertion Loss Requirement



3.7.2.1.2 Differential Return Loss (Informative)

Figure 3-35 shows the differential return loss limit, which is defined by the following points: (100 MHz, -18 dB), (5 GHz, -18 dB), (10 GHz, -12 dB), and (15 GHz, -5 dB).

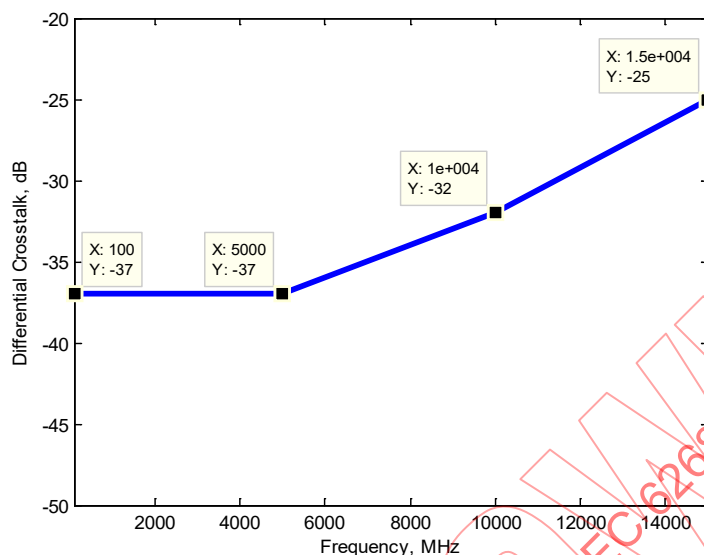
Figure 3-35 Recommended Differential Return Loss Requirement



3.7.2.1.3 Differential Near-End and Far-End Crosstalk between SuperSpeed Pairs (Informative)

Both the near-end crosstalk (DDNEXT) and far-end crosstalk (DDFEXT) are specified, as shown in Figure 3-36. The DDNEXT/DDFEXT limits are defined by the following vertices: (100 MHz, -37 dB), (5 GHz, -37 dB), (10 GHz, -32 dB), and (15 GHz, -25 dB).

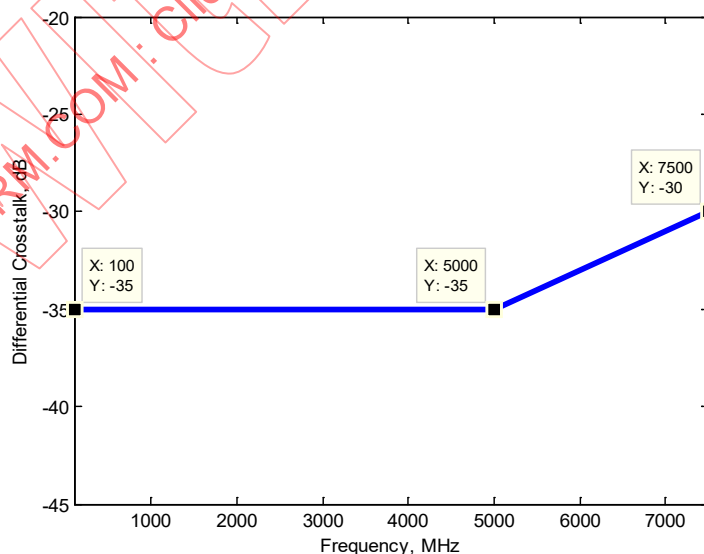
Figure 3-36 Recommended Differential Crosstalk Requirement



3.7.2.1.4 Differential Crosstalk between USB D+/D- and USB SuperSpeed Pairs (Informative)

The differential near-end and far-end crosstalk between the USB D+/D- pair and the USB SuperSpeed pairs should be managed not to exceed the limits shown in Figure 3-37. The limits are defined by the following points: (100 MHz, -35 dB), (5 GHz, -35 dB), and (7.5 GHz, -30 dB).

Figure 3-37 Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Requirement between USB D+/D- Pair and USB SuperSpeed Pair



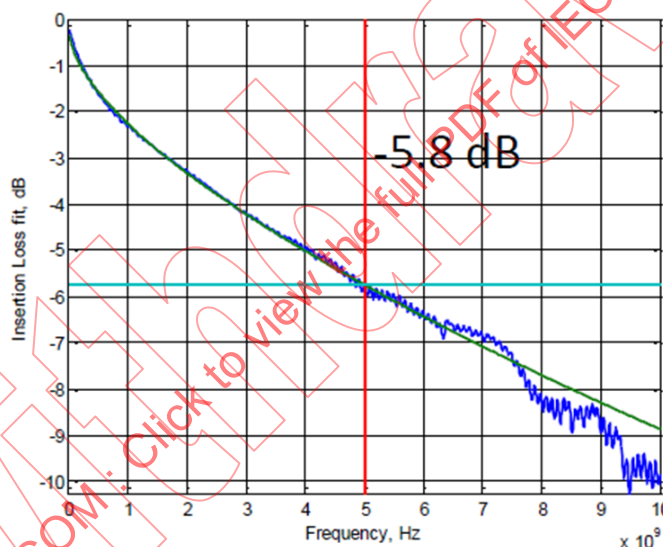
3.7.2.2 Normative SuperSpeed Passive Cable Assembly Requirements

The integrated parameters are used for cable assembly compliance (except for insertion loss and differential-to-common-mode conversion) to avoid potential rejection of a functioning cable assembly that may fail the traditional S-parameters spec at a few frequencies.

3.7.2.2.1 Insertion Loss Fit at Nyquist Frequencies (Normative)

The insertion loss fit at Nyquist frequency measures the attenuation of the cable assembly. To obtain the insertion loss fit at Nyquist frequency, the measured cable assembly differential insertion loss is fitted with a smooth function. A standard fitting algorithm and tool shall be used to extract the insertion loss fit at Nyquist frequencies. Refer to documentation located at Cable Assembly and Connector Test Requirements page on the USB-IF website for a more detailed description about insertion loss fit. Figure 3-38 illustrates an example of a measured cable assembly insertion loss fitted with a smooth function; the insertion loss fit at the Nyquist frequency of USB SuperSpeed Gen 2 (5.0 GHz) is -5.8 dB.

Figure 3-38 Illustration of Insertion Loss Fit at Nyquist Frequency



The insertion loss fit at Nyquist frequency (ILfitatNq) shall meet the following requirements:

- ≥ -4 dB at 2.5 GHz,
- ≥ -6 dB at 5 GHz, and
- ≥ -11 dB at 10 GHz.

2.5 GHz, 5.0 GHz and 10 GHz are the Nyquist frequencies for USB SuperSpeed Gen 1, USB SuperSpeed Gen 2, and a possible future 20 Gbps USB data rate, respectively.

The USB SuperSpeed Gen 1-only Type-C to Type-C cable assembly is allowed by this specification and shall comply with the following insertion loss fit at Nyquist frequency requirements:

- ≥ -7.0 dB at 2.5 GHz, and

- > -12 dB at 5 GHz.

This insertion fit at Nyquist frequency allows the USB SuperSpeed Gen 1-only Type-C to Type-C cable assembly to achieve an overall length of approximately 2 meters.

3.7.2.2.2 Integrated Multi-reflection (Normative)

The insertion loss deviation, ILD, is defined as

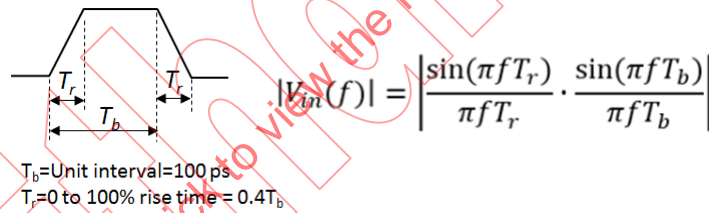
$$ILD(f) = IL(f) - IL_{fit}(f)$$

It measures the ripple of the insertion loss, caused by multiple reflections inside the cable assembly (mated with the fixture). The integration of $ILD(f)$ is called the integrated multi-reflection (IMR):

$$IMR = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |ILD(f)|^2 |Vin(f)|^2 df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

where $f_{max} = 12.5$ GHz and $Vin(f)$ is the input trapezoidal pulse spectrum, defined in Figure 3-39.

Figure 3-39 Input Pulse Spectrum

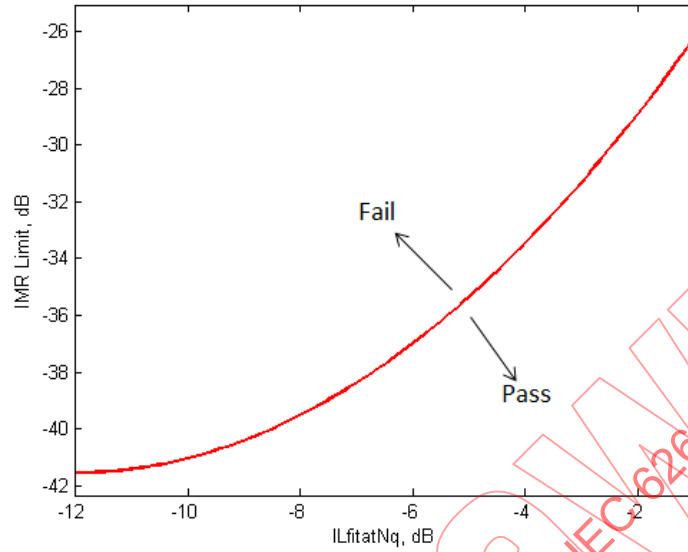


IMR has dependency on $IL_{fitatNq}$. More IMR may be tolerated when $IL_{fitatNq}$ decreases. The IMR limit is specified as a function of $IL_{fitatNq}$:

$$IMR \leq 0.126 \cdot IL_{fitatNq}^2 + 3.024 \cdot IL_{fitatNq} - 23.392.$$

This is plotted in Figure 3-40.

Figure 3-40 IMR Limit as Function of ILfitatNq



3.7.2.2.3 Integrated Crosstalk between SuperSpeed Pairs (Normative)

The integrated crosstalk between all USB SuperSpeed pairs is calculated with the following equations:

$$INEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (|Vin(f)|^2 (|NEXT(f)|^2 + 0.125^2 \cdot |C2D(f)|^2) + |Vdd(f)|^2 |NEXTd(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

$$IFEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (|Vin(f)|^2 (|FEXT(f)|^2 + 0.125^2 \cdot |C2D(f)|^2) + |Vdd(f)|^2 |FEXTd(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

where $NEXT(f)$, $FEXT(f)$, and $C2D(f)$ are the measured near-end and far-end crosstalk between USB SuperSpeed pairs, and the common-mode-to-differential conversion, respectively. The factor of 0.125^2 accounts for the assumption that the common mode amplitude is 12.5% of the differential amplitude. $NEXTd(f)$ and $FEXTd(f)$ are, respectively, the near-end and far-end crosstalk from the D+/D- pair to SuperSpeed pairs. $Vdd(f)$ is the input pulse spectrum evaluated using the equation in Figure 3-39 with $T_b=2.08$ ns.

The integration shall be done for each NEXT and FEXT between all differential pairs. The largest values of INEXT and IFEXT shall meet the following requirements:

- $INEXT \leq -40$ dB to 12.5GHz, for TX1 to RX1, TX2 to RX2, TX1 to RX2, TX2 to RX1, TX1 to TX2, and RX1 to RX2,
- $IFEXT \leq -40$ dB to 12.5GHz, for TX1 to RX1, TX2 to RX2, TX1 to RX2, TX2 to RX1, TX1 to TX2, and RX1 to RX2.

The port-to-port crosstalk (TX1 to RX2, TX2 to RX1, TX1 to TX2, and RX1 to RX2) is specified to support the usages in which all the four SuperSpeed pairs transmit or receive signals simultaneously, for example in an Alternate Mode.

Crosstalk from the USB SuperSpeed pairs to USB 2.0 D+/D- shall be controlled to ensure the robustness of the USB 2.0 link. Since USB Type-C to Type-C Full-Featured cable assemblies may support the usage of USB SuperSpeed or an alternate mode (e.g., DisplayPort), the crosstalk from the four high speed differential pairs to D+/D- may be from near-end crosstalk, far-end crosstalk, or a combination of the two. The integrated crosstalk to D+/D- is calculated with the following equations:

$$IDDXT\_1NEXT + FEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 (|NEXT1(f)|^2 + |FEXT(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

where:

NEXT = Near-end crosstalk from USB SuperSpeed TX pair to D+/D-

FEXT = Far-end crosstalk from USB SuperSpeed RX pair to D+/D-

fmax = 1.2 GHz

$$IDDXT\_2NEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 (|NEXT1(f)|^2 + |NEXT2(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

where:

NEXT1 = Near-end crosstalk from USB SuperSpeed TX pair to D+/D-

NEXT2 = Near-end crosstalk from USB SuperSpeed RX (the RX functioning in TX mode) pair to D+/D-

fmax = 1.2 GHz

The integration shall be done for *NEXT* + *FEXT* and *2NEXT* on D+/D- from the two differential pairs located at A2, A3, B10 and B11 (see Figure 2-2) and for *NEXT* + *FEXT* and *2NEXT* on D+/D- from the two differential pairs located at B2, B3 A10 and A11 (see Figure 2-2). Measurements are made in two sets to minimize the number of ports required for each measurement. The integrated differential crosstalk on D+/D- shall meet the following requirements:

- $IDDXT\_1NEXT + FEXT \leq -34.5 \text{ dB}$,
- $IDDXT\_2NEXT \leq -33 \text{ dB}$.

3.7.2.2.4 Integrated Return Loss (Normative)

The integrated return loss (IRL) manages the reflection between the cable assembly and the rest of the system (host and device). It is defined as:

$$IRL = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 |SDD21(f)|^2 (|SDD11(f)|^2 + |SDD22(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

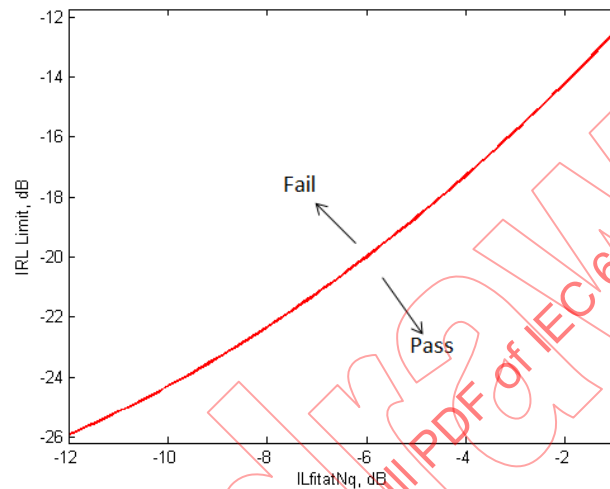
where *SDD21(f)* is the measured cable assembly differential insertion loss, *SDD11(f)* and *SDD22(f)* are the measured cable assembly return losses on the left and right sides, respectively, of a differential pair.

The IRL also has a strong dependency on $IL_{fitatNq}$, and its limit is specified as a function of $IL_{fitatNq}$:

$$IRL \leq 0.046 \cdot IL_{fitatNq}^2 + 1.812 \cdot IL_{fitatNq} - 10.784.$$

It is shown in Figure 3-41.

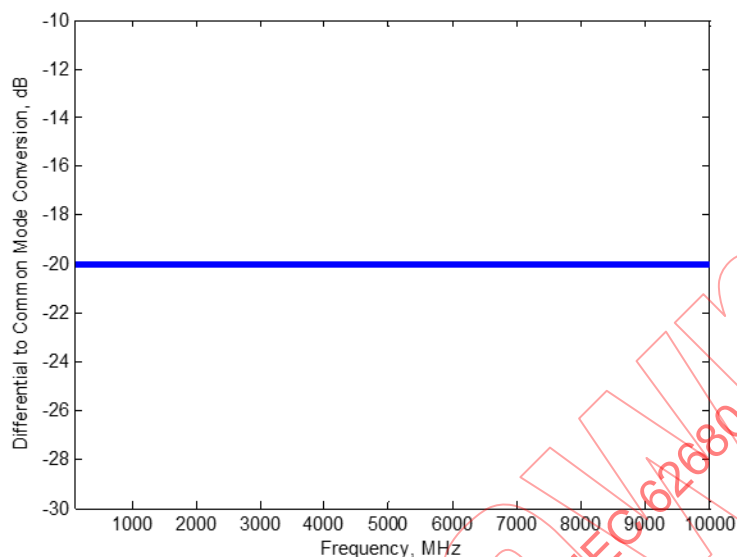
Figure 3-41 IRL Limit as Function of $IL_{fitatNq}$



3.7.2.2.5 Differential-to-Common-Mode Conversion (Normative)

The differential-to-common-mode conversion is specified to control the injection of common mode noise from the cable assembly into the host or device. Figure 3-42 illustrates the differential-to-common mode conversion (SCD12/SCD21) requirement. A mated cable assembly passes if its SCD12/SCD21 is less than or equal to -20 dB from 100 MHz to 10 GHz.

Figure 3-42 Differential-to-Common-Mode Conversion Requirement



3.7.2.3 Low-Speed Signal Requirements (Normative)

This section specifies the electrical requirements for CC and SBU wires and the coupling among CC, USB D+/D–, VBUS and SBU.

The CC and SBU wires may be unshielded or shielded, and shall have the properties specified in Table 3-23.

Table 3-23 Electrical Requirements for CC and SBU wires

Name	Description	Min	Max	Units
zCable_CC	Cable characteristic impedance on the CC wire	32	93	Ω
rCable_CC	Cable DC resistance on the CC wire		15	Ω
tCableDelay_CC	Cable propagation delay on the CC wire		26	ns
cCablePlug_CC	Capacitance for each cable plug on the CC wire		25	pF
zCable_SBU	Cable characteristic impedance on the SBU wires	32	53	Ω
tCableDelay_SBU	Cable propagation delay on the SBU wires		26	ns
rCable_SBU	DC resistance of SBU wires in the cable		5	Ω
SBU SE Insertion Loss	Cable SBU single-ended insertion loss		2.0 @ 0.5 MHz 4.0 @ 1 MHz 9.0 @ 10 MHz 10.7 @ 25 MHz 11.9 @ 50 MHz 13.0 @ 100 MHz	dB

Coupling or crosstalk, both near-end and far-end, among the low speed signals shall be controlled. Table 3-24 shows the matrix of couplings specified.

Table 3-24 Coupling Matrix for Low Speed Signals

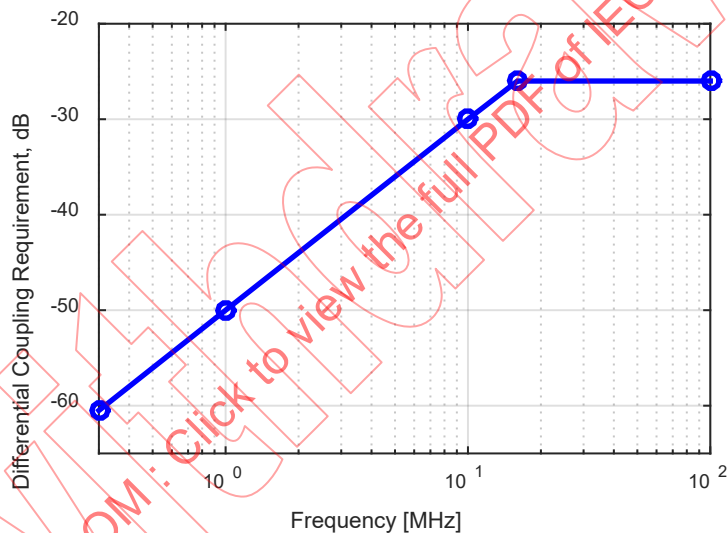
Coupling Matrix	D- (SE)	D+/D- (DF)	VBus	SBU_B/SBU_A (SE)
CC	FF, CT	FF, CT	FF, CT	FF
D+/D- (DF)	N/A	N/A	FF, CT	FF
SBU_A/SBU_B	N/A	FF	FF	FF

DF: Differential; FF: Full-featured cable; CT: Charge-through cable (including USB 2.0 function).

3.7.2.3.1 CC to USB D+/D- (Normative)

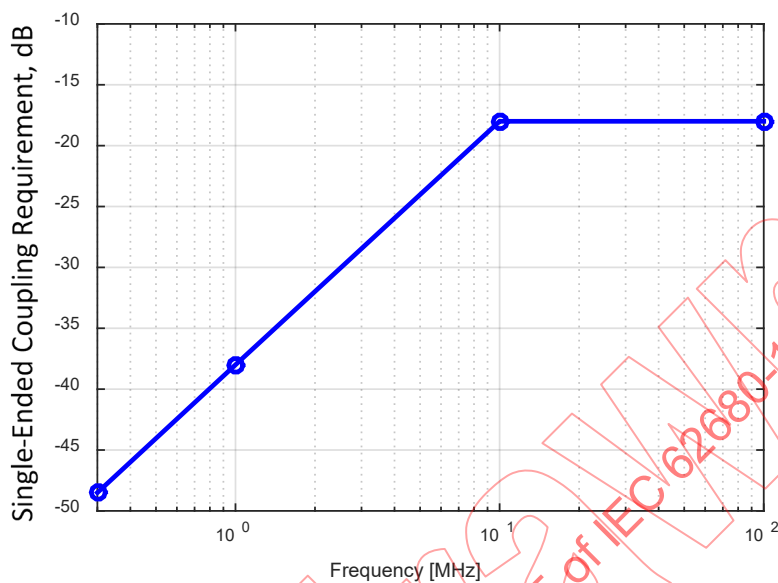
The differential coupling between the CC and D+/D- shall be below the limit shown in Figure 3-43. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, -60.5 dB), (1 MHz, -50 dB), (10 MHz, -30 dB), (16 MHz, -26 dB) and (100 MHz, -26 dB).

Figure 3-43 Requirement for Differential Coupling between CC and D+/D-



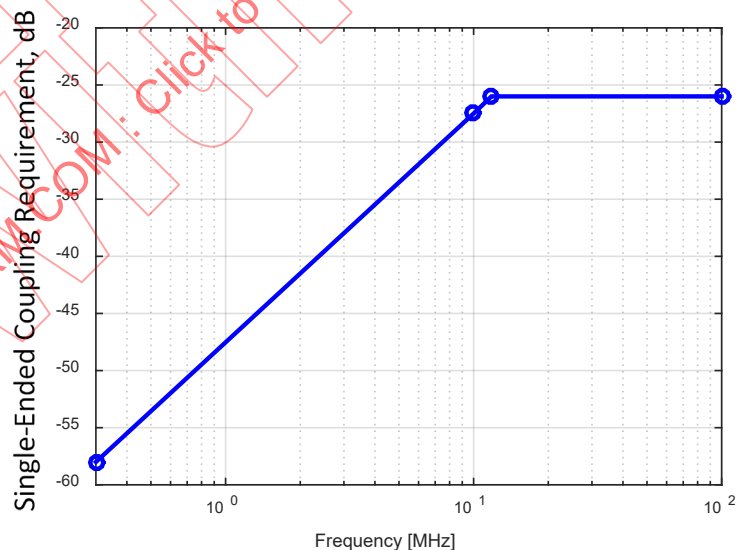
For USB 2.0 Type-C cables, the singled-ended coupling between the CC and D- shall be below the limit shown in Figure 3-44. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, -48.5 dB), (1 MHz, -38 dB), (10 MHz, -18 dB) and (100 MHz, -18 dB).

Figure 3-44 Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D– in USB 2.0 Type-C Cables



For USB Full-Featured Type-C cables, the singled-ended coupling between the CC and D– shall be below the limit shown in Figure 3-45. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, –8 dB), (10 MHz, –27.5 dB), (11.8 MHz, –26 dB) and (100 MHz, –26 dB).

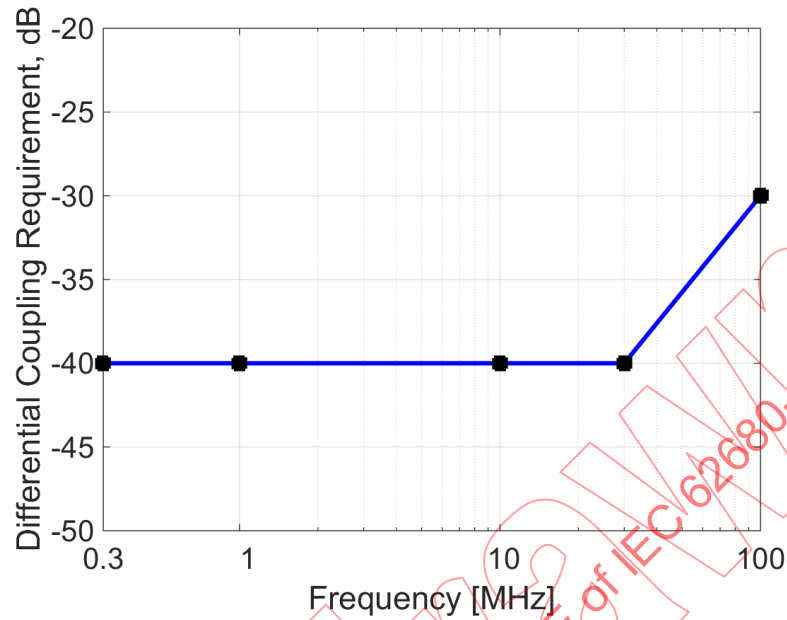
Figure 3-45 Requirement for Single-Ended Coupling between CC and D– in USB Full-Featured Type-C Cables



3.7.2.3.2 VBUS Coupling to SBU_A/SBU_B, CC, and USB D+/D– (Normative)

The differential coupling between VBUS and USB D+/D– shall be less than the limit shown in Figure 3-46. The limit is defined by the following vertices: (0.3 MHz, –40 dB), (1 MHz, –40 dB), (30 MHz, –40 dB), and (100 MHz, –30 dB).

Figure 3-46 Requirement for Differential Coupling between VBUS and D+/D–



The maximum VBUS loop inductance shall be 900 nH and the maximum mutual inductance (M) between VBUS and low speed signal lines (CC, SBU_A, SBU_B, D+, D–) shall be as specified in Table 3-25 to limit VBUS inductive noise coupling on low speed signal lines. For full-featured cables, the range of VBUS bypass capacitance shall be 8nF up to 500nF as any of the values in the range is equally effective for high-speed return-path bypassing.

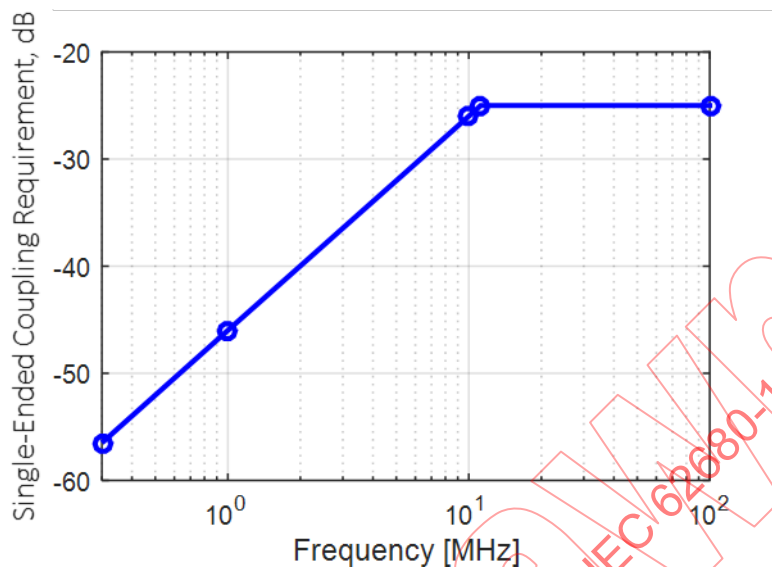
Table 3-25 Maximum Mutual Inductance (M) between VBUS and Low Speed Signal Lines

Low Speed Wire	Max Mutual Inductance (nH)
CC	350
SBU_A, SBU_B	330
D+, D–	330

3.7.2.3.3 Coupling between SBU_A and SBU_B (Normative)

The single-ended coupling between SBU_A and SBU_B shall be less than the limit shown in Figure 3-47. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, –56.5 dB), (1 MHz, –46 dB), (10 MHz, –26 dB), (11.2 MHz, –25 dB), and (100 MHz, –25 dB).

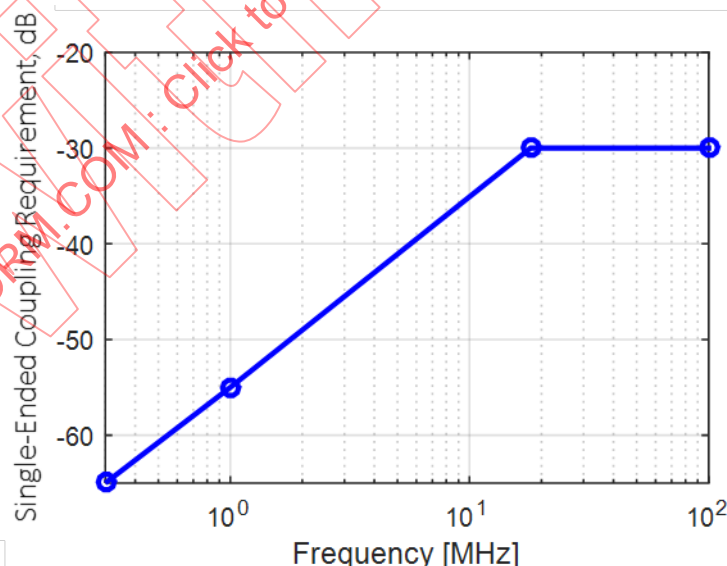
Figure 3-47 Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A and SBU_B



3.7.2.3.4 Coupling between SBU_A/SBU_B and CC (Normative)

The single-ended coupling between SBU_A and CC, and between SBU_B and CC shall be less than the limit shown in Figure 3-48. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, -65 dB), (1 MHz, -55 dB), (18 MHz, -30 dB), and (100 MHz, -30 dB).

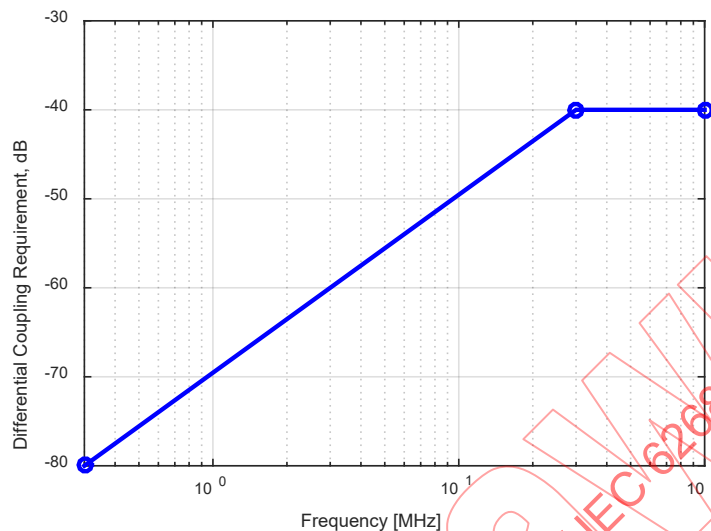
Figure 3-48 Requirement for Single-Ended Coupling between SBU_A/SBU_B and CC



3.7.2.3.5 Coupling between SBU_A/SBU_B and USB D+/D- (Normative)

The coupling between SBU_A and differential D+/D-, and between SBU_B and differential D+/D- shall be less than the limit shown in Figure 3-49. The limit is defined with the vertices of (0.3 MHz, -80 dB), (30 MHz, -40 dB), and (100 MHz, -40 dB).

Figure 3-49 Requirement for Coupling between SBU_A and differential D+/D–, and SBU_B and differential D+/D–



3.7.2.4 USB D+/D– Signal Requirements (Normative)

The USB D+/D– lines of the USB Type-C to USB Type-C passive cable assembly shall meet the requirements defined in Table 3-26.

Table 3-26 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to USB Type-C Passive Cable Assemblies

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Impedance	EIA 364-108 This test ensures that the D+/D– lines of the cable assembly have the proper impedance. For the entire cable assembly.	75 ohms min and 105 ohms max. 400 ps rise time (20%-80%).
Propagation Delay	EIA 364-103 The purpose of the test is to verify the end-to-end propagation of the D+/D– lines of the cable assembly.	26 ns max. 400 ps rise time (20%-80%).
Intra-pair Skew	EIA 364 – 103 This test ensures that the signal on both the D+ and D– lines of cable assembly arrive at the receiver at the same time.	100 ps max. 400 ps rise time (20%-80%).
D+/D– Pair Attenuation	EIA 364 – 101 This test ensures the D+/D– pair of a cable assembly is able to provide adequate signal strength to the receiver in order to maintain a low error rate.	≥ –1.02 dB @ 50 MHz ≥ –1.43 dB @ 100 MHz ≥ –2.40 dB @ 200 MHz ≥ –4.35 dB @ 400 MHz
D+ or D– DC Resistance	This test ensures the D+/D– has the proper DC resistance range in order to predict the EOP level and set the USB 2.0 disconnect level.	3.5 ohms max.

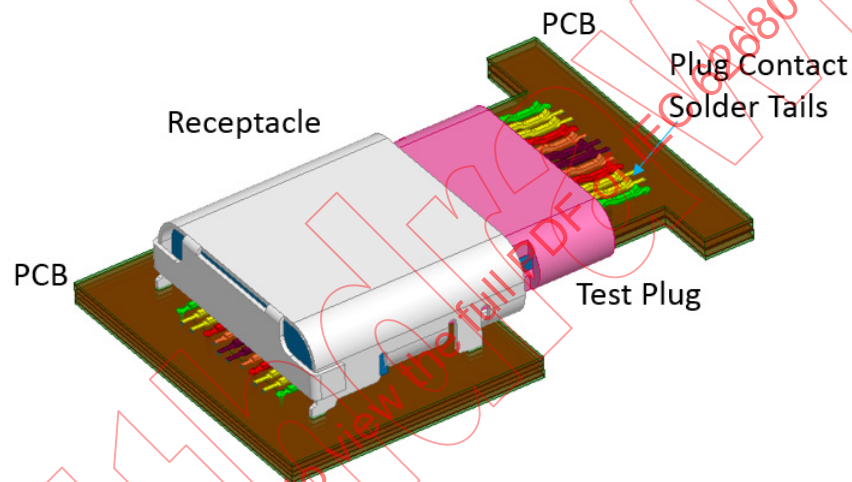
3.7.2.5 VBUS DC Voltage Tolerance (Normative)

A USB Type-C to USB Type-C cable assembly shall tolerate a VBUS voltage of 21 V DC at the cable rated current (i.e. 3 A or 5 A) applied for one hour as a pre-condition of the testing of the electrical aspects of the cable assembly.

3.7.3 Mated Connector (Informative)

The mated connector as defined in this specification for USB Type-C consists of a receptacle mounted on a PCB, representing how the receptacle is used in a product, and a test plug also mounted on a PCB (paddle card) without cable. This is illustrated in Figure 3-50. Note that the test plug is used in host/device TX/RX testing also.

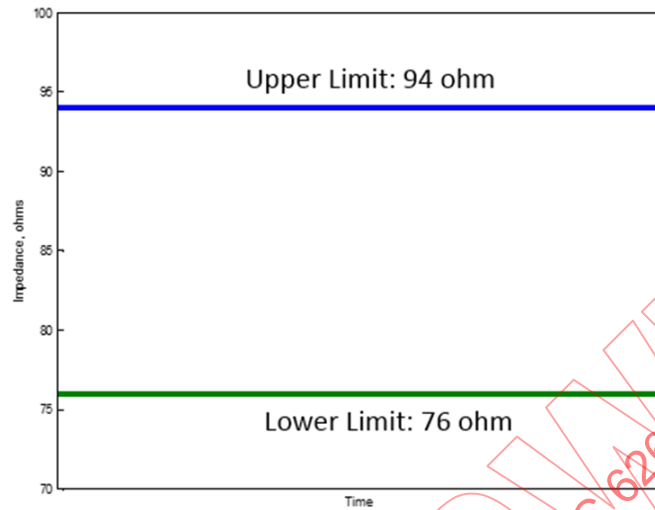
Figure 3-50 Illustration of USB Type-C Mated Connector



3.7.3.1 Differential Impedance (Informative)

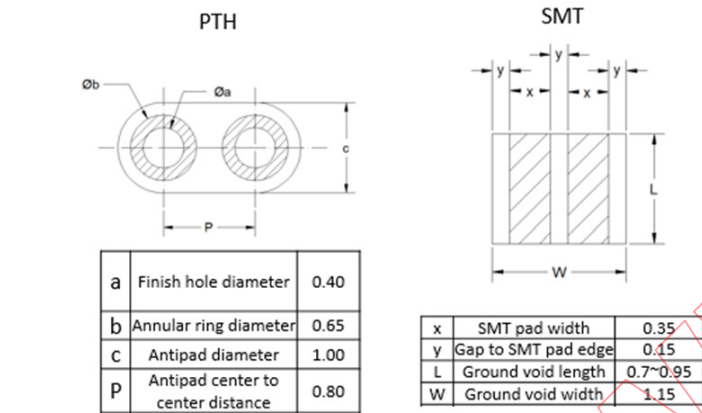
The mated connector impedance target is specified to minimize reflection from the connector. The differential impedance of a mated connector should be within $85\ \Omega \pm 9\ \Omega$, as seen from a 40 ps (20% – 80%) rise time. The impedance profile of a mated connector should fall within the limits shown in Figure 3-51.

Figure 3-51 Recommended Impedance Limits of a USB Type-C Mated Connector

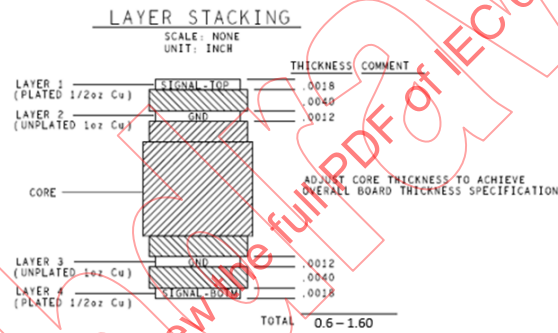


The PCB stack up, lead geometry, and solder pad geometry should be modeled in 3D field-solver to optimize electrical performance. Example ground voids under signal pads are shown in Figure 3-52 based on pad geometry, mounting type, and PCB stack-up shown.

Figure 3-52 Recommended Ground Void Dimensions for USB Type-C Receptacle



Unit: mm



3.7.3.2 Mated Connector Recommended Differential S-Parameter and Signal Integrity Characteristics (Informative)

The recommended signal integrity characteristics of USB Type-C mated connector pair are listed in Table 3-27.

Table 3-27 USB Type-C Mated Connector Recommended Signal Integrity Characteristics (Informative)

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Insertion Loss Fit at Nyquist Frequencies (ILfitatNq)	ILfitatNq is evaluated at both the SuperSpeed Gen 1, Gen 2 and future 20 Gbps generation Nyquist frequencies.	≥ -0.6 dB @ 2.5 GHz ≥ -0.8 dB at 5.0 GHz ≥ -1.0 dB @ 10 GHz
Integrated Differential Multi-reflection (IMR)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$	≤ -40 dB
Integrated Differential Near-end Crosstalk on SuperSpeed (INEXT)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEXT(f) ^2 + 0.125^2 \cdot C2D(f) ^2) df + \int_0^{f_{max}} Vdd(f) ^2 NEXTd(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$ where: NEXT = NEXT between SuperSpeed pairs NEXTd = NEXT between D+/D- and SuperSpeed pairs	≤ -44 dB
Integrated Differential Far-end Crosstalk on SuperSpeed (IFEXT)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (FEXT(f) ^2 + 0.125^2 \cdot C2D(f) ^2) df + \int_0^{f_{max}} Vdd(f) ^2 FEXTd(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$ where: FEXT = NEXT between SuperSpeed pairs FEXTd = NEXT between D+/D- and SuperSpeed pairs	≤ -44 dB
Differential Crosstalk on D+/D-	The differential near-end and far-end crosstalk between the D+/D- pair and the SuperSpeed pairs in mated connectors.	See Figure 3-53
Integrated Return Loss (IRL)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$	≤ -18 dB
Differential to Common Mode Conversion (SCD12 and SCD21)	The differential to common mode conversion is specified to control the injection of common mode noise from the cable assembly into the host or device. Frequency range: 100 MHz ~ 10.0 GHz	See Figure 3-54

Note: f_{max} = 12.5 GHz (unless otherwise specified);

$Vin(f)$ is defined in Figure 3-39 with T_b (UI) = 100 ps;

$Vdd(f)$ is also defined in Figure 3-39 with T_b (UI) = 2.08 ns.

$C2D(f)$ = measured near-end and far-end crosstalk between USB SuperSpeed pairs, and the common-mode-to-differential conversion, respectively. The factor of 0.125² accounts for the assumption that the common mode amplitude is 12.5% of the differential amplitude

Figure 3-53 Recommended Differential Near-End and Far-End Crosstalk Limits between D+/D- Pair and SuperSpeed Pairs

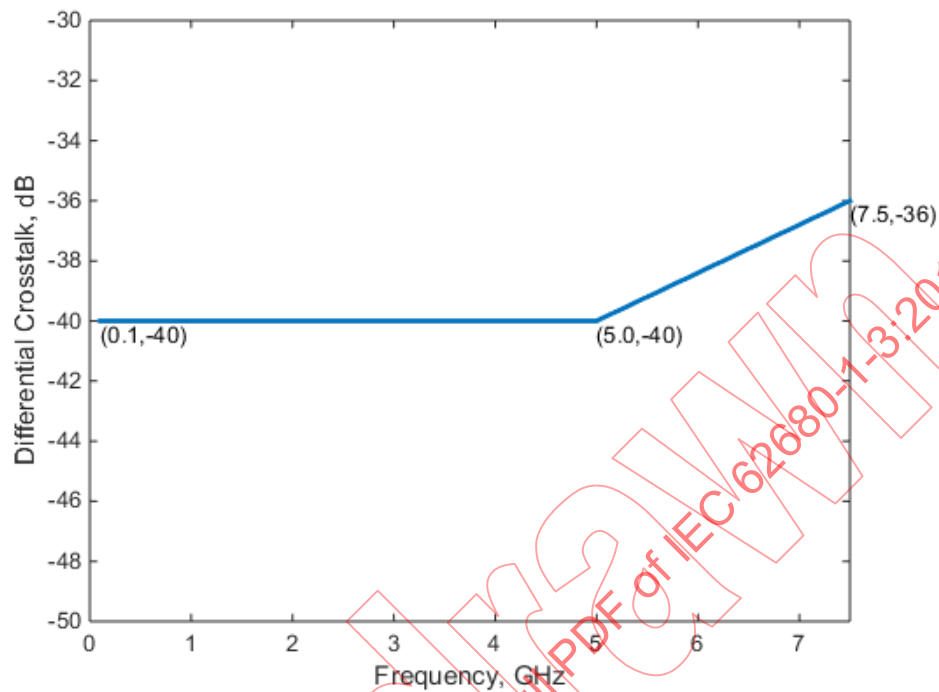
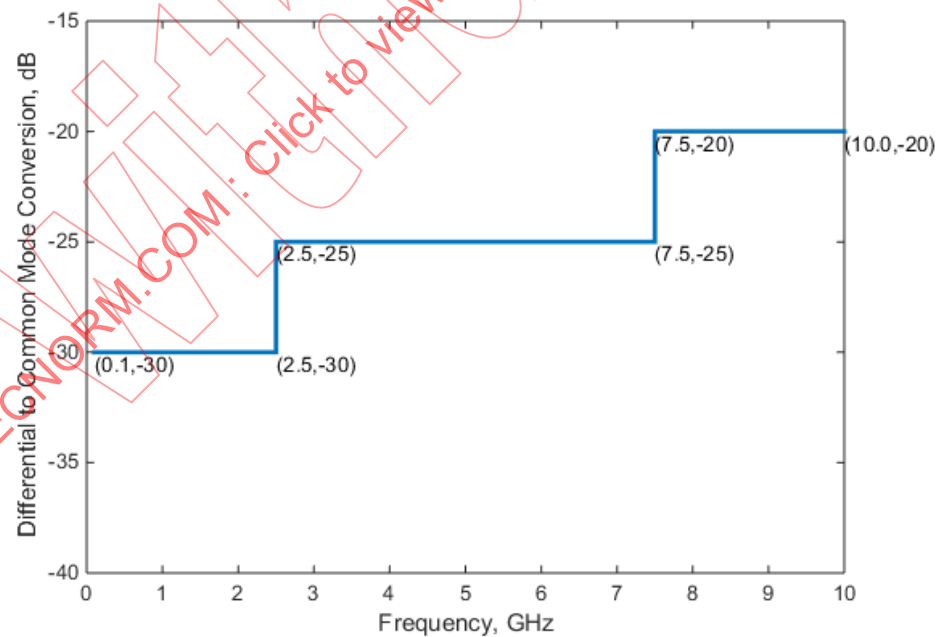


Figure 3-54 Recommended Limits for Differential-to-Common-Mode Conversion



3.7.4 USB Type-C to Legacy Cable Assemblies (Normative)

The USB Type-C to legacy cable assemblies may support *USB 2.0* only or *USB 3.1 Gen 2*; *USB 3.1 Gen 1*-only Type-C to legacy cable assemblies are not allowed.

3.7.4.1 USB 2.0-only Cable Assemblies (Normative)

The *USB 2.0*-only Type-C to legacy USB cable assemblies include:

- USB Type-C plug to *USB 2.0* Standard-A plug
- USB Type-C plug to *USB 2.0* Standard-B plug
- USB Type-C plug to *USB 2.0* Micro-B plug
- USB Type-C plug to *USB 2.0* Mini-B plug

The USB D+/D– signal integrity requirements are specified in Table 3-28.

Table 3-28 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Cable Assemblies

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Impedance	EIA 364-108 This test ensures that the D+/D– lines of the cable assembly have the proper impedance. For the entire cable assembly.	75 ohms min and 105 ohms max. 400 ps rise time (20%-80%).
Propagation Delay	EIA 364-103 The purpose of the test is to verify the end-to-end propagation of the D+/D– lines of the cable assembly.	10 ns max for USB Type-C to Micro-B cable assembly; 20 ns max for all other USB Type-C to legacy USB cable assemblies. 400 ps rise time (20%-80%).
Intra-pair Skew	EIA 364 – 103 This test ensures that the signal on both the D+ and D– lines of cable assembly arrive at the receiver at the same time.	100 ps max. 400 ps rise time (20%-80%).
D+/D– Pair Attenuation	EIA 364 – 101 This test ensures the D+/D– pair of a cable assembly is able to provide adequate signal strength to the receiver in order to maintain a low error rate.	≥ –1.02 dB @ 50 MHz ≥ –1.43 dB @ 100 MHz ≥ –2.40 dB @ 200 MHz ≥ –4.35 dB @ 400 MHz
D+ or D– DC Resistance	This test ensures the D+/D– has the proper DC resistance range in order to predict the EOP level and set the <i>USB 2.0</i> disconnect level.	3.5 ohms max.

3.7.4.2 USB 3.1 Gen 2 Cable Assemblies (Normative)

The USB Type-C to *USB 3.1* Gen 2 legacy cable assemblies include:

- USB Type-C plug to *USB 3.1* Standard-A plug
- USB Type-C plug to *USB 3.1* Standard-B plug
- USB Type-C plug to *USB 3.1* Micro-B plug

The informative design targets for these cables are provided in Table 3-29.

Table 3-29 Design Targets for USB Type-C to USB 3.1 Gen 2 Legacy Cable Assemblies (Informative)

Items	Design Targets
Differential Impedance	76 ohms min and 96 ohms max. 40 ps rise time (20%-80%).
Differential Insertion Loss	≥ -2 dB @ 100 MHz ≥ -4 dB @ 2.5 GHz, except for the USB Type-C plug to USB 3.1 Standard-A plug cable assembly which is ≥ -3.5 dB @ 2.5 GHz -6.0 dB max @ 5.0 GHz
Differential NEXT between SuperSpeed Pairs	≤ -34 dB to 5 GHz
Differential NEXT and FEXT between D+/D- and SuperSpeed Pairs	≤ -30 dB to 5 GHz

The normative requirements include the USB D+/D- signaling as specified in Table 3-28, and the USB SuperSpeed parameters specified in Table 3-30.

Table 3-30 USB Type-C to USB 3.1 Gen 2 Legacy Cable Assembly Signal Integrity Requirements (Normative)

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Insertion Loss Fit at Nyquist Frequencies (ILfitatNq)	ILfitatNq is evaluated at both the SuperSpeed Gen 1 and Gen 2 Nyquist frequencies.	≥ -4 dB @ 2.5 GHz, except for the USB Type-C plug to USB 3.1 Standard-A plug cable assembly which is ≥ -3.5 dB @ 2.5 GHz ≥ -6.0 dB at 5.0 GHz
Integrated Differential Multi-reflection (IMR)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	$\leq 0.126 \cdot ILfitatNq^2 + 3.024 \cdot ILfitatNq - 21.392$ See Figure 3-55.
Integrated Differential Crosstalk on SuperSpeed (ISSXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (Vin(f) ^2 NEXTs(f) ^2 + Vdd(f) ^2 NEXTd(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ where: NEXTs = NEXT between SuperSpeed pairs NEXTd = NEXT between D+/D- and SuperSpeed pairs Vdd(f) = Input pulse spectrum on D+/D- pair, evaluated using equation shown in Figure 3-39 with Tb (UI) = 2.08 ns.	≤ -38 dB

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Integrated Differential Crosstalk on D+/D- (IDDXT)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEXT(f) ^2 + FEXT(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$ where: <i>NEXT</i> = Near-end crosstalk from SuperSpeed to D+/D- <i>FEXT</i> = Far-end crosstalk from SuperSpeed to D+/D- <i>fmax</i> = 1.2 GHz	≤ -28.5 dB
Integrated Return Loss (IRL)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$	$\leq 0.046 \cdot IL_{fitatNq}^2 + 1.812 \cdot IL_{fitatNq} - 9.784$ See Figure 3-56.
Differential to Common Mode Conversion (SCD12 and SCD21)	The differential to common mode conversion is specified to control the injection of common mode noise from the cable assembly into the host or device. Frequency range: 100 MHz ~ 10.0 GHz	≤ -20 dB

Note: *fmax* = 10 GHz (unless otherwise specified); *Vin(f)* is defined in Figure 3-39 with *Tb* (UI) = 100 ps; and *Vdd(f)* is also defined in Figure 3-39 with *Tb* (UI) = 2.08 ns.

Figure 3-55 IMR Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly

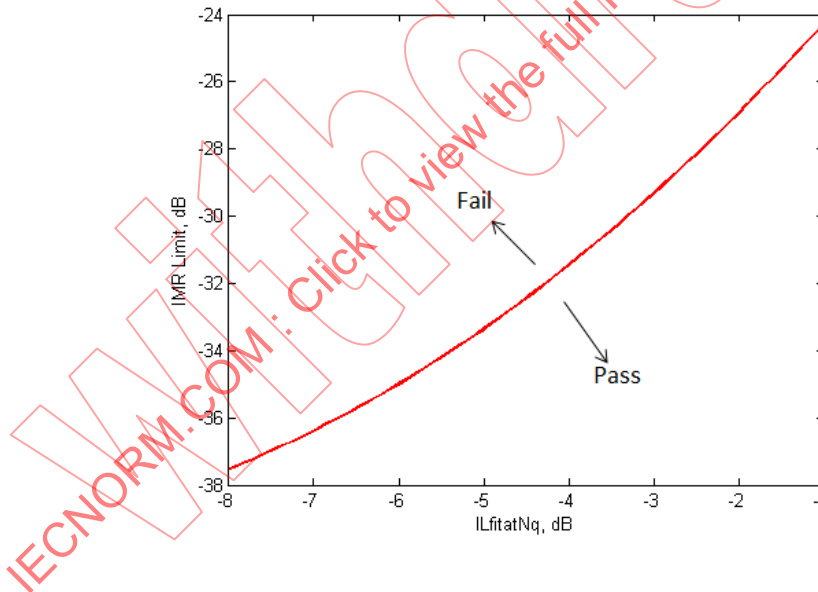
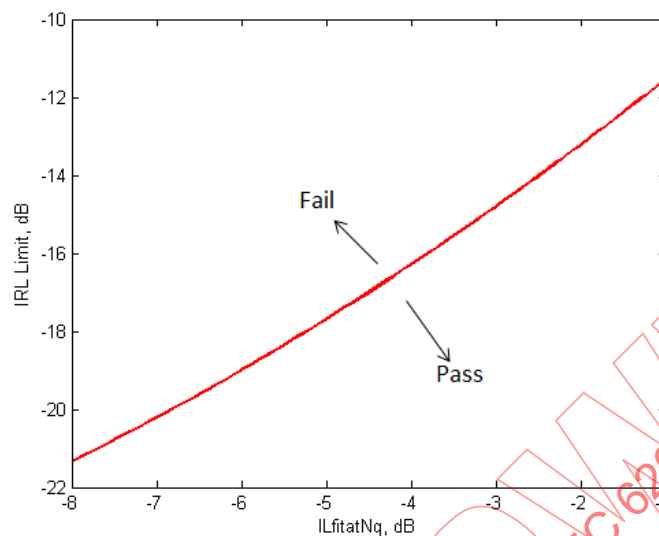


Figure 3-56 IRL Limit as Function of ILfitatNq for USB Type-C to Legacy Cable Assembly



3.7.4.3 Compliant USB Legacy Plugs used in USB Type-C to Legacy Cable Assemblies

The following requirements are incremental to the existing requirements for legacy connectors when used in compliant USB Type-C to legacy cable assemblies.

3.7.4.3.1 Contact Material Requirements for USB Type-C to USB Micro-B Assemblies

For USB Type-C to USB Micro-B assemblies, change the contact material in the USB Micro-B connector to achieve the following Low Level Contact Resistance (EIA 364-23B):

- 20 milliohms (Max) initial for VBUS and GND contacts,
- Maximum change (delta) of +10 milliohms after environmental stresses.

3.7.4.3.2 Contact Current Ratings for USB Standard-A, USB Standard-B and USB Micro-B Connector Mated Pairs (EIA 364-70, Method 2)

When a current of 3 A is applied to the VBUS pin and its corresponding GND pin (i.e., pins 1 and 4 in a USB Standard-A or USB Standard-B connector or pins 1 and 5 in a USB Micro-B connector), the delta temperature shall not exceed +30° C at any point on the connectors under test, when measured at an ambient temperature of 25° C.

3.7.5 USB Type-C to USB Legacy Adapter Assemblies (Normative)

Only the following standard legacy adapter assemblies are defined:

- USB 2.0 Type-C plug to USB 2.0 Micro-B receptacle
- USB Full-Featured Type-C plug to USB 3.1 Standard-A receptacle

3.7.5.1 USB 2.0 Type-C Plug to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly (Normative)

This adapter assembly supports only the USB 2.0 signaling. It shall not exceed 150 mm total length, measured from end to end. Table 3-31 defines the electrical requirements.

Table 3-31 USB D+/D– Signal Integrity Requirements for USB Type-C to Legacy USB Adapter Assemblies (Normative)

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Impedance	EIA 364-108 This test ensures that the D+/D– lines of the adapter assembly have the proper impedance. For the entire adaptor assembly.	75 ohms min and 105 ohms max. 400 ps rise time (20%-80%).
Intra-pair Skew	EIA 364 – 103 This test ensures that the signal on both the D+ and D– lines of adapter assembly arrive at the receiver at the same time.	20 ps max. 400 ps rise time (20%-80%).
Differential Insertion Loss	EIA 364 – 101 This test ensures the D+/D– pair of an adapter assembly can provide adequate signal strength to the receiver.	–0.7 dB max @ 400 MHz
D+ or D– DC Resistance	This test ensures the D+/D– has the proper DC resistance range in order to predict the EOP level and set the USB 2.0 disconnect level.	2.5 ohms max.

3.7.5.2 USB Full-Featured Type-C Plug to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly (Normative)

The USB Full-Featured Type-C plug to USB 3.1 Standard-A receptacle adapter assembly is intended to be used with a direct-attach device (e.g., USB thumb drive). A system is not guaranteed to function when using an adapter assembly together with a Standard USB cable assembly.

To minimize the impact of the adapter assembly to system signal integrity, the adapter assembly should meet the informative design targets in Table 3-32.

Table 3-32 Design Targets for USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Adapter Assemblies (Informative)

Items	Design Targets
Differential Return Loss	≤ –15 dB to 5 GHz Normalized with 85 ohms.
Differential Insertion Loss	≥ –2.4 dB to 2.5 GHz, ≥ –3.5 dB to 5 GHz
Differential NEXT between SuperSpeed Pairs	≤ –40 dB to 2.5 GHz ≤ –34 dB at 5 GHz
Differential NEXT and FEXT between D+/D– and SuperSpeed Pairs	≤ –30 dB to 2.5 GHz

The normative requirements for the adapter assembly are defined in Table 3-31 and Table 3-33. The adapter assembly total length is limited to 150 mm max.

Table 3-33 USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly Signal Integrity Requirements (Normative)

Items	Descriptions and Procedures	Requirements
Differential Insertion Loss Fit at Nyquist Frequency (ILfitatNq)	ILfitatNq is evaluated at the SuperSpeed Gen 1 Nyquist frequency.	≥ -2.4 dB at 2.5 GHz ≥ -3.5 dB at 5 GHz
Integrated Differential Multi-reflection (IMR)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	≤ -38 dB, Tb = 200 ps ≤ -27 dB, Tb = 100 ps
Integrated Differential Crosstalk on SuperSpeed (ISSXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (Vin(f) ^2 NEXTs(f) ^2 + Vdd(f) ^2 NEXTd(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ where: NEXTs = NEXT between SuperSpeed pairs NEXTd = NEXT between D+/D- and SuperSpeed pairs Vdd(f) = Input pulse spectrum on D+/D- pair, evaluated using equation shown in Figure 3-39 with Tb (UI) = 2.08 ns.	≤ -37 dB
Integrated Differential Crosstalk on D+/D- (IDDXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEXT(f) ^2 + FEXT(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ where: NEXT = Near-end crosstalk from SuperSpeed to D+/D- FEXT = Far-end crosstalk from SuperSpeed to D+/D- f_{max} = 1.2 GHz	≤ -30 dB
Integrated Return Loss (IRL)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	≤ -14.5 dB, Tb = 200 ps ≤ -12.0 dB, Tb = 100 ps
Diff to Comm mode	Differential to Common Mode conversion (SCD12, SCD21)	≤ -15 dB

Note: f_{max} = 7.5 GHz; Vin(f) is defined in Figure 3-39 with Tb (UI) = 200 ps; and Vdd(f) is also specified in Figure 3-39 with Tb (UI) = 2.08 ns.

3.7.5.3 Compliant USB Legacy Receptacles used in USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies

3.7.5.3.1 Contact Material Requirements

Refer to Section 3.7.4.3.1 for contact material requirements as these apply to legacy USB Standard-A and USB Micro-B receptacles used in USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies.

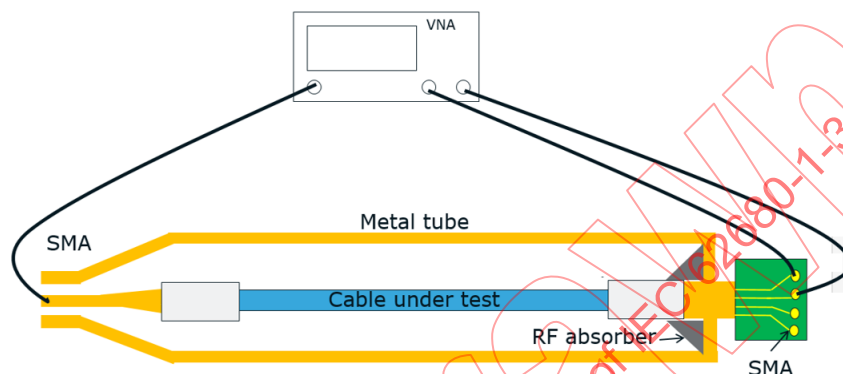
3.7.5.3.2 Contact Current Ratings

Refer to Section 3.7.4.3.2 for contact current rating requirements as these apply to legacy USB Standard-A and USB Micro-B receptacles used in USB Type-C to Legacy Adapter Assemblies.

3.7.6 Shielding Effectiveness Requirements (Normative)

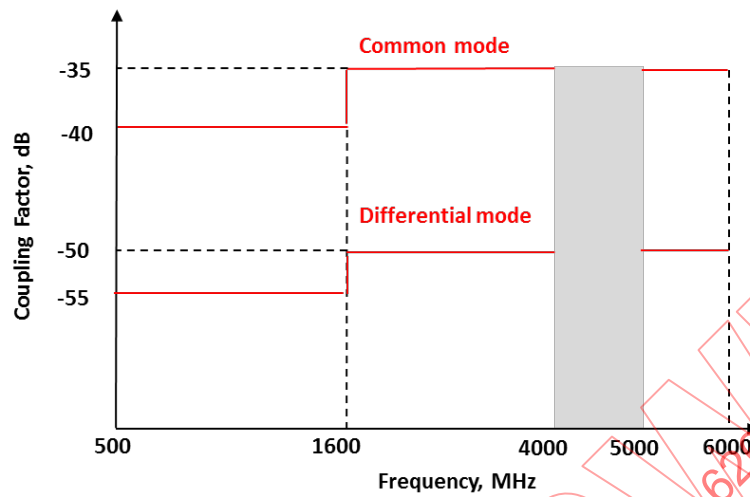
The cable assembly shielding effectiveness (SE) test measures the EMI and RFI levels from the cable assembly. To perform the measurement, the cable assembly shall be installed in the cable SE test fixture as shown in Figure 3-57. The coupling factors from the cable to the fixture are characterized with a VNA.

Figure 3-57 Cable Assembly Shielding Effectiveness Testing

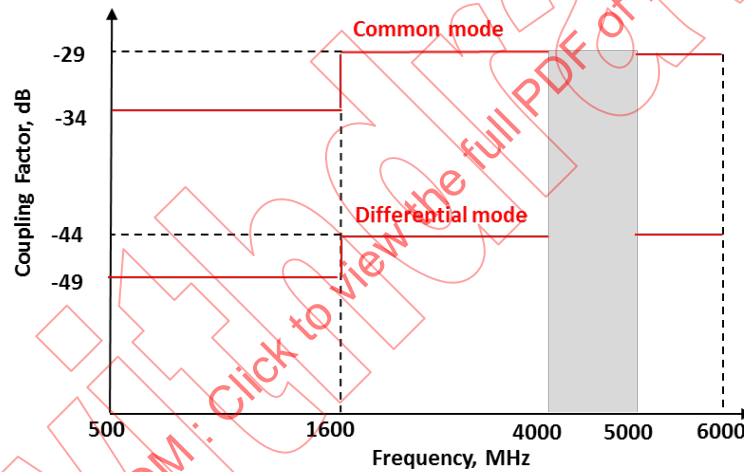


All USB Type-C cable assemblies shall pass the shielding effectiveness test for compliance. Figure 3-58 shows the pass/fail criteria for (a) USB Type-C to USB Type-C cable assemblies, (b) USB Type-C to legacy USB cable assemblies, and (c) the USB Type-C to *USB 3.1* Standard-A Receptacle Adapter assembly. Note that the shielding effectiveness for the frequency band from 4 GHz to 5 GHz is not specified since there is no antenna operating in this frequency range.

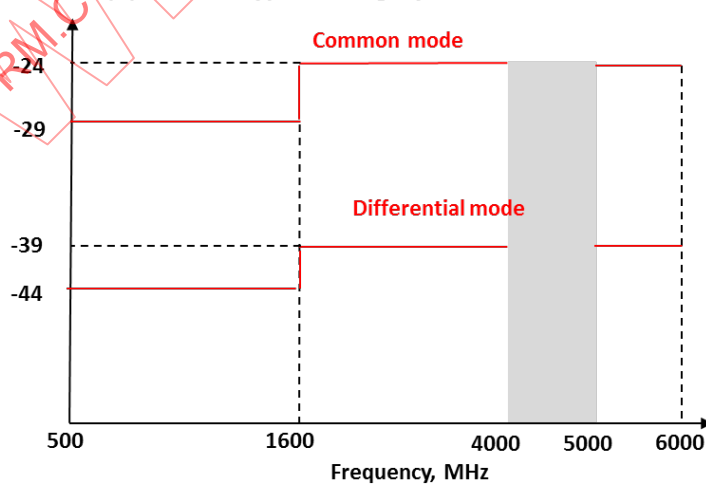
Figure 3-58 Shielding Effectiveness Pass/Fail Criteria



(a) For USB Type-C to USB Type-C Cable Assemblies



(b) For USB Type-C to legacy USB Cable Assemblies



(c) For USB Type-C to USB3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly

3.7.7 DC Electrical Requirements (Normative)

Unless otherwise stated, the tests in this section are performed on mated connector pairs.

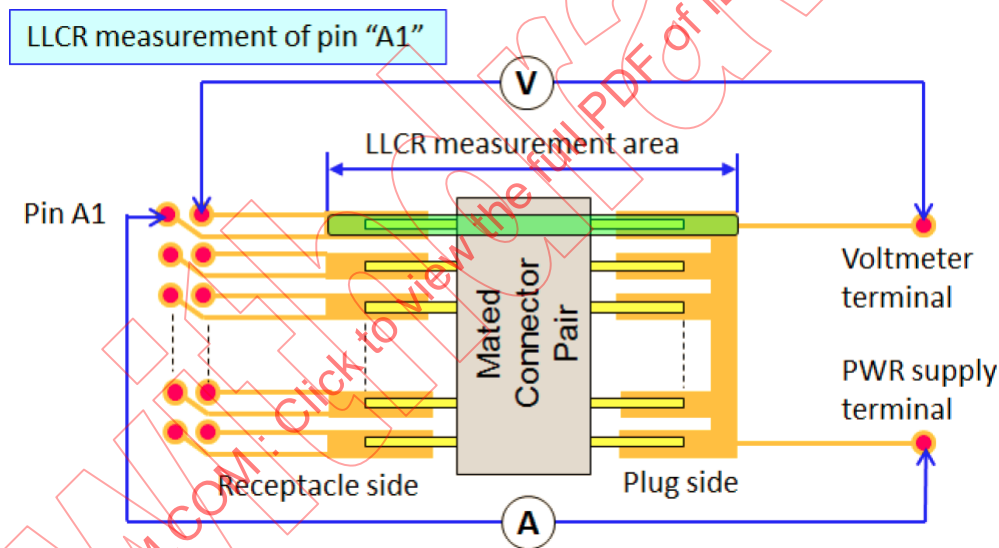
3.7.7.1 Low Level Contact Resistance (EIA 364-23B)

The low level contact resistance (LLCR) measurement is made across the plug and receptacle mated contacts and does not include any internal paddle cards or substrates of the plug or receptacle. See Figure 3-59. The following apply to the power and signal contacts:

- 40 mΩ (Max) initial for VBUS, GND and all other contacts.
- 50 mΩ (Max) after environmental stresses.
- Measure at 20 mV (Max) open circuit at 100 mA.

Refer to Section 3.8 for environmental requirements and test sequences.

Figure 3-59 LLCR Measurement Diagram



3.7.7.2 Dielectric Strength (EIA 364-20)

No breakdown shall occur when 100 Volts AC (RMS) is applied between adjacent contacts of unmated and mated connectors.

3.7.7.3 Insulation Resistance (EIA 364-21)

A minimum of 100 MΩ insulation resistance is required between adjacent contacts of unmated and mated connectors.

3.7.7.4 Contact Current Rating

The current rating testing for the USB Type-C connector (plug and receptacle) shall be conducted per the following set up and procedures:

- A current of 5 A shall be applied collectively to VBUS pins (i.e., pins A4, A9, B4, and B9) and 1.25 A shall be applied to the VCONN pin (i.e., B5) as applicable, terminated through the corresponding GND pins (i.e., pins A1, A12, B1, and B12). A minimum current of 0.25 A shall also be applied individually to all the other contacts, as applicable. When current is applied to the contacts, the temperature of the connector pair shall be allowed to stabilize. The temperature rise of the outside shell surface of the mated pair above the VBUS and GND contacts shall not exceed 30 °C above the ambient temperature. Figure 3-60 provides an illustration of the measurement location.
- The measurement shall be done in still air.
- The connectors shall be oriented such that the accessible outer shell surface is on top and horizontal to the ground.
- The plug and receptacle may require modification to access solder tails or cable attachment points.
- Either thermocouple or thermo-imaging (preferred) method may be used for temperature measurement
- For certification, the connector manufacturer shall provide the receptacle and plug samples under test mounted on a current rating test PCB with no copper planes. A cable plug may use short wires to attach the cable attachment points together rather than using a current rating test PCB.
 - The current rating test PCBs shall be of a 2-layer construction. If 2-layer construction is not possible due to the solder tail configuration, VBUS and ground traces shall be located on the outer layers with the inner layers reserved for signal traces, as required; VCONN traces may be routed either on internal or external layers. Table 3-34 defines the requirements for the test PCB thickness and traces. The trace length applies to each PCB (receptacle PCB and plug PCB) and is from the contact terminal to the current source tie point. Figure 3-61 provides an informative partial trace illustration of the current rating test PCB.
 - If short wires are used instead of a current rating test PCB, the wire length shall not exceed 70 mm, measured from the plug contact solder point to the other end of the wire. There shall be no paddle card or overmold included in the test set-up. Each plug solder tail shall be attached with a wire with the wire gauge of AWG 36 for signals, AWG 32 for power (VBUS and VCONN), and AWG 30 for ground.

Figure 3-60 Temperature Measurement Point

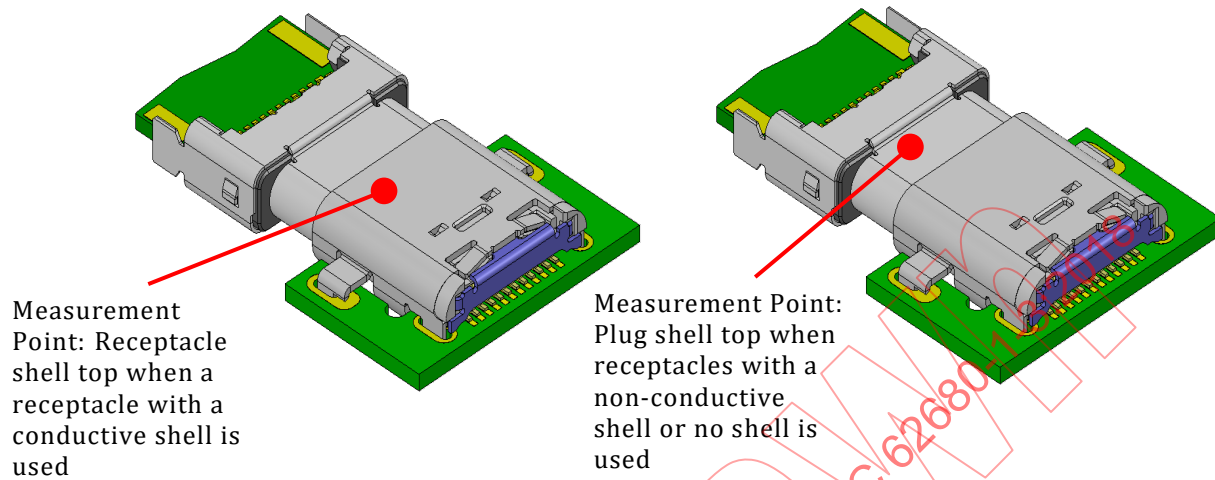
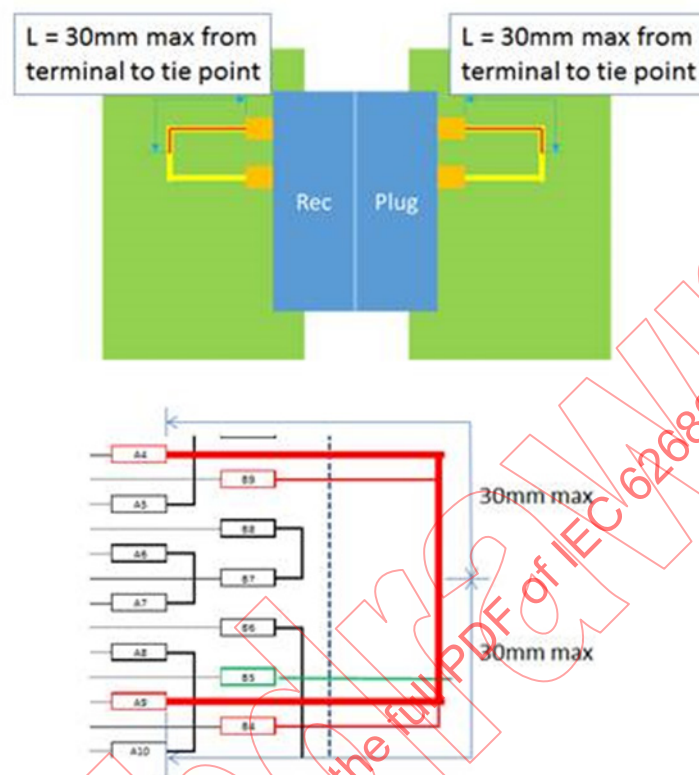


Table 3-34 Current Rating Test PCB

Item	Trace width (mm)	Trace length (mm) on each PCB	Thickness
Signal trace	0.25 max.	13 max.	35 μ m (1 oz. copper)
Ground trace	1.57 max.	38 max.	35 μ m (1 oz. copper)
VBUS and VCONN	1.25 max.	30 max.	35 μ m (1 oz. copper)
PCB	N/A	N/A	0.80 – 1.20 mm

Figure 3-61 Example Current Rating Test Fixture Trace Configuration



3.8 Mechanical and Environmental Requirements (Normative)

The requirements in this section apply to all USB Type-C connectors and/or cable assemblies unless otherwise specified. For USB Type-C plug connectors and cable assemblies, the test methods are based on an assumption that the cable exits the overmold in line with mating direction to a USB Type-C receptacle (i.e., straight out the back of the overmold). For USB Type-C plug connectors and cable assemblies with the cable exiting the overmold in a different direction than straight out the back (e.g., right angle to the mating direction), test fixtures and procedures shall be modified as required to accomplish the measurement.

3.8.1 Mechanical Requirements

3.8.1.1 Insertion Force (EIA 364-13)

The initial connector insertion force shall be within the range from 5 N to 20 N at a maximum rate of 12.5 mm (0.492") per minute. This requirement does not apply when the connectors are used in a docking application.

It is recommended to use a non-silicone based lubricant on the latching mechanism to reduce wear. The effects of lubricants should be restricted to insertion and extraction characteristics and should not increase the resistance of the mated connection.

3.8.1.2 Extraction Force (EIA 364-13)

The initial connector extraction force shall be within the range of 8 N to 20 N, measured after a preconditioning of five insertion/extraction cycles (i.e., the sixth extraction). After an additional

twenty-five insertion/extraction cycles, the extraction force shall be measured again (i.e., the thirty-second extraction) and the extraction force shall be:

- a. within 33% of the initial reading, and
- b. within the range of 8 N to 20 N.

The extraction force shall be within the range of 6 N to 20 N after 10,000 insertion/extraction cycles. The extraction force measurement shall be performed at a maximum speed of 12.5 mm (0.492") per minute. The extraction force requirement does not apply when the connectors are used in a mechanical docking application.

It is recommended to use a non-silicone based lubricant on the latching mechanism to reduce wear. The effects of lubricants should be restricted to insertion and extraction characteristics and should not increase the resistance of the mated connection.

3.8.1.3 Durability or Insertion/Extraction Cycles (EIA 364-09)

The durability rating shall be 10,000 cycles minimum for the USB Type-C connector family. The durability test shall be done at a rate of 500 ± 50 cycles per hour and no physical damage to any part of the connector and cable assembly shall occur.

3.8.1.4 Cable Flexing (EIA 364-41, Condition 1)

No physical damage or discontinuity over 1ms during flexing shall occur to the cable assembly with Dimension X = 3.7 times the cable diameter and 100 cycles in each of two planes.

3.8.1.5 Cable Pull-Out (EIA 364-38, Method A)

No physical damage to the cable assembly shall occur when it is subjected to a 40 N axial load for a minimum of 1 minute while clamping one end of the cable plug.

3.8.1.6 4-Axis Continuity Test

The USB Type-C connector family shall be tested for continuity under stress using a test fixture shown in Figure 3-62 or equivalent.

Figure 3-62 Example of 4-Axis Continuity Test Fixture

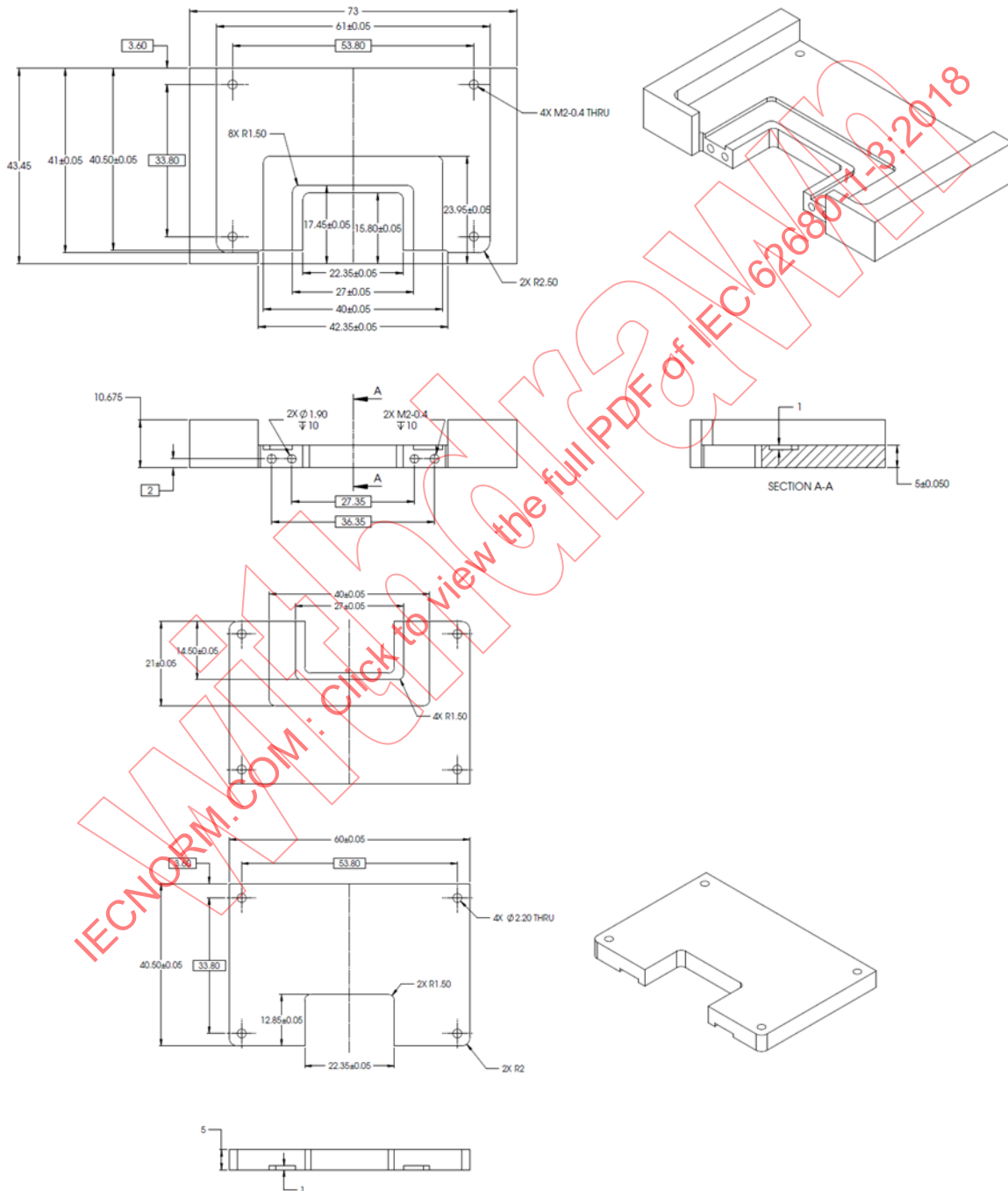
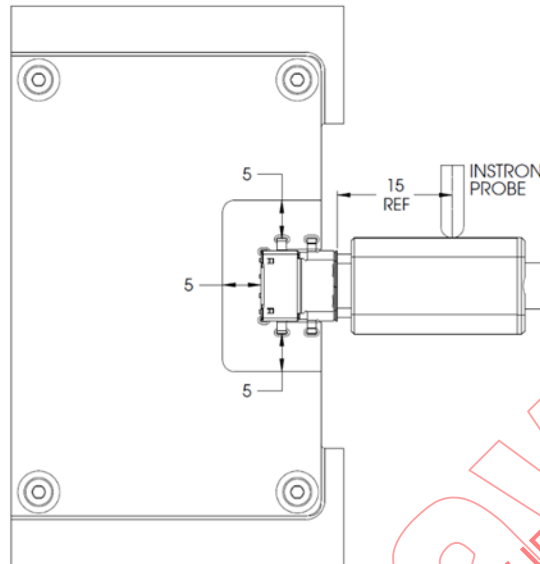


Figure 3-62 Example of 4-Axis Continuity Test Fixture, cont.



Plugs shall be supplied with a representative overmold or mounted on a 2 layer printed circuit board (PCB) between 0.8 mm and 1.0 mm thickness as applicable. A USB Type-C receptacle shall be mounted on a 2 layer PCB between 0.8 mm and 1.0 mm thickness. The PCB shall be clamped on three sides of the receptacle no further than 5 mm away from the receptacle outline. The receptacle PCB shall initially be placed in a horizontal plane, and a perpendicular moment shall be applied to the plug with a 5 mm ball tipped probe for a period of at least 10 seconds at a distance of 15 mm from the mating edge of the receptacle shell in a downward direction, perpendicular to the axis of insertion. See Table 3-35 for the force and moment to be applied.

Table 3-35 Force and Moment Requirements

Receptacle configuration with respect to mounting surface	Force at 15 mm from receptacle shell mating edge (N)	Moment with respect to receptacle shell mating edge (Nm)
Right angle	20	0.30
Vertical	8	0.12

The continuity across each contact shall be measured throughout the application of the tensile force. Each non-ground contact shall also be tested to confirm that it does not short to the shell during the stresses. The PCB shall then be rotated 90 degrees such that the cable is still inserted horizontally and the tensile force in Table 3-35 shall be applied again in the downward direction and continuity measured as before. This test is repeated for 180 degree and 270 degree rotations. Passing parts shall not exhibit any discontinuities or shorting to the shell greater than 1 μ s duration in any of the four orientations.

One method for measuring the continuity through the contacts is to short all the wires at the end of the cable pigtail and apply a voltage through a pull-up to each of VBUS, USB D+, USB D-, SBU, CC, and USB SuperSpeed pins, with the GND pins connected to ground.

Alternate methods are allowed to verify continuity through all pins.

3.8.1.7 Wrenching Strength

USB Type-C plugs on cable assemblies and fixture plugs without overmold (including PCB-mount USB Type-C plugs) shall be tested using the mechanical wrenching test fixture defined in the Universal Serial Bus Type-C Connectors and Cable Assemblies Compliance Document. For plug without overmold, the supplier shall provide a plug test fixture that conforms to the specified plug overmold dimensions for the USB Type-C plug (see Figure 3-63). The fixture may be metal or other suitable material. Perpendicular moments are applied to the plug with a 5 mm ball tipped probe for a period of at least 10 seconds when inserted in the test fixture to achieve the defined moments in four directions of up or down (i.e., perpendicular to the long axis of the plug opening) and left or right (i.e., in the plane of the plug opening). Compliant connectors shall meet the following force thresholds:

- A moment of 0-0.75 Nm (e.g., 50 N at 15 mm from the edge of the receptacle) is applied to a plug inserted in the test fixture in each of the four directions. A single plug shall be used for this test. Some mechanical deformation may occur. The plug shall be mated with the continuity test fixture after the test forces have been applied to verify no damage has occurred that causes discontinuity or shorting. The continuity test fixture shall provide a planar surface on the mating side located 6.20 ± 0.20 mm from the receptacle Datum A, perpendicular to the direction of insertion. No moment forces are applied to the plug during this continuity test. Figure 3-64 illustrates an example continuity test fixture to perform the continuity test. The Dielectric Withstanding Voltage test shall be conducted after the continuity test to verify plug compliance.

Figure 3-63 Example Wrenching Strength Test Fixture for Plugs without Overmold

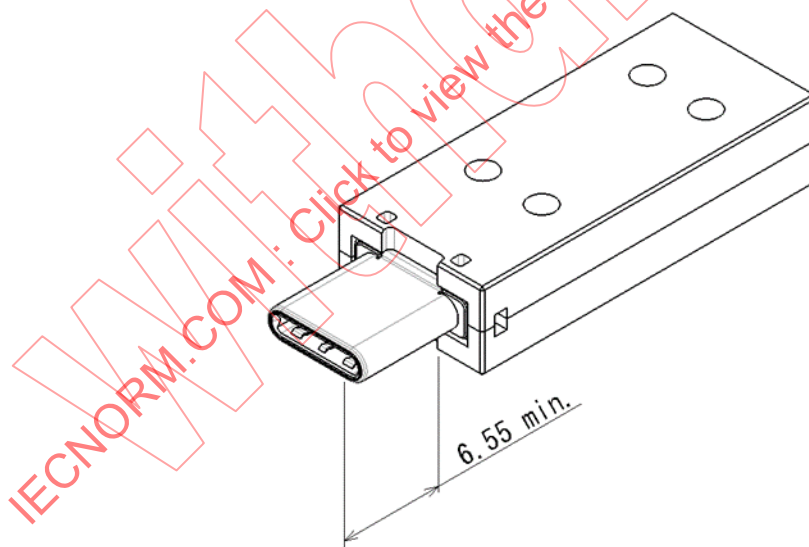
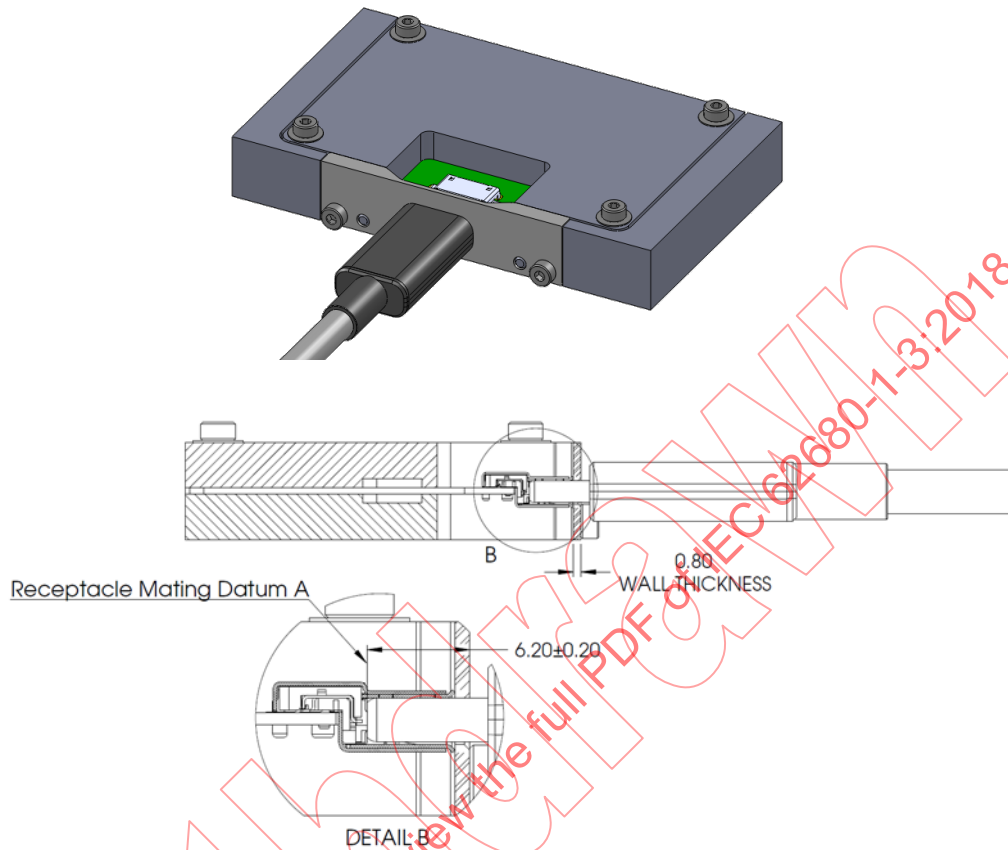


Figure 3-64 Reference Wrenching Strength Continuity Test Fixture



- The plug shall disengage from the test fixture or demonstrate mechanical failure (i.e., the force applied during the test procedure peaks and drops off) when a moment of 2.0 Nm is applied to the plug in the up and down directions and a moment 3.5 Nm is applied to the plug in the left and right directions. A new plug is required for each of the four test directions. An example of the mechanical failure point and an illustration of the wrenching test fixture are shown in Figure 3-65 and Figure 3-66, respectively.

Figure 3-65 Example of Wrenching Strength Test Mechanical Failure Point

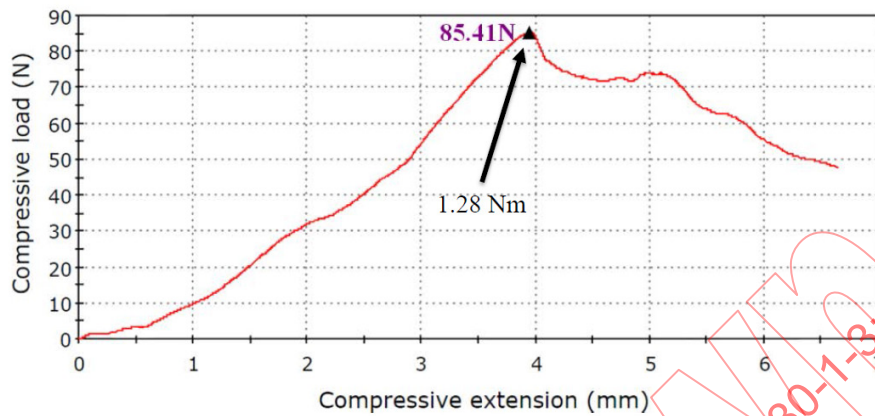
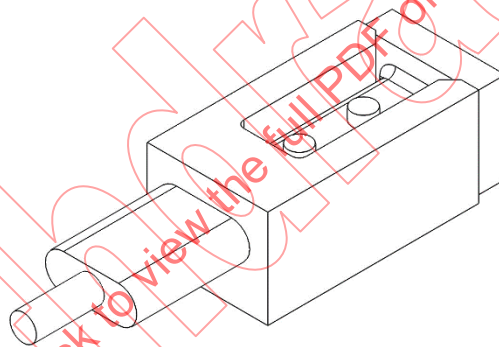


Figure 3-66 Wrenching Strength Test with Cable in Fixture



3.8.1.8 Restriction of Hazardous Substances

It is recommended that components be RoHS compliant.

3.8.2 Environmental Requirements

The connector interface environmental tests shall follow EIA 364-1000.01, Environmental Test Methodology for Assessing the Performance of Electrical Connectors and Sockets Used in Business Office Applications.

Since the connector defined has more than 0.127 mm wipe length, Test Group 6 in EIA 364-1000.01 is not required. The temperature life test duration and the mixed flowing gas test duration values are derived from EIA 364-1000.01 based on the field temperature per the following.

Table 3-36 Environmental Test Conditions

Temperature Life test temperature and duration	105 °C for 120 hours
Temperature Life test temperature and duration for preconditioning	105 °C for 72 hours
Mixed flowing gas test duration	7 days

The pass/fail criterion for the low level contact resistance (LLCR) is as defined in Section 3.7.7.1. The durability ratings are defined in Section 3.8.1.3.

3.8.2.1 Reference Materials (Informative)

This specification does not specify materials for connectors and cables. Connector and cable manufacturers should select appropriate materials based on performance requirements. The information below is provided for reference only.

Note: Connector and cable manufacturers should comply with contact plating requirements per the following options:

Option I

Receptacle

Contact area: (Min) 0.05 µm Au + (Min) 0.75 µm Ni-Pd on top of (Min) 2.0 µm Ni

Plug

Contact area: (Min) 0.05 µm Au + (Min) 0.75 µm Ni-Pd on top of (Min) 2.0 µm Ni

Option II

Receptacle

Contact area: (Min) 0.75 µm Au on top of (Min) 2.0 µm Ni

Plug

Contact area: (Min) 0.75 µm Au on top of (Min) 2.0 µm Ni

Other reference materials that connector and cable manufacturers select based on performance parameters listed in Table 3-37 are for reference only.

Table 3-37 Reference Materials

Component	Materials
Cable	Conductor: copper with tin or silver plating
	SDP Shield: AL foil or AL/mylar foil
	Coaxial shield: copper strand
	Braid: Tin plated copper or aluminum
	Jacket: PVC or halogen free substitute material
Cable Overmold	Thermoset or thermoplastic
Connector Shells	Stainless steel or phosphor bronze
Plug Side Latches	Stainless steel
Receptacle Mid-Plate	Stainless steel
Plug Internal EMC Spring	Stainless steel or high yield strength copper alloy
Receptacle EMC Pad	Stainless steel or phosphor bronze
Receptacle Shell	Stainless steel or phosphor bronze
Receptacle Tongue	Glass-filled nylon
Housing	Thermoplastics capable of withstanding lead-free soldering temperature

Note: Halogen-free materials should be considered for all plastics

3.9 Docking Applications (Informative)

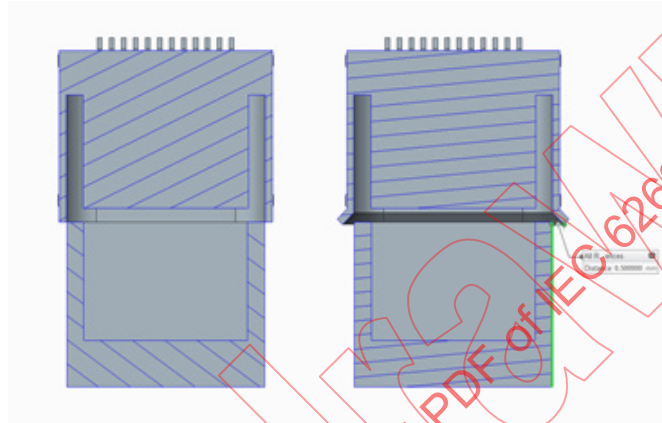
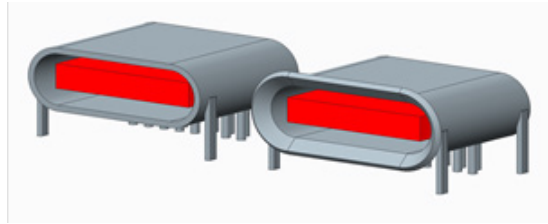
In this specification, docking refers to plugging a device directly into a dock without using a cable assembly. The USB Type-C connector is defined to support such applications.

The connector is only part of a docking solution. A complete docking solution at the system level may also include retention or locking mechanisms, alignment mechanisms, docking plug mounting solutions, and protocols supported through the connector. This specification does not attempt to standardize system docking solutions, therefore there is no interoperability requirement for docking solutions.

The following list includes the requirements and guidelines when using the USB Type-C connector for docking:

1. The USB Type-C plug used for docking shall work with compliant USB Type-C receptacle. It shall comply with all dimensional, electrical and mechanical requirements.
2. If the plug on the dock does not include the side latches, then the dock should provide a retention or locking mechanism to secure the device to the plug. The retention latches also serve as one of the ground return paths for EMC. The docking design should ensure adequate EMC performance without the side latches if they are not present.
3. The internal EMC fingers are not required for the docking plug as long as the receptacle and plug shells have adequate electrical connection.
4. Alignment is critical for docking. Depending on system design, standard USB Type-C connectors alone may not provide adequate alignment for mating. System level alignment is highly recommended. Alignment solutions are implementation-specific.
5. Fine alignment is provided by the connector. The receptacle front face may have lead-in features for fine alignment. Figure 3-67 shows an example of a USB Type-C receptacle with a lead-in flange compared to a receptacle without the flange.

Figure 3-67 USB Type-C Cable Receptacle Flange Example



3.10 Implementation Notes and Design Guides

This section discusses a few implementation notes and design guides to help users design and use the USB Type-C connectors and cables.

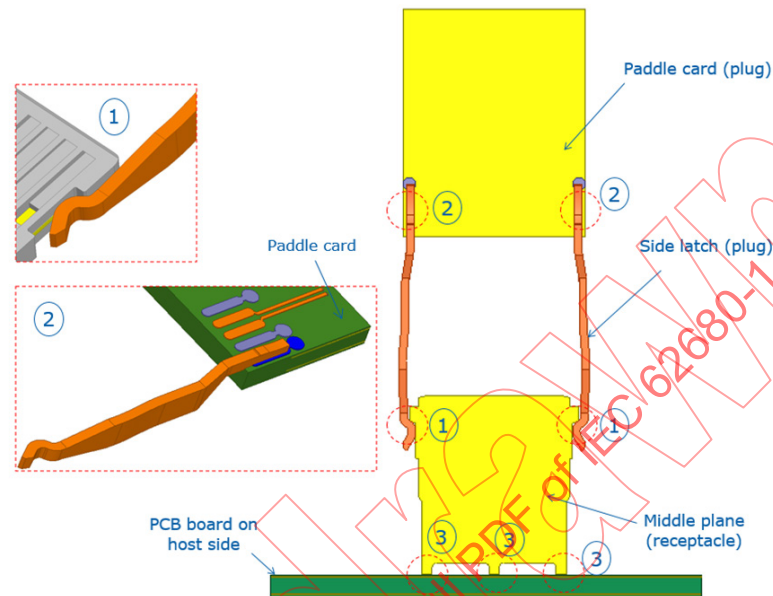
3.10.1 EMC Management (Informative)

Connector and cable assembly designers, as well as system implementers should pay attention to receptacle and cable assembly shielding to ensure a low-impedance grounding path. The following are guidelines for EMC management:

- The quality of raw cables should be ensured. The intra-pair skew or the differential to common mode conversion of the SuperSpeed pairs has a significant impact on cable EMC and should be controlled within the limits of this specification.
- The cable external braid should be physically connected to the plug metal shell as close to 360° as possible to control EMC. Without appropriate shielding termination, even a perfect cable with zero intra-pair skew may not meet EMC requirements. Copper tape may be needed to shield off the braid termination area.
- The wire termination contributes to common-mode noise. The breakout distance for the wire termination should be kept as small as possible to optimize EMC and signal integrity performance. If possible, symmetry should be maintained for the two lines within a differential pair.
- Besides the mechanical function, the side latches on the plug and the mid-plate in the receptacle also play a role for EMC. This is illustrated in Figure 3-68:
 1. The side latch should have electrical connection to the receptacle mid-plate (a docking plug may not have side latches).
 2. The side latches should be terminated to the paddle card GND plane inside the plug.

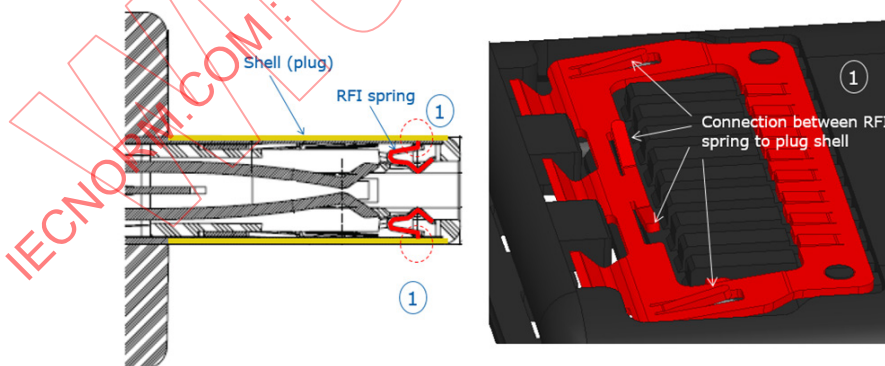
3. The mid-plate should be directly connected to system PCB GND plane with 3 or more solder leads/tails.

Figure 3-68 EMC Guidelines for Side Latch and Mid-plate



- The internal RFI finger inside the plug should have adequate connection points to the inner surface of the plug shell. Four or more connection points are recommended as illustrated in Figure 3-69.

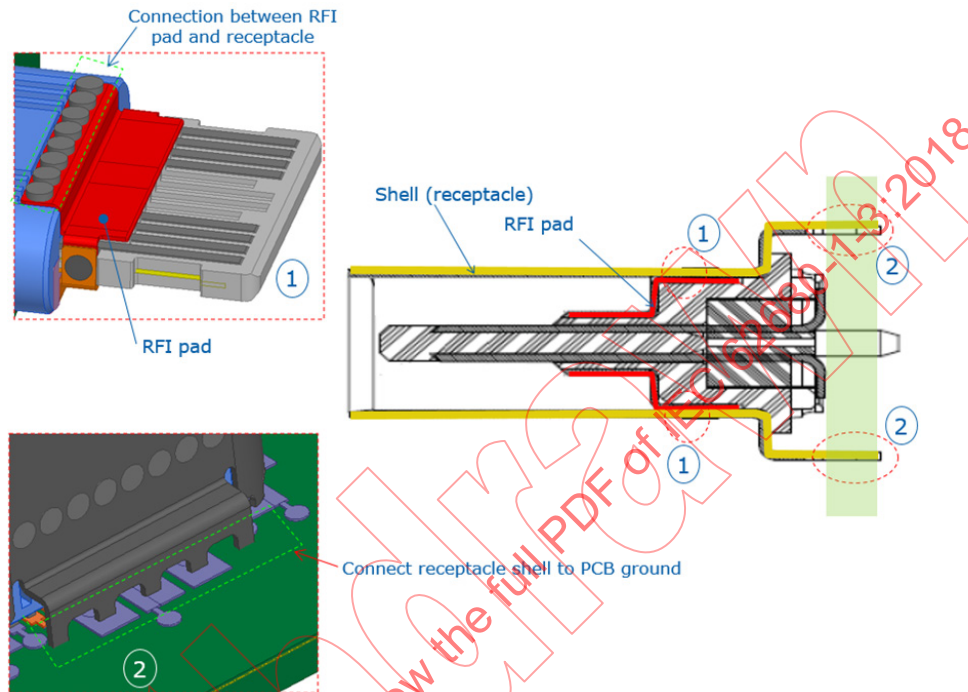
Figure 3-69 EMC Finger Connections to Plug Shell



- The EMC fingers inside the plug mates with the EMC pad in the receptacle. It is important for the EMC pad to have adequate connections to the receptacle shell. As illustrated in Figure 3-70, there are multiple laser welding points between the EMC pads and the receptacle shell, top and bottom.

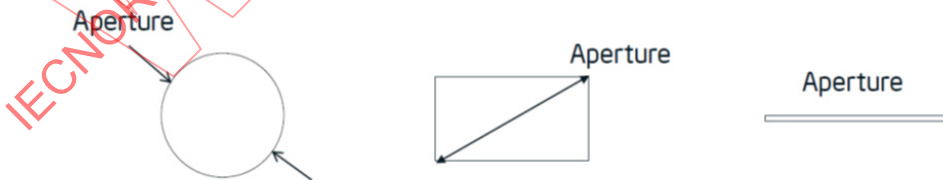
- The receptacle shell should have sufficient connection points to the system PCB GND plane with apertures as small as possible. Figure 3-70 illustrates an example with multiple solder tails to connect the receptacle shell to system PCB GND.

Figure 3-70 EMC Pad Connections to Receptacle Shell



- Apertures in the receptacle and plug shells should be minimized. If apertures are unavoidable, a maximum aperture size of 1.5 mm is recommended. See Figure 3-71 for aperture illustrations. Copper tape may be applied to seal the apertures inside the cable plug.

Figure 3-71 Examples of Connector Apertures

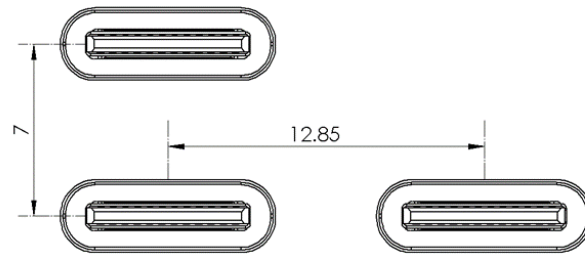


- The receptacle connectors should be connected to metal chassis or enclosures through grounding fingers, screws, or any other way to manage EMC.

3.10.2 Stacked and Side-by-Side Connector Physical Spacing (Informative)

Stacked and side-by-side USB connectors are commonly used in PC systems. Figure 3-72 illustrates the recommended spacing between connectors for stacked and side-by-side configurations.

Figure 3-72 Recommended Minimum Spacing between Connectors



3.10.3 Cable Mating Considerations (Informative)

The receptacle mounting location, exterior product surfaces, cable overmold, and plug mating length need to be considered to ensure the USB Type-C plug is allowed to fully engage the USB Type-C receptacle. Figure 3-73 illustrates the recommended minimum plug overmold clearance to allow the cable plug to fully seat in the product receptacle.

Figure 3-73 Recommended Minimum Plug Overmold Clearance

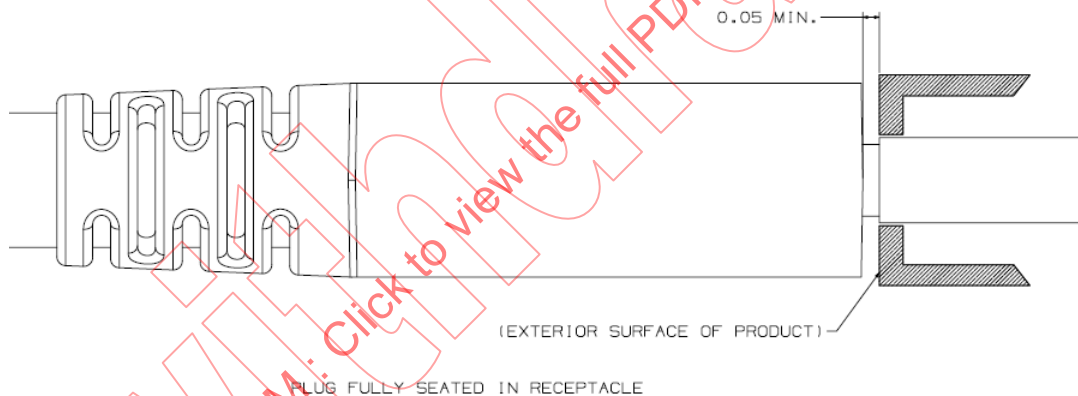
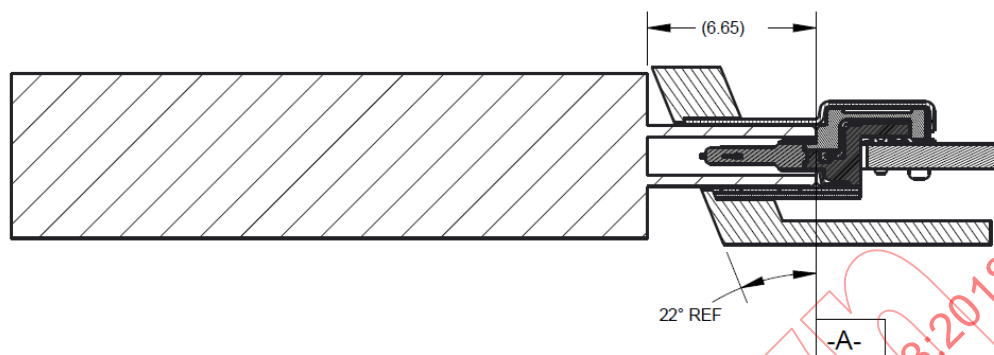


Figure 3-74 illustrates special considerations required when external walls are angled. For such applications, the USB Type-C receptacle shell may not provide as much mechanical alignment protection to the receptacle tongue as in the full shell design. Design options to allow the receptacle to pass mechanical test requirements include relief in the exterior wall surface to allow use of a full shell receptacle or use of a receptacle specifically designed for the application.

Figure 3-74 Cable Plug Overmold and an Angled Surface



4 Functional

This chapter covers the functional requirements for the signaling across the USB Type-C™ cables and connectors. This includes functional signal definition, discovery and configuration processes, and power delivery.

Chapter 5 defines functional extensions that are optional.

4.1 Signal Summary

Table 4-1 summarizes the list of signals used on the USB Type-C connectors.

Table 4-1 USB Type-C List of Signals

Signal Group	Signal	Description
USB 3.1	SSTXp1, SSTXn1 SSRXp1, SSRXn1 SSTXp2, SSTXn2 SSRXp2, SSRXn2	SuperSpeed USB serial data interface defines 1 differential transmit pair and 1 differential receive pair. On a USB Type-C receptacle, two sets of SuperSpeed USB signal pins are defined to enable plug flipping feature
USB 2.0	Dp1, Dn1 Dp2, Dn2	USB 2.0 serial data interface defines a differential pair. On a USB Type-C receptacle, two set of USB 2.0 signal pins are defined to enable plug flipping feature
Configuration	CC1, CC2 (receptacle) CC (plug)	CC channel in the plug used for connection detect, interface configuration and VCONN
Auxiliary signals	SBU1, SBU2	Sideband Use
Power	VBUS	USB cable bus power
	VCONN (plug)	USB plug power
	GND	USB cable return current path

4.2 Signal Pin Descriptions

4.2.1 SuperSpeed USB Pins

**SSTXp1, SSTXn1
(SSTXp2, SSTXn2)** These pins are required to implement the system's transmit path of a *USB 3.1 SuperSpeed* interface. The transmitter differential pair in a port are routed to the receiver differential pair in the port at the opposite end of the path. The *USB 3.1 Specification* defines all electrical characteristics, enumeration, protocol, and management features for this interface.

Two pairs of pins are defined to enable the plug flipping feature – see Section 4.5.1.1 for further definition.

**SSRXp1, SSRXn1
(SSRXp2, SSRXn2)** These pins are required to implement the system's receive path of a *USB 3.1 SuperSpeed* interface. The receiver differential pair in a port are routed to the transmitter differential pair in the port at the opposite end of the path. The *USB 3.1 Specification* defines all electrical characteristics, enumeration, protocol, and management features for this interface.

Two pairs of pins are defined to enable the plug flipping feature – see Section 4.5.1.1 for further definition.

4.2.2 USB 2.0 Pins

**Dp1, Dn1
(Dp2, Dn2)** These pins are required to implement *USB 2.0* functionality. *USB 2.0* in all three modes (LS, FS, and HS) is supported. The *USB 2.0 Specification* defines all electrical characteristics, enumeration, and bus protocol and bus management features for this interface.

Two pairs of pins are defined to enable the plug flipping feature – see Section 4.5.1.1 for further definition.

4.2.3 Auxiliary Signal Pins

SBU1, SBU2 These pins are assigned to sideband use. Refer to Section 4.3 for the functional requirements.

4.2.4 Power and Ground Pins

VBUS These pins are for USB cable bus power as defined by the USB specifications. VBUS is only present when a Source-to-Sink connection across the CC channel is present – see Section 4.5.1.2.1. Refer to Section 4.4.2 for the functional requirements for VBUS.

VCONN VCONN is applied to the unused CC pin to supply power to the local plug. Refer to Section 4.4.3 for the functional requirements for VCONN.

GND Return current path.

4.2.5 Configuration Pins

CC1, CC2, CC These pins are used to detect connections and configure the interface across the USB Type-C cables and connectors. Refer to Section 4.5.2 for the functional definition. Once a connection is established, CC1 or CC2 will be reassigned for providing power over the VCONN pin of the plug – see Section 4.5.1.2.1.

4.3 Sideband Use (SBU)

The Sideband Use pins (SBU1 and SBU2) are limited to the uses as defined by this specification and additional functionality will be defined in future versions of the USB specifications. See Section 5.1 and Appendix A for use of the SBU pins in Alternate Modes and Audio Adapter Accessory Mode.

The SBU pins on a port shall either be open circuit or have a weak pull-down to ground no stronger than zSBUTermination.

These pins are pre-wired in the standard USB Full-Featured Type-C cable as individual single-ended wires (SBU_A and SBU_B). Note that SBU1 and SBU2 are cross-connected in the cable.

4.4 Power and Ground

4.4.1 IR Drop

The maximum allowable cable IR drop for ground (including ground on a captive cable) shall be 250 mV and for VBUS shall be 500 mV through the cable to the cable's maximum rated VBUS current capacity. When VCONN is being sourced, the IR drop for the ground shall still be met considering any additional VCONN return current.

Figure 4-1 illustrates what parameters contribute to the IR drop and where it shall be measured. The IR drop includes the contact resistance of the mated plug and receptacles at each end.

Figure 4-1 Cable IR Drop

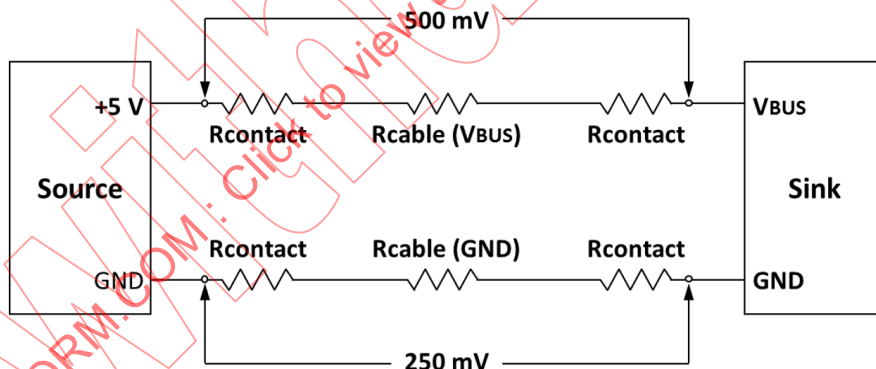
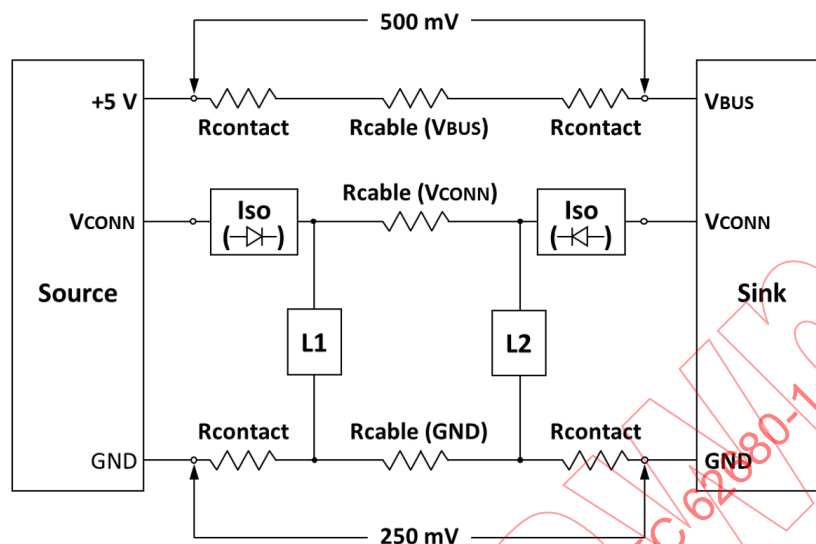


Figure 4-2 illustrates what parameters contribute to the IR drop for a powered cable and where it shall be measured. Note that the powered cable includes isolation elements (Iso) and loads (L1 and L2) for the functions in the powered cable such as USB PD controllers. The IR drop shall remain below 250 mV in all cases.

Figure 4-2 Cable IR Drop for powered cables



4.4.2 VBUS

The allowable default range for VBUS as measured at the Source receptacle shall be as defined by the *USB 2.0 Specification* and *USB 3.1 Specification*. Note that due to higher currents allowed, legacy devices may experience a higher voltage (up to 5.5V maximum) at light loads.

The Source's USB Type-C receptacle VBUS pin shall remain unpowered and shall limit the capacitance between VBUS and GND as specified in Table 4-2 until a Sink is attached. The VBUS pin shall return to the unpowered state when the Sink is detached. See Table 4-25 for VBUS timing values. Legacy hosts/chargers that by default source VBUS when connected using any legacy USB connector (Standard-A, Micro-B, etc.) to USB Type-C cable or adapter are exempted from these two requirements.

A DRP or Source (or device with Accessory Support) implementing an Rp pull-up as its method of connection detection shall provide an impedance between VBUS and GND on its receptacle pins as specified in Table 4-2 when not sourcing power on VBUS (i.e., when in states Unattached.SRC or Unattached.Accessory).

Table 4-2 VBUS Source Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
VBUS Leakage Impedance	72.4 kΩ		Leakage between VBUS pins and GND pins on receptacle when VBUS is not being sourced.
VBUS Capacitance		10 μF	Capacitance between VBUS and GND pins on receptacle when VBUS is not being sourced.

Table 4-3 specifies VBUS Sink characteristics with regard to disconnect behavior based on monitoring VBUS. Sinks may monitor the CC pin for the removal of Rp by the Source as an additional indication of disconnect.

Table 4-3 VBUS Sink Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
tSinkDisconnect		40 ms	Time limit for transition from Attached.SNK to Unattached.SNK
vSinkDisconnect	0.8V	3.67V	Threshold used for transition from Attached.SNK to Unattached.SNK. This also applies for <i>USB PD</i> contracts at 5V. For <i>USB PD</i> contracts at 5V, the Sink shall take IR drop and margin into account when selecting this threshold.
vSinkPD_min		$v_{New} - 750\text{ mV} + v_{Valid}$	Minimum valid VBUS voltage seen by sink when negotiated through <i>USB PD</i> . $v_{New} = v_{SrcNew}(\text{min})$ or $v_{PpsNew}(\text{min})$ as defined in <i>USB PD</i> . $750\text{mV} = 500\text{mV} + 250\text{mV}$ (maximum IR drop) $v_{Valid} = v_{SrcValid}(\text{min})$ or $v_{PpsValid}(\text{min})$ as defined in <i>USB PD</i> .
vSinkDisconnectPD	90% of v_{SinkPD_min}	v_{SinkPD_min}	VBUS disconnect threshold when VBUS voltage was negotiated through <i>USB PD</i> to a value above 5V

4.4.3 VCONN

VCONN is provided by the Source to power cables with electronics in the plug. VCONN is provided over the CC pin that is determined not to be connected to the CC wire of the cable.

Initially, VCONN shall be sourced on all Source USB Type-C receptacles that utilize the SSTX and SSRX pins during specific connection states as described in Section 4.5.2.2. Subsequently, VCONN may be removed under some circumstances as described in Table 4-4. VCONN may also be sourced by USB Type-C receptacles that do not utilize the SSTX and SSRX pins as described in Section 4.5.2.2. *USB PD* VCONN_Swap command also provides the Source a means to request that the attached Sink source VCONN.

Table 4-4 USB Type-C Source Port's VCONN Requirements Summary

D+/D-	SSTX/SSRX, VPD	> 3 A	VCONN Requirements
No	No	No	Not required to source VCONN
Yes	No	No	Not required to source VCONN
Yes	Yes	No	Required to source 1 W. VCONN power may be removed after the source has read the cable's eMarker and has determined that it is not an active cable nor a VPD.
No	No	Yes	Required to source 100 mW. VCONN power may be removed after the source has read the cable's eMarker and has determined the cable's current carrying capacity.
Yes	No	Yes	Required to source 100 mW. VCONN power may be removed after the source has read the cable's eMarker and has determined the cable's current carrying capacity.
Yes	Yes	Yes	Required to source 1 W. VCONN power may be removed after the source has read the cable's eMarker and has determined the cable's current carrying capacity and that it is not an active cable nor a VPD.

Table 4-5 provides the voltage and power requirements that shall be met for VCONN. See Section 4.9 for more details about Electronically Marked Cables. See Section 5.1 regarding optional support for an increased VCONN power range in Alternate Modes.

Table 4-5 VCONN Source Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
Voltage	3.0 V	5.5 V	
Power for Sources with SuperSpeed Signals or VPD support	1.0 W		Source may latch-off VCONN if excessive power is drawn beyond the specified inrush and mode wattage. Source may disable VCONN per Table 4-4. Alternate modes may require higher power.
Power for Sources in USB Suspend or without SuperSpeed Signals	100 mW		Minimum power Source must provide in USB Suspend or without SuperSpeed signals. Source may disable VCONN per Table 4-4.
Rdch	30 Ω	6120 Ω	Discharge resistance applied in UnattachedWait.SRC between the CC pin being discharged and GND.

To aid in reducing the power associated with supplying VCONN, a Source is allowed to either not source VCONN or turn off VCONN under any of the following conditions:

- Ra is not detected on the CC pin after tCCDebounce when the other CC pin is in the SRC.Rd state
- If there is no GoodCRC response to *USB PD* Discover Identity messages

If the power source used to supply VCONN power is a shared power source for other USB VCONN and VBUS outputs, it must be bypassed with capacitance identical to the VBUS capacitance requirements of *USB 3.1* Section 11.4.4 – Dynamic Attach and Detach. Any VCONN power source bypass capacitance must be isolated from the CC pins when VCONN is not being provided.

Table 4-6 provides the requirements that shall be met for cables that consume VCONN power.

Table 4-6 Cable VCONN Sink Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
Voltage	3.0	5.5V	Voltage range at which this Table applies
Inrush Capacitance		10 μ F	A cable shall not present more than the equivalent inrush capacitance to the VCONN source. The active cable is responsible for discharging its capacitance.
Power for Electronically Marked Passive Cables		20mW	See Section 4.9. Measured with no USB PD traffic at least 500ms after VCONN applied Note: 75mW max allowed for the first 500ms after VCONN applied.
Power for Active Cables when connected to a Source with SuperSpeed Signals		1.0 W	See Section 5.2.
Power for Active Cables when connected to a Source without SuperSpeed Signals or in USB Suspend		70mW	Maximum power for active cables in USB suspend or when connected to a Source without SuperSpeed signals. Measured with no USB PD traffic at least 500ms after VCONN applied Note: 100 mW max allowed for the first 500 ms after VCONN applied.
tVCONNDischarge		230ms	Time from cable disconnect to vVCONNDischarge met.
vVCONNDischarge		800mV	VCONN voltage after tVCONNDischarge
vRaReconnect	800mV		Voltage at which the cable shall reapply Ra on the falling edge of VCONN.

The cable shall remove or weaken Ra when VCONN is in the valid voltage range. The cable shall reapply Ra when VCONN falls below vRaReconnect as defined in Table 4-6. The cable shall discharge VCONN to below vVCONNDischarge on a cable disconnect. The cable shall take into account the VCONN capacitance present in the cable when discharging VCONN.

Implementation Note: Increasing Ra to 20K Ω will meet both the power dissipation for electronically marked passive cables and discharge 10 μ F to less than vVCONNDischarge in tVCONNDischarge.

Table 4-7 VCONN-Powered Accessory (VPA) Sink Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
Voltage	3.0 V	5.5 V	Voltage range at which this Table applies
Inrush Capacitance		10 μ F	An accessory shall not present more than the equivalent inrush capacitance to the VCONN source. The accessory is responsible for discharging its capacitance when detached from a port.
Power before Alternate Mode Entry		35 mW	Maximum power in USB suspend Note: Power shall be reduced 5 seconds after VCONN is applied if no Alternate Mode Entry has occurred. A VCONN power cycle may be required to re-enable USB-PD communication.
tVCONNDischarge		230 ms	Time from cable disconnect to vVCONNDischarge met.
vVCONNDischarge		800 mV	VCONN voltage after tVCONNDischarge
vRaReconnect	800 mV		Voltage at which the cable shall reapply Ra on the falling edge of VCONN.
vVCONNDisconnect	800 mV	2.4 V	Threshold used to detect VCONN disconnect.

The VCONN powered accessory shall remove or weaken Ra when VCONN is in the valid voltage range. The VCONN powered accessory shall reapply Ra when VCONN falls below vRaReconnect as defined in Table 4-7. The VCONN powered accessory shall take into account the VCONN capacitance present in the accessory when discharging VCONN.

The maximum power consumption while in an Alternate Mode is defined by the Alternate Mode.

Table 4-8 VCONN-Powered USB Device (VPD) Sink Characteristics

	Minimum	Maximum	Notes
Voltage	3.0 V	5.5 V	Voltage range at which this Table applies
Inrush Capacitance		10 μ F	A VPD shall not present more than the equivalent inrush capacitance to the VCONN source. The VPD is responsible for discharging its capacitance when detached from a port.
Power before USB enumeration		35 mW	Maximum power in USB suspend
Power when active		500 mW (USB 2.0) 750 mW (USB 3.1)	A VPD shall only expose a low-power interface over USB.
tVCONNDischarge		230 ms	Time from VPD disconnect to vVCONNDischarge met.
vVCONNDischarge		800 mV	VCONN voltage after tVCONNDischarge
vRaReconnect	800 mV		Voltage at which the cable shall reapply Ra on the falling edge of VCONN.
vVCONNDisconnect	800 mV	2.4 V	Threshold used to detect VCONN disconnect.

The VPD shall remove or weaken Ra when VCONN is in the valid voltage range.

The VPD shall reapply Ra when VCONN falls below vRaReconnect as defined in Table 4-8. The VPD shall take into account the VCONN capacitance present in the device when discharging VCONN.

4.5 Configuration Channel (CC)

4.5.1 Architectural Overview

For the USB Type-C solution, two pins on the connector, CC1 and CC2, are used to establish and manage the Source-to-Sink connection. When the device is connected through a hub, the connection between a Sink (UFP) on the hub and the Source (host port) and the connection between the Sink (device port) and a Source (DFP on the hub), are treated as separate connections. Functionally, the configuration channel is used to serve the following purposes.

- Detect attach of USB ports, e.g. a Source to a Sink
- Resolve cable orientation and twist connections to establish USB data bus routing
- Establish data roles between two attached ports
- Discover and configure VBUS: USB Type-C Current modes or *USB Power Delivery*

- Configure VCONN
- Discover and configure optional Alternate and Accessory modes

4.5.1.1 USB Data Bus Interface and USB Type-C Plug Flip-ability

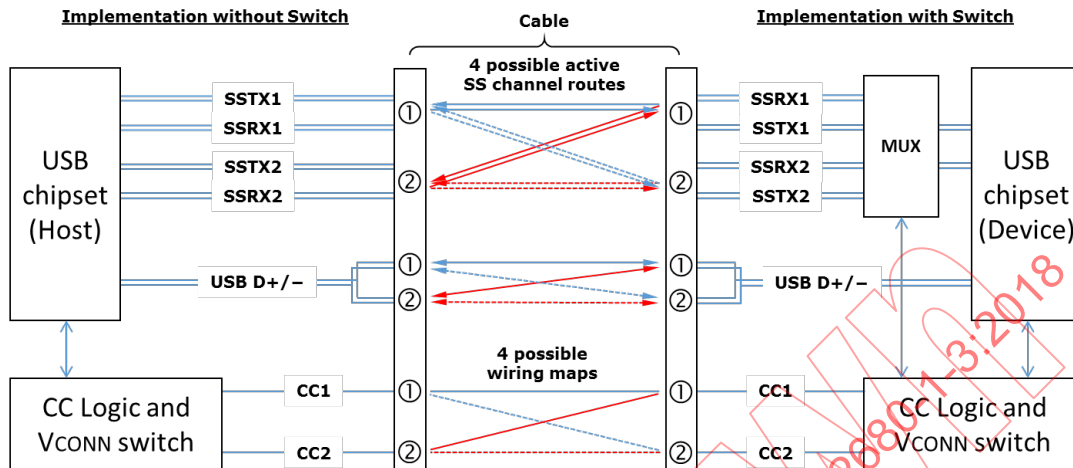
Since the USB Type-C plug can be inserted in either right-side-up or upside-down position, the hosts and devices that support USB data bus functionality must operate on the signal pins that are actually connected end-to-end. In the case of USB 2.0, this is done by shorting together the two D+ signal pins and the two D– signal pins in the host and device receptacles. In the case of USB SuperSpeed signals, it requires the functional equivalent of a switch in both the host and device to appropriately route the SuperSpeed TX and RX signal pairs to the connected path through the cable.

Figure 4-3 illustrates the logical data bus model for a USB Type-C-based Host connected to a USB Type-C-based Device. The USB cable that sits between a host and device can be in one of four possible connected states when viewed by the host:

- Un-flipped straight through – Position ① ⇔ Position ①
- Un-flipped twisted through – Position ① ⇔ Position ②
- Flipped straight through – Position ② ⇔ Position ②
- Flipped twisted through – Position ② ⇔ Position ①

To establish the proper routing of the active USB data bus from host to device, the standard USB Type-C cable is wired such that a single CC wire is position aligned with the first USB SuperSpeed signal pairs (SSTXp1/SSTXn1 and SSRXp1/SSRXn1) – in this way, the CC wire and USB SuperSpeed data bus wires that are used for signaling within the cable track with regard to the orientation and twist of the cable. By being able to detect which of the CC pins (CC1 or CC2) at the receptacle is terminated by the device, the host is able to determine which SuperSpeed USB signals are to be used for the connection and the host can use this to control the functional switch for routing the SuperSpeed USB signal pairs. Similarly in the device, detecting which of the CC pins at the receptacle is terminated by the host allows the device to control the functional switch that routes its SuperSpeed USB signal pairs.

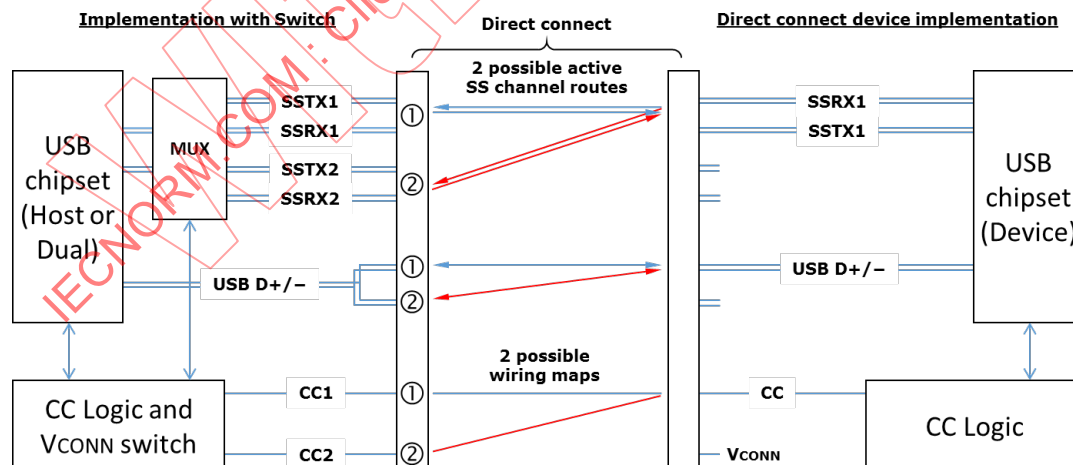
Figure 4-3 Logical Model for Data Bus Routing across USB Type-C-based Ports



While Figure 4-3 illustrates the functional model as a host connected to a device, this model equally applies to a USB hub's downstream ports as well.

Figure 4-4 illustrates the logical data bus model for a USB Type-C-based Device (implemented with a USB Type-C plug either physically incorporated into the device or permanently attached as a captive cable) connected directly to a USB Type-C-based Host. For the device, the location of the USB SuperSpeed data bus, USB 2.0 data bus, CC and VCONN pins are fixed by design. Given that the device pin locations are fixed, only two possible connected states exist when viewed by the host.

Figure 4-4 Logical Model for USB Type-C-based Ports for the Direct Connect Device



The functional requirements for implementing SuperSpeed USB data bus routing for the USB Type-C receptacle are not included in the scope of this specification. There are multiple host, device and hub architectures that can be used to accomplish this which could include either discrete or integrated switching, and could include merging this functionality with other USB 3.1 design elements, e.g. a bus repeater.

4.5.1.2 Connecting Sources and Sinks

Given that the USB Type-C receptacle and plug no longer differentiate host and device roles based on connector shape, e.g., as was the case with USB Type-A and Type-B connectors, any two ports that have USB Type-C receptacles can be connected together with a standard USB Type-C cable. Table 4-9 summarizes the expected results when interconnecting Source, Sink and DRP ports.

Table 4-9 USB Type-C-based Port Interoperability

	Source-only	Sink-only	DRP (Dual-Role-Power)
Source-only	Non-functional	Functional	Functional
Sink-only	Functional	Non-functional	Functional
DRP (Dual-Role-Power)	Functional	Functional	Functional*

* Resolution of roles may be automatic or manually driven

In the cases where no function results, neither port shall be harmed by this connection. The user has to independently realize the invalid combination and take appropriate action to resolve. While these two invalid combinations mimic traditional USB where host-to-host and device-to-device connections are not intended to work, the non-keyed USB Type-C solution does not prevent the user from attempting such interconnects. VBUS and VCONN shall not be applied by a Source (host) in these cases.

The typical flow for the configuration of the interface in the general USB case of a Source (Host) to a Sink (Device) is as follows:

1. Detect a valid connection between the ports (including determining cable orientation, Source/Sink and DFP/DFP relationship)
2. Optionally discover the cable's capabilities
3. Optionally establish alternatives to traditional USB power (See Section 4.6.2)
 - a. USB PD communication over CC for advanced power delivery negotiation
 - b. USB Type-C Current modes
 - c. USB BC 1.2
4. USB Device Enumeration

For cases of Dual-Role-Power (DRP) ports connecting to either Source-only, Sink-only or another DRP, the process is essentially the same except that during the detecting a valid connection step, the DRP alternates between operating as a Source for detecting an attached Sink and presenting as a Sink to be detected by an attached Source. Ultimately this results in a Source-to-Sink connection.

4.5.1.2.1 Detecting a Valid Source-to-Sink Connection

The general concept for setting up a valid connection between a Source and Sink is based on being able to detect terminations residing in the product being attached.

To aid in defining the functional behavior of CC, a pull-up (R_p) and pull-down (R_d) termination model is used – actual implementation in hosts and devices may vary, for example, the pull-up termination could be replaced by a current source. Figure 4-5 and Figure 4-6 illustrates two models, the first based on a pull-up resistor in the Source and the second replacing this with a current source.

Figure 4-5 Pull-Up/Pull-Down CC Model

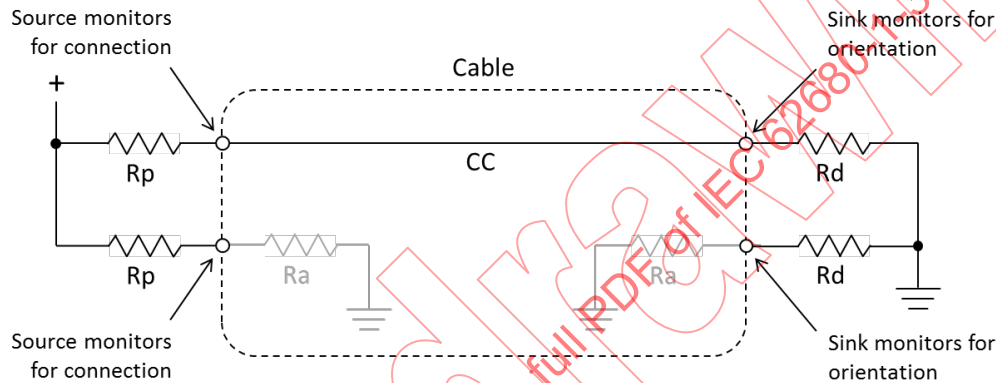
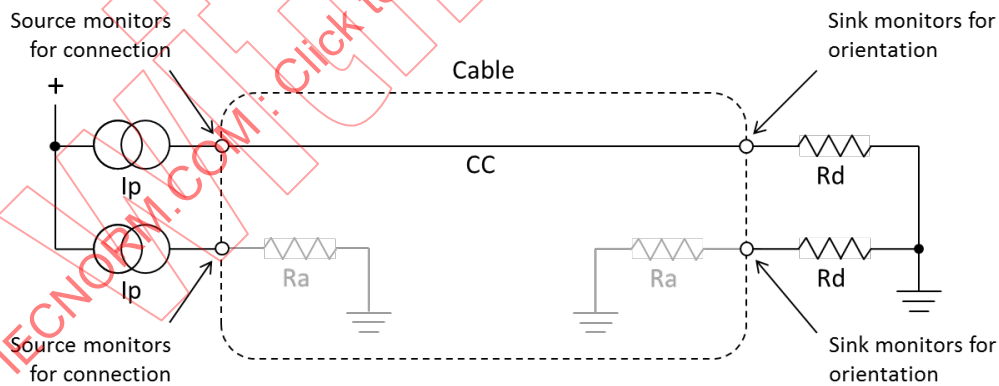


Figure 4-6 Current Source/Pull-Down CC Model



Initially, a Source exposes independent R_p terminations on its CC1 and CC2 pins, and a Sink exposes independent R_d terminations on its CC1 and CC2 pins, the Source-to-Sink combination of this circuit configuration represents a valid connection. To detect this, the Source monitors CC1 and CC2 for a voltage lower than its unterminated voltage – the choice of R_p is a function of the pull-up termination voltage and the Source's detection circuit. This indicates that either a Sink, a powered cable, or a Sink connected via a powered cable has been attached.

Prior to application of VCONN, a powered cable exposes Ra on its VCONN pin. Ra represents the load on VCONN plus any resistive elements to ground. In some cable plugs it might be a pure resistance and in others it may be simply the load.

The Source has to be able to differentiate between the presence of Rd and Ra to know whether there is a Sink attached and where to apply VCONN. The Source is not required to source VCONN unless Ra is detected.

Two special termination combinations on the CC pins as seen by a Source are defined for directly attached Accessory Modes: Ra/Ra for Audio Adapter Accessory Mode (Appendix A) and Rd/Rd for Debug Accessory Mode (Appendix B).

The Source uses de-bounce timers to reliably detect states on the CC pins to de-bounce the connection (tCCDebounce), and hide *USB PD* BMC communications (tPDDebounce).

Table 4-10 summarizes the port state from the Source's perspective.

Table 4-10 Source Perspective

CC1	CC2	State	Position
Open	Open	Nothing attached	N/A
Rd	Open	Sink attached	①
Open	Rd		②
Open	Ra	Powered cable without Sink attached	①
Ra	Open		②
Rd	Ra	Powered cable with Sink, VCONN-Powered Accessory (VPA), or VCONN-Powered USB Device (VPD) attached	①
Ra	Rd		②
Rd	Rd	Debug Accessory Mode attached (Appendix B)	N/A
Ra	Ra	Audio Adapter Accessory Mode attached (Appendix A)	N/A

Once the Sink is powered, the Sink monitors CC1 and CC2 for a voltage greater than its local ground. The CC pin that is at a higher voltage (i.e. pulled up by Rp in the Source) indicates the orientation of the plug.

Table 4-11 summarizes the typical behaviors for simple Sources (Hosts) and Sinks (Devices) for each state in Table 4-10.

Table 4-11 Source (Host) and Sink (Device) Behaviors by State

State	Source Behavior	Sink Behavior
Nothing attached	• Sense CC pins for attach • Do not apply VBUS or VCONN	• Sense VBUS for attach
Sink attached	• Sense CC for orientation • Sense CC for detach • Apply VBUS and VCONN	• Sense CC pins for orientation • Sense loss of VBUS for detach
Powered cable without Sink attached	• Sense CC pins for attach • Do not apply VBUS or VCONN	• Sense VBUS for attach
Powered cable with Sink, VCONN-Powered Accessory, or VCONN-Powered USB Device attached	• Sense CC for orientation • Sense CC for detach • Apply VBUS and VCONN • Detect VPD and remove VBUS	• If accessories or VPDs are supported, see Source Behavior with exception that VBUS is not applied., otherwise, N/A.
Debug Accessory Mode attached	• Sense CC pins for detach • Reconfigure for debug	• Sense VBUS for detach • Reconfigure for debug
Audio Adapter Accessory Mode attached	• Sense CC pins for detach • Reconfigure for analog audio	• If accessories are supported, see Source Behavior, otherwise, N/A

Figure 4-3 shows how the inserted plug orientation is detected at the Source's receptacle by noting on which of the two CC pins in the receptacle an Rd termination is sensed. Now that the Source (Host) has recognized that a Sink (Device) is attached and the plug orientation is determined, it configures the SuperSpeed USB data bus routing to the receptacle.

The Source (Host) then turns on VBUS. For the CC pin that does not connect Source-to-Sink through the cable, the Source supplies VCONN and may remove the termination. With the Sink (Device) now powered, it configures the USB data path. This completes the Host-to-Device connection.

The Source monitors the CC wire for the loss of pull-down termination to detect detach. If the Sink is removed, the Source port removes any voltage applied to VBUS and VCONN, resets its interface configuration and resumes looking for a new Sink attach.

Once a valid Source-to-Sink connection is established, alternatives to traditional USB power (VBUS as defined by either *USB 2.0* or *USB 3.1* specifications) may be available depending on the capabilities of the host and device. These include USB Type-C Current, USB Power Delivery, and *USB Battery Charging 1.2*.

In the case where *USB PD PR_Swap* is used to swap the Source and Sink of VBUS, the supplier of VCONN remains unchanged during and after the VBUS power swap. The new Source monitors the CC wire and the new Sink monitors VBUS to detect detach. When a detach event is detected, any voltages applied to VBUS and VCONN are removed, each port resets its interface configuration and resumes looking for an attach event.

In the case where *USB PD* DR_Swap is used to swap the data roles (DFP and UFP), the source of VBUS and VCONN do not change after the data role swap.

In the case where *USB PD* VCONN_Swap is used to swap the VCONN source, the VBUS Source/Sink and DFP/UFP roles are maintained during and after the VCONN swap.

The last step in the normal USB Type-C connect process is for the USB device to be attached and enumerated per standard *USB 2.0* and *USB 3.1* processes.

4.5.1.3 Configuration Channel Functional Models

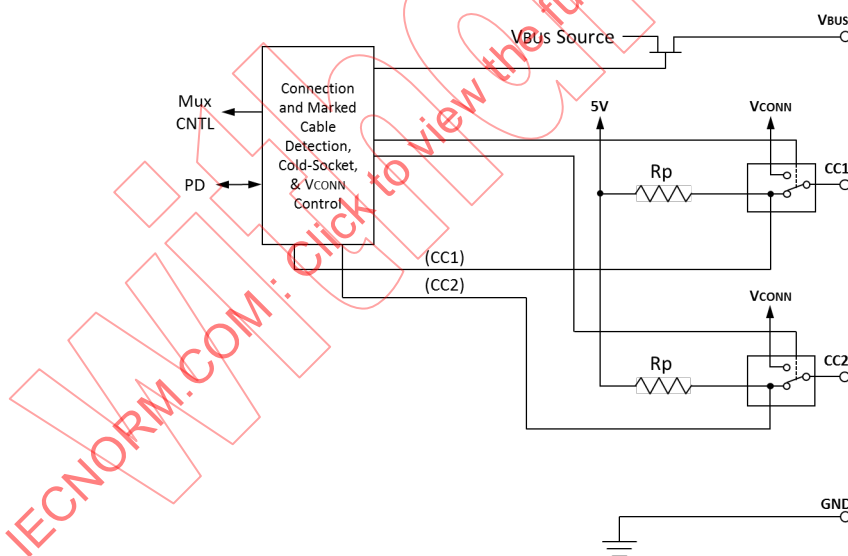
The functional models for the configuration channel behavior based on the CC1 and CC2 pins are described in this section for each port type: Source, Sink and Dual-Role-Power (DRP).

The figures in the following sections illustrate the CC1 and CC2 routing after the CC detection process is complete. In these figures, VBUS and VCONN may or may not actually be available.

4.5.1.3.1 Source Configuration Channel Functional Model

Figure 4-7 illustrates the functional model for CC1 and CC2 for a Source port prior to attach. This illustration includes consideration for *USB PD*.

Figure 4-7 Source Functional Model for CC1 and CC2



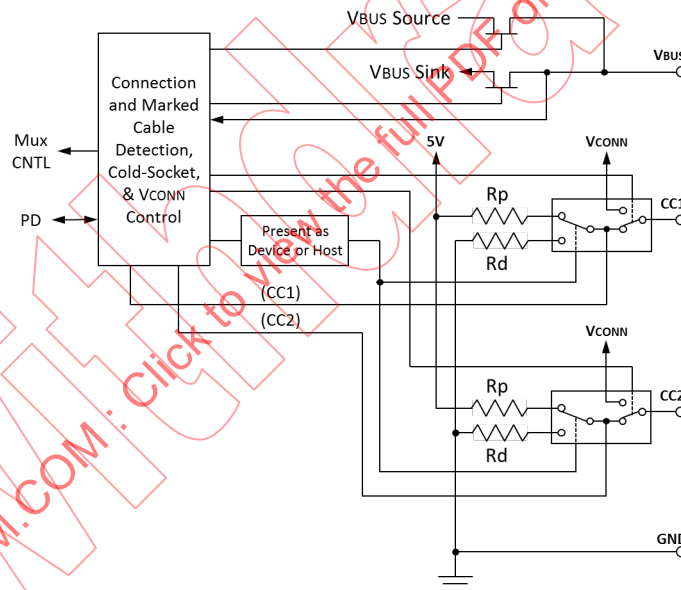
Referring to Figure 4-7, a port that behaves as a Source has the following functional characteristics:

1. The Source uses a FET to enable/disable power delivery across VBUS and initially the Source has VBUS disabled.
2. The Source supplies pull-up resistors (R_p) on CC1 and CC2 and monitors both to detect a Sink. The presence of an R_d pull-down resistor on either pin indicates that a Sink is being attached. The value of R_p indicates the initial USB Type-C Current level supported by the host.

3. The Source uses the CC pin pull-down characteristic to detect and establish the correct routing for the USB SuperSpeed data path and determine which CC pin is intended for supplying VCONN.
4. Once a Sink is detected, the Source enables VBUS and VCONN.
5. The Source can dynamically adjust the value of R_p to indicate a change in available USB Type-C Current to a Sink.
6. The Source monitors the continued presence of R_d to detect Sink detach. When a detach event is detected, the Source removes, if supplied, VBUS and VCONN, and returns to step 2.
7. If the Source supports advanced functions (USB Power Delivery and/or Alternate Modes), USB PD communication is required.

Figure 4-8 illustrates the functional model for CC1 and CC2 for a Source that supports *USB PD PR_Swap*.

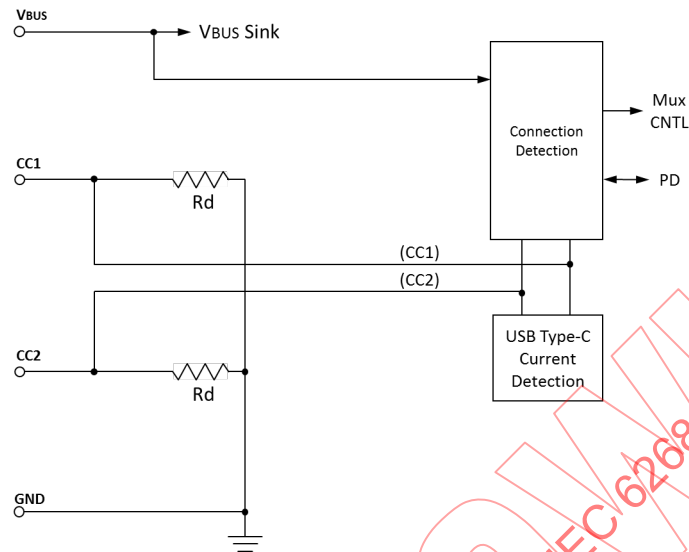
Figure 4-8 Source Functional Model Supporting USB PD PR_Swap



4.5.1.3.2 Sink Configuration Channel Functional Model

Figure 4-9 illustrates the functional model for CC1 and CC2 for a Sink. This illustration includes consideration for both USB Type-C Current and *USB PD*.

Figure 4-9 Sink Functional Model for CC1 and CC2

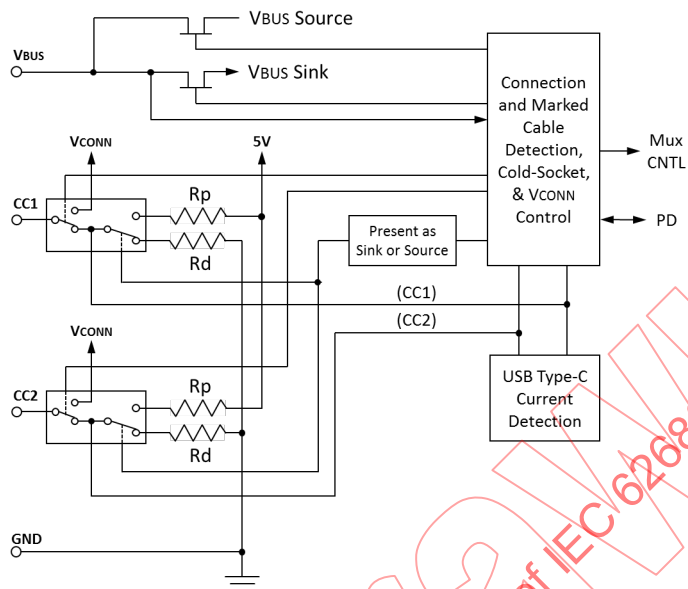


Referring to Figure 4-9, a port that behaves as a Sink has the following functional characteristics:

1. The Sink terminates both CC1 and CC2 to GND using pull-down resistors.
2. The Sink determines that a Source is attached by the presence of power on VBUS.
3. The Sink uses the CC pin pull-up characteristic to detect and establish the correct routing for the USB SuperSpeed data path.
4. The Sink can optionally monitor CC to detect an available higher USB Type-C Current from the Source. The Sink shall manage its load to stay within the detected Source current limit.
5. If the Sink supports advanced functions (USB Power Delivery and/or Alternate Modes), *USB PD* communication is required.

Figure 4-10 illustrates the functional model for CC1 and CC2 for a Sink that supports *USB PD* PR_Swap and supports *USB PD* VCONN_Swap prior to attach.

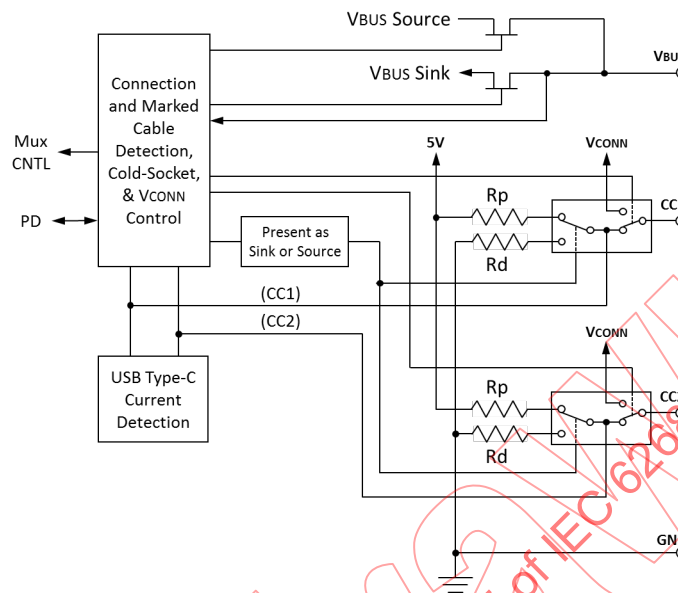
Figure 4-10 Sink Functional Model Supporting USB PD PR_Swap and VCONN_Swap



4.5.1.3.3 Dual-Role-Power (DRP) Configuration Channel Functional Model

Figure 4-11 illustrates the functional model for CC1 and CC2 for a DRP presenting as a Source prior to attach. This illustration includes consideration for both the USB Type-C Current and the USB PD features.

Figure 4-11 DRP Functional Model for CC1 and CC2



Referring to Figure 4-11, a port that can alternate between DFP and UFP behaviors has the following functional characteristics:

1. The DRP uses a FET to enable/disable power delivery across VBUS and initially when in Source mode has VBUS disabled.
2. The DRP uses switches for presenting as a Source or Sink.
3. The DRP has logic used during initial attach to toggle between Source and Sink operation:
 - a. Until a specific stable state is established, the DRP alternates between exposing itself as a Source and Sink. The timing of this process is dictated by a period (tDRP), percentage of time that a DRP exposes Rp (dcSRC.DRP) and role transition time (tDRPTransition).
 - b. When the DRP is presenting as a Source, it follows Source operation to detect an attached Sink – if a Sink is detected, it applies VBUS, VCONN, and continues to operate as a Source (e.g., cease alternating).
 - c. When the DRP is presenting as a Sink, it monitors VBUS to detect that it is attached to a Source – if a Source is detected, it continues to operate as a Sink (cease alternating).
4. If the DRP supports advanced functions (USB Power Delivery and/or Alternate Modes), USB PD communication is required.

4.5.1.4 USB Type-C Port Power Roles and Role Swapping Mechanisms

USB Type-C ports on products (USB hosts, USB devices, USB chargers, etc.) can be generally characterized as implementing one of seven power role behavioral models:

- Source-only

- Source (Default) – strong preference toward being a Source but subsequently capable of becoming a Sink using USB PD swap mechanisms.
- Sink-only
- Sink (Default) – strong preference toward being a Sink but subsequently capable of becoming a Source using USB PD swap mechanisms.
- DRP: Toggling (Source/Sink)
- DRP: Sourcing Device
- DRP: Sinking Host

Two independent sets of swapping mechanisms are defined for USB Type-C port implementations, one based on role swapping within the initial state machine connection process and the other based on subsequent use of *USB PD*-based swapping mechanisms.

4.5.1.4.1 USB Type-C State-Machine-Based Role Swapping

During the initial USB Type-C state machine connection process, the products being connected end up in one of the two following roles associated with the termination of its port:

- Rp → VBUS and VCONN source and behaving as a downstream facing port (USB Host)
- Rd → VBUS sink and behaving as an upstream facing port (USB Device)

A USB Type-C DRP-based product may incorporate either or both the Try.SRC and Try.SNK swap mechanisms to affect the resulting role. Try.SRC allows a DRP that has a policy-based preference to be a Source when connecting to another DRP to effect a transition from a destined Sink role to the Source role. Alternately, Try.SNK allows a DRP that has a policy-based preference to be a Sink when connecting to another DRP to effect a transition from a destined Source role to the Sink role. Connection timing and other factors are involved in this process as defined in the USB Type-C state machine operation (see Section 4.5.2). It is important to note that these mechanisms, Try.SRC and Try.SNK, can only be used once as part of the initial connection process.

Try.SRC and Try.SNK are intended to ensure more predictable power roles when initially connecting two DRPs, especially if the port partner does not support *USB PD*. For example, a small mobile device may want to implement Try.SNK, so that when attaching to a DRP laptop, the mobile device will always initially be the power sink. Similarly, a laptop or Power Bank may wish to implement Try.SRC to ensure it always sources power to attached DRPs. Self-powered devices such as AMAs or those whose primary function is a data UFP may also consider implementing Try.SNK to ensure they can properly expose their functionality. If both sides support *USB PD*, the appropriate roles may then be further refined or swapped as per the *USB PD* specification.

4.5.1.4.2 USB PD-based Power Role, Data Role and VCONN Swapping

Following the completion of the initial USB Type-C state machine connection process, products may use *USB PD*-based swapping mechanisms to command a change power roles, data roles and which end of the cable will supply VCONN. These mechanisms are:

- *USB PD* PR_Swap : swaps Source (Rp) and Sink (Rd)
- *USB PD* DR_Swap : swaps DFP (host data) and UFP (device data) roles

- *USB PD VCONN_Swap* : swaps which port supplies VCONN

Table 4-12 summarizes the behaviors of a port in response to the three *USB PD* swap commands.

Table 4-12 USB PD Swapping Port Behavior Summary

	DFP/UFP Data Roles	Rp/Rd	VBUS Source/Sink	VCONN Source
PR_Swap	Unchanged	Swapped	Swapped	Unchanged
DR_Swap	Swapped	Unchanged	Unchanged	Unchanged
VCONN_Swap	Unchanged	Unchanged	Unchanged	Swapped*

* Swapping of VCONN source port

4.5.1.4.3 Power Role Behavioral Model Summary

Table 4-13 provides a summary of the defining characteristics of the seven fundamental power roles.

Table 4-13 Power Role Behavioral Model Summary

Power Role	Toggles	PR_Swap	USB Host	USB Device	DFP	UFP	DR_Swap	Try_SRC/ Try_SNK	Connects with
Source-Only	No	NA	Opt.	Opt. ¹	Req.	Opt.	Opt.	NA	Sink/ DRP
Source (Default)	No	Req.	Opt.	Opt. ¹	Req.	Opt.	Opt.	NA	Sink/ DRP
Sink-Only	No	NA	Opt. ¹	Opt.	Opt.	Req.	Opt.	NA	Source/ DRP
Sink (Default)	No	Req.	Opt. ¹	Opt.	Opt.	Req.	Opt.	NA	Source/ DRP
DRP	Req.	Req.	Opt.	Opt.	Req.	Req.	Req.	Opt.	Source/ Sink/ DRP
	Req.	Req.	NA	Req.	Req.	Req.	Req.	Opt.	
	Req.	Req.	Req.	NA	Req.	Req.	Req.	Opt.	

Note: 1. Requires use of DR_Swap

4.5.2 CC Functional and Behavioral Requirements

This section provides the functional and behavioral requirements for implementing CC. The first sub-section provides connection state diagrams that are the basis for the remaining sub-sections.

The terms Source (SRC) and Sink (SNK) used in this section refer to the port's power role while the terms DFP and UFP refer to the port's data role. A DRP (Dual-Role-Power) port is capable of acting as either a Source or Sink. Typically Sources are found on hosts and supply VBUS while a Sink is found on a device and consumes power from VBUS. When a connection is initially made, the port's initial power state and data role are established. *USB PD* introduces three swap commands that may alter a port's power or data role:

- The PR_Swap command changes the port's power state as reflected in the following state machines. PR_Swap does not change the port sourcing VCONN.
- The DR_Swap command has no effect on the following state machines or VCONN as it only changes the port's data role.
- VCONN_Swap command changes the port sourcing VCONN. The PR_Swap command and DR_Swap command have no effect on the port sourcing VCONN.

Note: *USB PD* defines another optional swapping mechanism (FR_Swap) that is used in a special case where a user interaction could inadvertently trigger a need to change the source of VBUS. A variant of PR_Swap, FR_Swap similarly swaps Source (Rp) and Sink (Rd) between two connected ports. For purposes of this specification, only PR_Swap is explicitly considered in the behavior requirements and implementations that support FR_Swap should, where applicable, apply PR_Swap-related behaviors to FR_Swap. See the *USB PD* specification for further details regarding FR_Swap.

The connection state diagrams and CC behavior descriptions in this section describe the behavior of receptacle-based ports. The plug on a direct connect device or a device with a captive cable shall behave as a plug on a cable that is attached at its other end in normal orientation to a receptacle. These devices shall apply and sense CC voltage levels on pin A5 only and pin B5 shall have an impedance above z_{OPEN} , unless it is a VCONN-Powered Accessory, in which case B5 shall have an impedance R_a .

4.5.2.1 Connection State Diagrams

This section provides reference connection state diagrams for CC-based behaviors.

Refer to Section 4.5.2.2 for the specific state transition requirements related to each state shown in the diagrams.

Refer to Section 4.5.2.4 for a description of which states are mandatory for each port type, and a list of states where *USB PD* communication is permitted.

Figure 4-12 illustrates a connection state diagram for a Source (Host/Hub DFP).

Figure 4-12 Connection State Diagram: Source

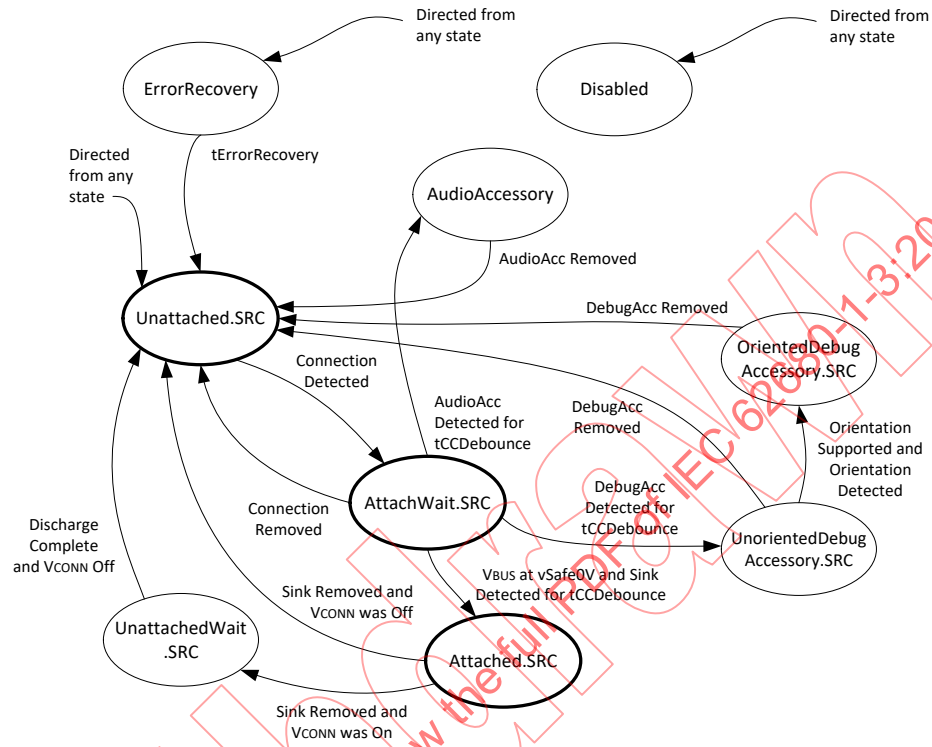


Figure 4-13 illustrates a connection state diagram for a simple Sink (Device/Hub UFP).

Figure 4-13 Connection State Diagram: Sink

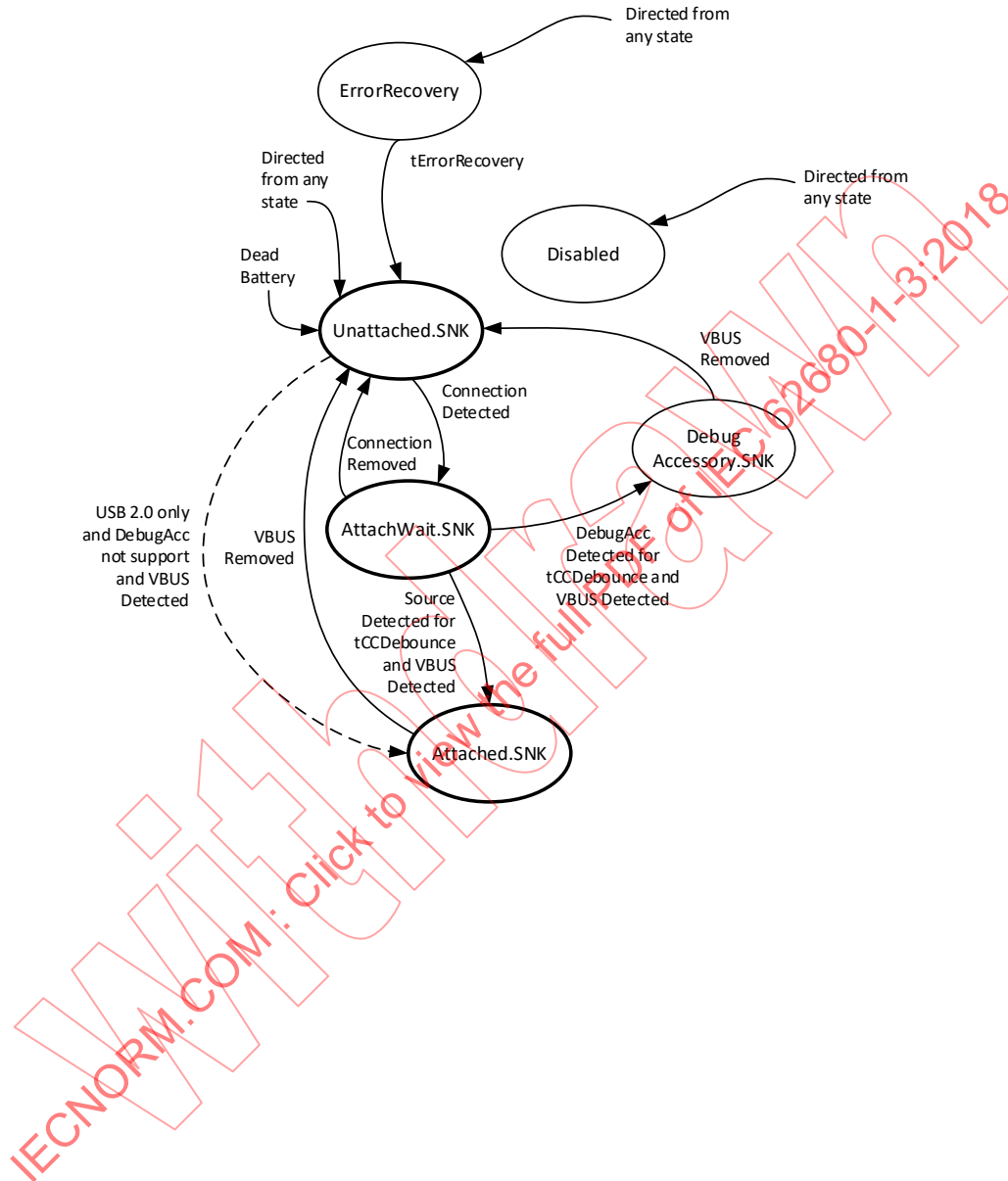


Figure 4-14 Connection State Diagram: Sink with Accessory Support

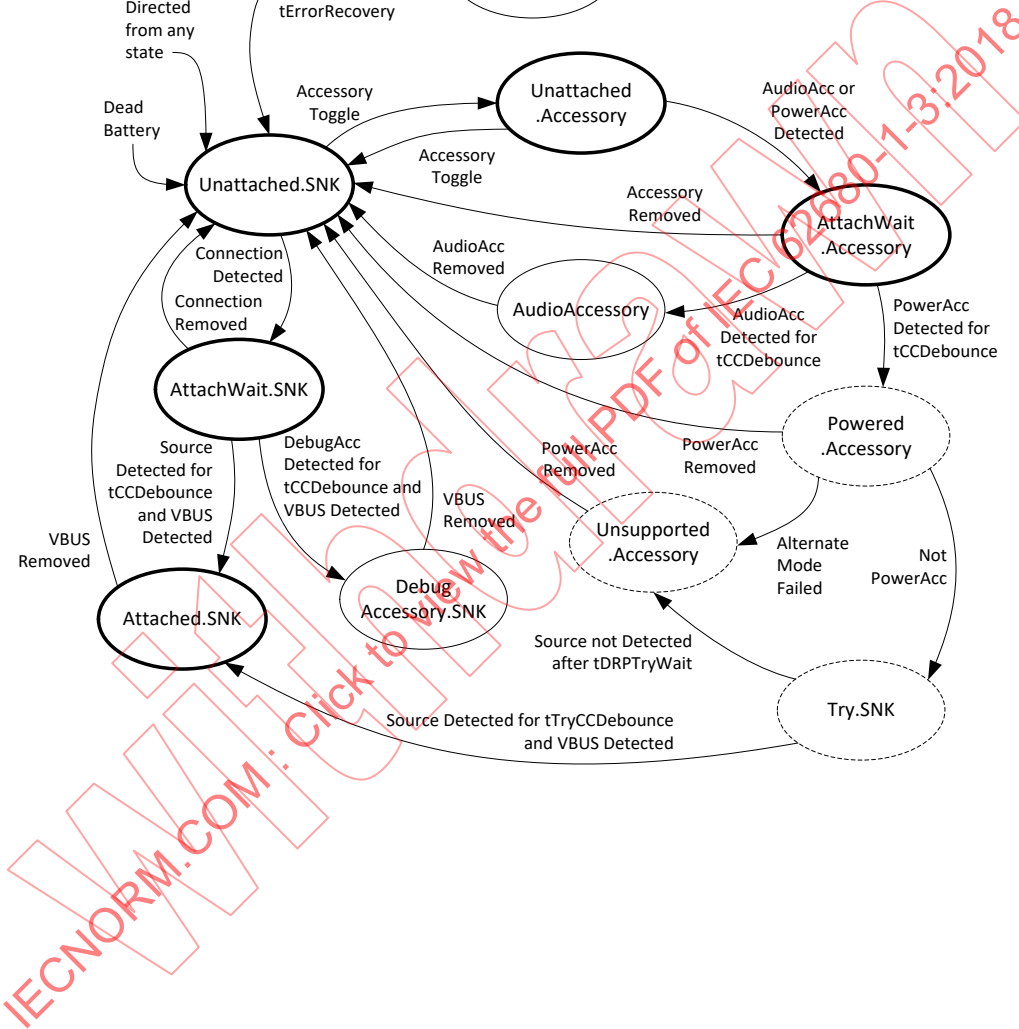


Figure 4-15 illustrates a connection state diagram for a simple DRP (Dual-Role-Power) port.

Figure 4-15 Connection State Diagram: DRP

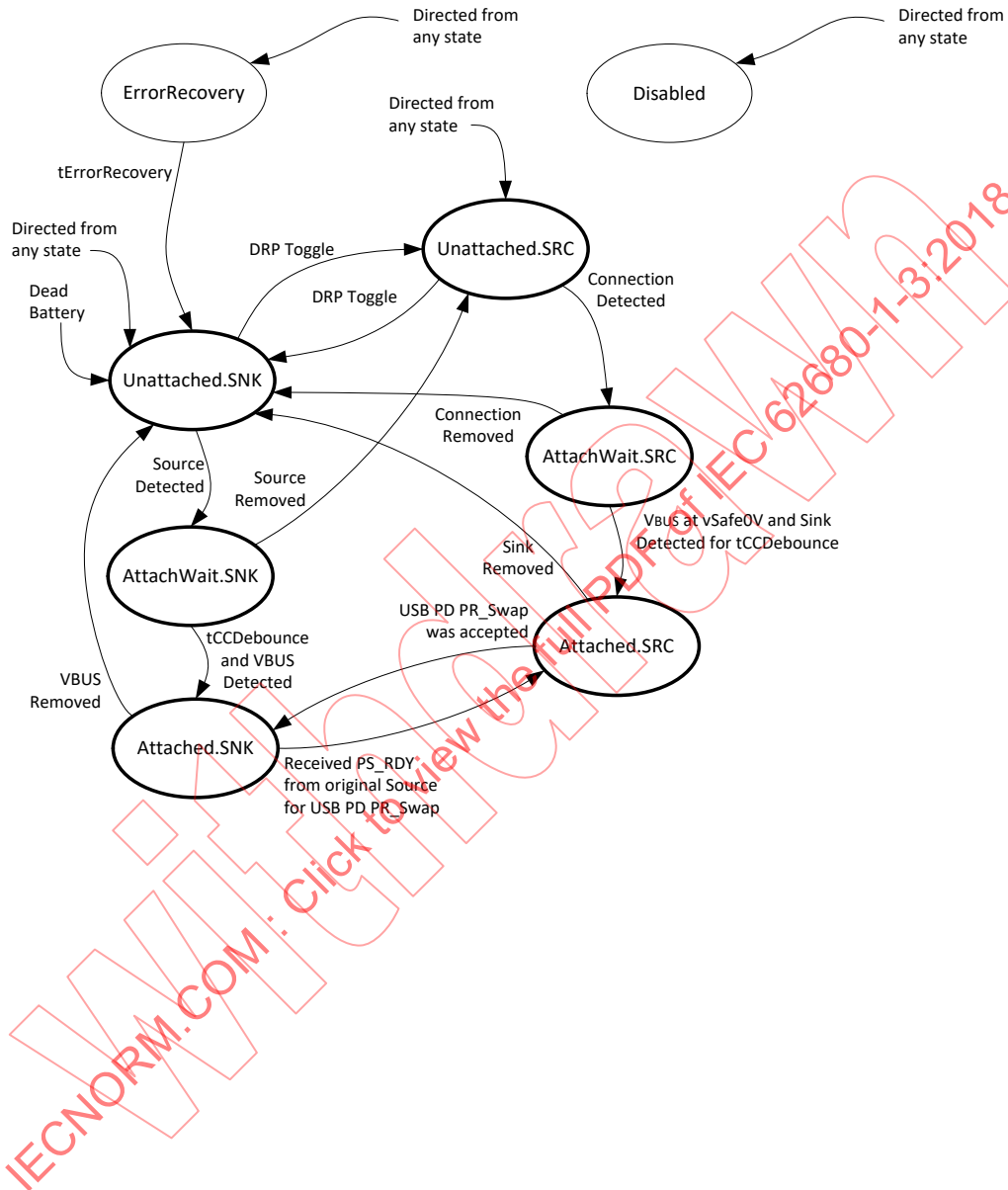


Figure 4-16 illustrates a connection state diagram for a DRP that supports Try.SRC and Accessory Modes.

Figure 4-16 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SRC Support

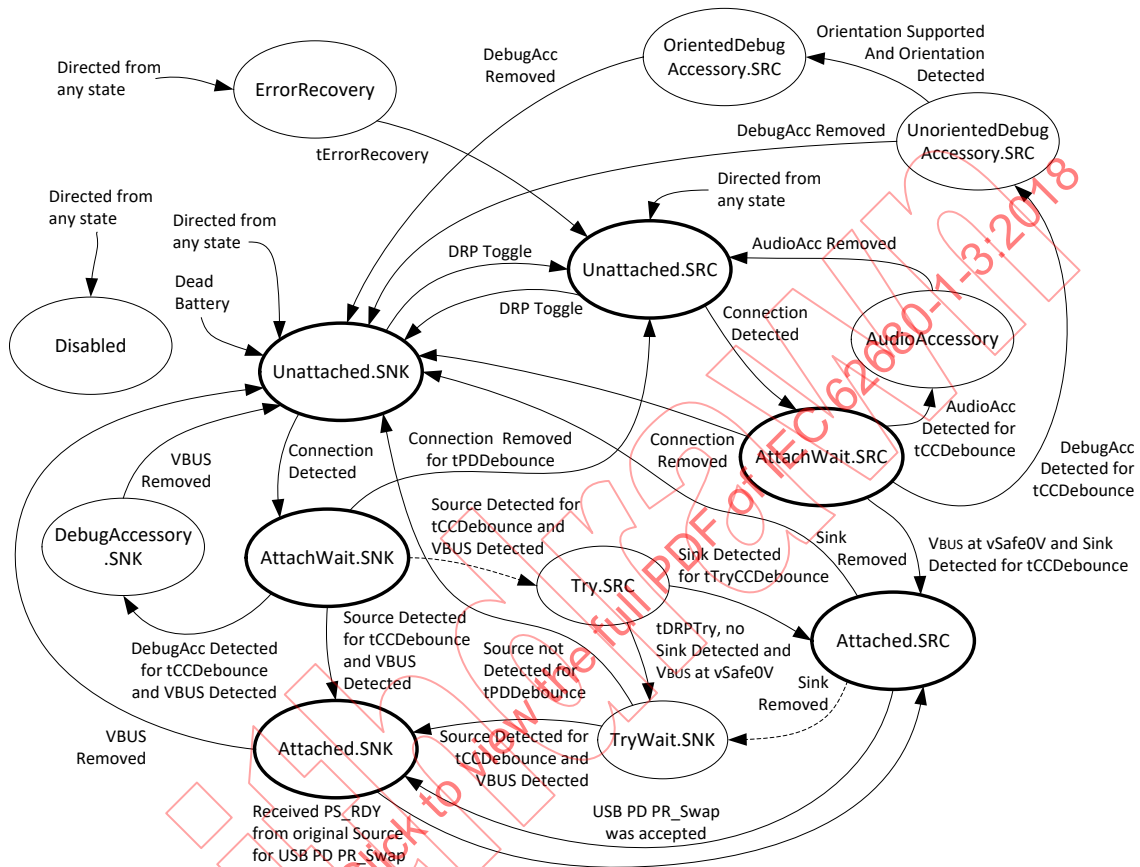
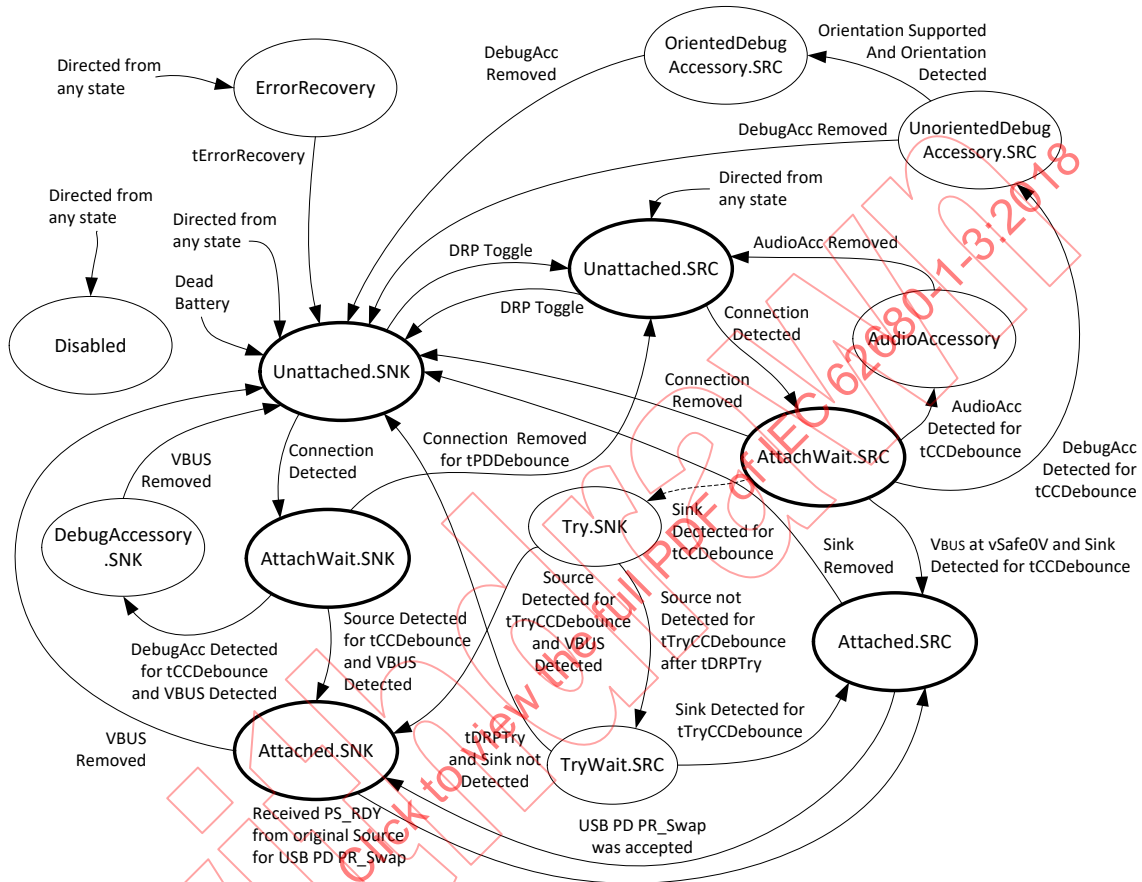


Figure 4-17 illustrates a connection state diagram for a DRP that supports Try.SNK and Accessory Modes.

Figure 4-17 Connection State Diagram: DRP with Accessory and Try.SNK Support



4.5.2.2 Connection State Machine Requirements

Entry into any unattached state when "directed from any state" shall not be used to override tDRP toggle.

A DRP or a Sink may consume default power from VBUS in any state where it is not required to provide VBUS.

The following two tables define the electrical states for a CC pin in both a Source and a Sink. Every port has CC1 and CC2 pins, each with its own individual CC pin state. The combination of a port's CC1 and CC2 pin states are used to define the conditions under which a port transitions from one state to another.

Table 4-14 Source Port CC Pin State

CC Pin State	Port partner CC Termination	Voltage Detected on CC when port asserts R_p
SRC.Open	Open, R_p	Above v_{OPEN}
SRC.Rd	R_d	Within the v_{Rd} range (i.e., between minimum v_{Rd} and maximum v_{Rd})
SRC.Ra	R_a	Below maximum v_{Ra}

Table 4-15 Sink Port CC Pin State

CC Pin State	Port partner CC Termination	Voltage Detected on CC when port asserts R_d
SNK. R_p	R_p	Above minimum $v_{Rd-Connect}$
SNK.Open	Open, R_a , R_d	Below maximum v_{Ra}

4.5.2.2.1 Disabled State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The Disabled state is where the port prevents connection from occurring by removing all terminations from the CC pins.

The port should transition to the Disabled state from any other state when directed. When the port transitions to the Disabled state from Attached.SNK, it shall keep all terminations on the CC pins removed for a minimum of tErrorRecovery.

A port may choose not to support the Disabled state. If the Disabled state is not supported, the port shall be directed to either the Unattached.SNK or Unattached.SRC states after power-on.

4.5.2.2.1.1 Disabled State Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN, and shall present a high-impedance to ground (above z_{OPEN}) on its CC1 and CC2 pins.

4.5.2.2.1.2 Exiting From Disabled State

A Sink shall transition to Unattached.SNK when directed.

A Source shall transition to Unattached.SRC when directed.

A DRP shall transition to either Unattached.SNK or Unattached.SRC when directed.

4.5.2.2.2 ErrorRecovery State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The ErrorRecovery state is where the port removes the terminations from the CC1 and CC2 pins for tErrorRecovery followed by transitioning to the appropriate Unattached.SNK or Unattached.SRC state based on port type. This is the equivalent of forcing a detach event and looking for a new attach.

The port should transition to the ErrorRecovery state from any other state when directed.

A port may choose not to support the ErrorRecovery state. If the ErrorRecovery state is not supported, the port shall be directed to the Disabled state if supported. If the Disabled state is not supported, the port shall be directed to either the Unattached.SNK or Unattached.SRC states.

4.5.2.2.2.1 ErrorRecovery State Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN, and shall present a high-impedance to ground (above zOPEN) on its CC1 and CC2 pins.

4.5.2.2.2.2 Exiting From ErrorRecovery State

A Sink shall transition to Unattached.SNK after tErrorRecovery.

A Source shall transition to Unattached.SRC after tErrorRecovery.

A DRP (Figure 4-15) and a DRP with Accessory and Try.SNK Support (Figure 4-17) shall transition to Unattached.SNK after tErrorRecovery.

A DRP with Accessory and Try.SRC Support (Figure 4-16) shall transition to Unattached.SRC after tErrorRecovery.

4.5.2.2.3 Unattached.SNK State

This state appears in Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

When in the Unattached.SNK state, the port is waiting to detect the presence of a Source.

A port with a dead battery shall enter this state while unpowered.

4.5.2.2.3.1 Unattached.SNK Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

Both CC1 and CC2 pins shall be independently terminated to ground through Rd.

4.5.2.2.3.2 Exiting from Unattached.SNK State

If the port supports *USB PD* or accessories, the port shall transition to AttachWait.SNK when a Source connection is detected, as indicated by the SNK.Rp state on at least one of its CC pins.

A USB 2.0 only Sink that doesn't support accessories and is self-powered or requires only default power and does not support *USB PD* may transition directly to Attached.SNK when VBUS is detected.

A DRP shall transition to Unattached.SRC within tDRPTransition after the state of both CC pins is SNK.Open for tDRP – dcSRC.DRP · tDRP, or if directed.

A Sink with Accessory support shall transition to Unattached.Accessory within tDRPTransition after the state of both the CC1 and CC2 pins is SNK.Open for tDRP – dcSRC.DRP · tDRP, or if directed.

4.5.2.2.4 AttachWait.SNK State

This state appears in Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

When in the AttachWait.SNK state, the port has detected the SNK.Rp state on at least one of its CC pins and is waiting for VBUS.

4.5.2.2.4.1 AttachWait.SNK Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

Both the CC1 and CC2 pins shall be independently terminated to ground through Rd.

It is strongly recommended that a USB 3.1 SuperSpeed device hold off VBUS detection to the device controller until the Attached.SNK state or the DebugAccessory.SNK state is reached, i.e. at least one CC pin is in the SNK.Rp state. Otherwise, it may connect as USB 2.0 when attached to a legacy host or hub's DFP.

4.5.2.2.4.2 Exiting from AttachWait.SNK State

A Sink shall transition to Unattached.SNK when the state of both the CC1 and CC2 pins is SNK.Open for at least tPDDebounce.

A DRP shall transition to Unattached.SRC when the state of both the CC1 and CC2 pins is SNK.Open for at least tPDDebounce.

The port shall transition to Attached.SNK after the state of only one of the CC1 or CC2 pins is SNK.Rp for at least tCCDebounce and VBUS is detected. Note the Source may initiate *USB PD* communications which will cause brief periods of the SNK.Open state on one of the CC pins with the state of the other CC pin remaining SNK.Open, but this event will not exceed tPDDebounce.

If the port is a VCONN-Powered Accessory or a VCONN-Powered USB Device, the port shall transition to Attached.SNK when either VCONN or VBUS is detected. The port may transition without waiting tCCDebounce on CC.

If the port supports Debug Accessory Mode, the port shall transition to DebugAccessory.SNK if the state of both the CC1 and CC2 pins is SNK.Rp for at least tCCDebounce and VBUS is detected. Note the DAM Source may initiate *USB PD* communications which will cause brief periods of the SNK.Open state on one of the CC pins with the state of the other CC pin remaining SNK.Rp, but this event will not exceed tPDDebounce.

A DRP that strongly prefers the Source role may optionally transition to Try.SRC instead of Attached.SNK when the state of only one CC pin has been SNK.Rp for at least tCCDebounce and VBUS is detected.

4.5.2.2.5 Attached.SNK State

This state appears in Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

When in the Attached.SNK state, the port is attached and operating as a Sink. When the port initially enters this state it is also operating as a UFP. The power and data roles can be changed using *USB PD* commands.

A port that entered this state directly from Unattached.SNK due to detecting VBUS shall not determine orientation or availability of higher than Default USB Power and shall not use *USB PD*.

4.5.2.2.5.1 Attached.SNK Requirements

If the port needs to determine the orientation of the connector, it shall do so only upon entry to this state by detecting which of the CC1 or CC2 pins is connected through the cable (i.e., the CC pin that is in the SNK.Rp state).

If the port supports signaling on USB SuperSpeed pairs, it shall functionally connect the USB SuperSpeed pairs and maintain the connection during and after a *USB PD* PR_Swap.

If the port has entered the Attached.SNK state from the AttachWait.SNK or TryWait.SNK states, only one of the CC1 or CC2 pins will be in the SNK.Rp state. The port shall continue to terminate this CC pin to ground through Rd.

If the port has entered the Attached.SNK state from the Attached.SRC state following a *USB PD* PR_Swap, the port shall terminate the connected CC pin to ground through Rd.

The port shall meet the Sink Power Sub-State requirements specified in Section 4.5.2.3.

If the port is a VCONN-Powered USB Device, it shall respond to *USB PD* cable identity queries on SOP'. It shall not send or respond to messages on SOP. It shall ensure there is sufficient capacitance on CC to meet cReceiver as defined in *USB PD*.

The port may negotiate a *USB PD* PR_Swap, DR_Swap or VCONN_Swap.

By default, upon entry from AttachWait.SNK or Unattached.SNK, VCONN shall not be supplied in the Attached.SNK state. If Attached.SNK is entered from Attached.SRC as a result of a *USB PD* PR_Swap, it shall maintain VCONN supply state, whether on or off, and its data role/connections. A *USB PD* DR_Swap has no effect on which port sources VCONN.

The port may negotiate a *USB PD* VCONN_Swap. When the port successfully executes *USB PD* VCONN_Swap operation and was not sourcing VCONN, it shall start sourcing VCONN within tVCONNON. The port shall execute the VCONN_Swap in a make-before-break sequence in order

to keep active USB Type-C to USB Type-C cables powered. When the port successfully executes *USB PD* VCONN_Swap operation and was sourcing VCONN, it shall stop sourcing VCONN within tVCONNOFF.

4.5.2.2.5.2 Exiting from Attached.SNK State

A port that is not a VCONN-Powered USB Device and is not in the process of a *USB PD* PR_Swap or a *USB PD* Hard Reset or a *USB PD* FR_Swap shall transition to Unattached.SNK within tSinkDisconnect when VBUS falls below vSinkDisconnect for VBUS operating at or below 5 V or below vSinkDisconnectPD when negotiated by *USB PD* to operate above 5 V.

A VCONN-Powered USB Device shall return to Unattached.SNK when VBUS has fallen below vSinkDisconnect and VCONN has fallen below vVCONNDisconnect.

A port that has entered into *USB PD* communications with the Source and has seen the CC voltage exceed vRd-USB may monitor the CC pin to detect cable disconnect in addition to monitoring VBUS.

A port that is monitoring the CC voltage for disconnect (but is not in the process of a *USB PD* PR_Swap or *USB PD* FR_Swap) shall transition to Unattached.SNK within tSinkDisconnect after the CC voltage remains below vRd-USB for tPDDebounce.

If supplying VCONN, the port shall cease to supply it within tVCONNOFF of exiting Attached.SNK.

After receiving a *USB PD* PS_RDY from the original Source during a *USB PD* PR_Swap, the port shall transition directly to the Attached.SRC state (i.e., remove Rd from CC, assert Rp on CC and supply VBUS), but shall maintain its VCONN supply state, whether off or on, and its data role/connections.

4.5.2.2.6 UnattachedWait.SRC State

This state appears in Figure 4-12.

When in the UnattachedWait.SRC state, the port is discharging the CC pin that was providing VCONN in the previous Attached.SRC state.

4.5.2.2.6.1 UnattachedWait.SRC Requirements

The port shall not enable VBUS or VCONN.

The port shall complete the VCONN turn off initiated when leaving the previous Attached.SRC state.

The port shall continue to provide an Rp termination, as specified in Table 4-20, on the CC pin not being discharged.

The port shall not provide an Rp termination on the CC pin being discharged.

The port shall provide an Rdch termination on the CC pin being discharged.

The port shall discharge the CC pin being discharged below vVCONNDischarge.

4.5.2.2.6.2 Exiting from UnattachedWait.SRC State

The port shall transition to Unattached.SRC when both VCONN is turned off and the CC pin is below vVCONNDischarge.

4.5.2.2.7 Unattached.SRC State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

When in the Unattached.SRC state, the port is waiting to detect the presence of a Sink or an Accessory.

4.5.2.2.7.1 Unattached.SRC Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

The port shall source current on both the CC1 and CC2 pins independently.

The port shall provide a separate Rp termination on the CC1 and CC2 pins as specified in Table 4-20. Note: A Source with a captive cable or just a plug presents a single Rp termination on its CC pin (A5).

4.5.2.2.7.2 Exiting from Unattached.SRC State

The port shall transition to AttachWait.SRC when:

- The SRC.Rd state is detected on either CC1 or CC2 pin or
- The SRC.Ra state is detected on both the CC1 and CC2 pins.

Note: A cable without an attached device can be detected, when the SRC.Ra state is detected on one of the CC1 or CC2 pins and the other CC pin is SRC.Open. However in this case, the port shall not transition to AttachWait.SRC.

A DRP shall transition to Unattached.SNK within tDRPTransition after dcSRC.DRP · tDRP, or if directed.

4.5.2.2.8 AttachWait.SRC State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The AttachWait.SRC state is used to ensure that the state of both of the CC1 and CC2 pins is stable after a Sink is connected.

4.5.2.2.8.1 AttachWait.SRC Requirements

The requirements for this state are identical to Unattached.SRC.

4.5.2.2.8.2 Exiting from AttachWait.SRC State

The port shall transition to Attached.SRC when VBUS is at vSafe0V and the SRC.Rd state is detected on exactly one of the CC1 or CC2 pins for at least tCCDebounce.

If the port supports Audio Adapter Accessory Mode, it shall transition to AudioAccessory when the SRC.Ra state is detected on both the CC1 and CC2 pins for at least tCCDebounce.

If the port supports Debug Accessory Mode, it shall transition to UnorientedDebugAccessory.SRC when VBUS is at vSafe0V and the SRC.Rd state is detected on both the CC1 and CC2 pins for at least tCCDebounce.

A Source shall transition to Unattached.SRC and a DRP to Unattached.SNK when the SRC.Open state is detected on both the CC1 and CC2 pins. The Source shall detect the SRC.Open state within tSRCDisconnect, but should detect it as quickly as possible.

A Source shall transition to Unattached.SRC and a DRP to Unattached.SNK when the SRC.Open state is detected on either the CC1 or CC2 pin and the other CC pin is SRC.Ra. The Source shall detect the SRC.Open state within tSRCDisconnect, but should detect it as quickly as possible.

A DRP that strongly prefers the Sink role may optionally transition to Try.SNK instead of Attached.SRC when VBUS is at vSafe0V and the SRC.Rd state is detected on exactly one of the CC1 or CC2 pins for at least tCCDebounce.

4.5.2.2.9 Attached.SRC State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-15, Figure 4-16 and Figure 4-17.

When in the Attached.SRC state, the port is attached and operating as a Source. When the port initially enters this state it is also operating as a DFP. Subsequently, the initial power and data roles can be changed using *USB PD* commands.

4.5.2.2.9.1 Attached.SRC Requirements

If the port needs to determine the orientation of the connector, it shall do so only upon entry to the Attached.SRC state by detecting which of the CC1 or CC2 pins is connected through the cable, i.e., which CC pin is in the SRC.Rd state.

If the port has entered this state from the AttachWait.SRC state or the Try.SRC state, the SRC.Rd state will be on only one of the CC1 or CC2 pins. The port shall source current on this CC pin and monitor its state.

If the port has entered this state from the Attached.SNK state as the result of a *USB PD* PR_Swap, the port shall source current on the connected CC pin and monitor its state.

The port shall provide an Rp as specified in Table 4-20.

The port shall supply VBUS current at the level it advertises on Rp.

The port shall supply VBUS within tVBUSON of entering this state, and for as long as it is operating as a power source.

The port shall not initiate any *USB PD* communications until VBUS reaches vSafe5V.

If the port supports signaling on USB SuperSpeed pairs, it shall:

- Functionally connect the USB SuperSpeed pairs

- For VCONN, do one of two things:
 - Supply VCONN unconditionally to the CC pin not in the SRC.Rd state, or
 - Supply VCONN to the CC pin in the SRC.Ra state.

A port that does not support signaling on USB SuperSpeed pairs may supply VCONN in the same manner described above.

The port may negotiate a *USB PD* PR_Swap, DR_Swap or VCONN_Swap.

If the port supplies VCONN, it shall do so within tVCONNON.

The port may query the identity of the cable via *USB PD* on SOP'. If it detects that it is connected to a VCONN-Powered USB Device, the port may remove VBUS and discharge it to vSafe0V, while continuing to remain in this state with VCONN applied. The port may also initiate other SOP' communication, such as to update the VPD firmware.

The port shall not supply VCONN if it has entered this state as a result of a *USB PD* PR_Swap and was not previously supplying VCONN. A *USB PD* DR_Swap has no effect on which port sources VCONN.

The port may negotiate a *USB PD* VCONN_Swap. When the port successfully executes *USB PD* VCONN_Swap operation and was sourcing VCONN, it shall stop sourcing VCONN within tVCONNOFF. The port shall execute the VCONN_Swap in a make-before-break sequence in order to keep active USB Type-C to USB Type-C cables powered. When the port successfully executes *USB PD* VCONN_Swap operation and was not sourcing VCONN, it shall start sourcing VCONN within tVCONNON.

4.5.2.2.9.2 Exiting from Attached.SRC State

A Source that is supplying VCONN shall transition to UnattachedWait.SRC when the SRC.Open state is detected on the monitored CC pin. The Source shall detect the SRC.Open state within tSRCDisconnect, but should detect it as quickly as possible.

A Source that is not supplying VCONN shall transition to Unattached.SRC when the SRC.Open state is detected on the monitored CC pin. The Source shall detect the SRC.Open state within tSRCDisconnect, but should detect it as quickly as possible.

When the SRC.Open state is detected on the monitored CC pin, a DRP shall transition to Unattached.SNK unless it strongly prefers the Source role. In that case, it shall transition to TryWait.SNK. This transition to TryWait.SNK is needed so that two devices that both prefer the Source role do not loop endlessly between Source and Sink. In other words, a DRP that would enter Try.SRC from AttachWait.SNK shall enter TryWait.SNK for a Sink detach from Attached.SRC.

A port shall cease to supply VBUS within tVBUSOFF of exiting Attached.SRC.

A port that is supplying VCONN shall cease to supply it within tVCONNOFF of exiting Attached.SRC, unless it is exiting as a result of a *USB PD* PR_Swap.

After a *USB PD* PR_Swap is accepted (i.e., either an Accept message is received or acknowledged), a DRP shall transition directly to the Attached.SNK state (i.e., remove Rp from

CC, assert Rd on CC and stop supplying VBUS) and maintain its current data role, connection and VCONN supply state.

4.5.2.2.10 Try.SRC State

This state appears in Figure 4-16.

When in the Try.SRC state, the port is querying to determine if the port partner supports the Sink role.

Note: if both Try.SRC and Try.SNK mechanisms are implemented, only one shall be enabled by the port at any given time. Deciding which of these two mechanisms is enabled is product design-specific.

4.5.2.2.10.1 Try.SRC Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

The port shall source current on both the CC1 and CC2 pins independently.

The port shall provide an Rp as specified in Table 4-20.

4.5.2.2.10.2 Exiting from Try.SRC State

The port shall transition to Attached.SRC when the SRC.Rd state is detected on exactly one of the CC1 or CC2 pins for at least tTryCCDebounce.

The port shall transition to TryWait.SNK after tDRPTry and the SRC.Rd state has not been detected and VBUS is within vSafe0V, or after tTryTimeout and the SRC.Rd state has not been detected.

4.5.2.2.11 TryWait.SNK State

This state appears in Figure 4-16.

When in the TryWait.SNK state, the port has failed to become a Source and is waiting to attach as a Sink. Alternatively the port is responding to the Sink being removed while in the Attached.SRC state.

4.5.2.2.11.1 TryWait.SNK Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

Both the CC1 and CC2 pins shall be independently terminated to ground through Rd.

4.5.2.2.11.2 Exiting from TryWait.SNK State

The port shall transition to Attached.SNK after tCCDebounce if or when VBUS is detected. Note the Source may initiate *USB PD* communications which will cause brief periods of the SNK.Open state on both the CC1 and CC2 pins, but this event will not exceed tPDDebounce.

The port shall transition to Unattached.SNK when the state of both of the CC1 and CC2 pins is SNK.Open for at least tPDDebounce.

4.5.2.2.12 Try.SNK State

This state appears in Figure 4-14 and Figure 4-17.

When in the Try.SNK state, the port is querying to determine if the port partner supports the Source role.

Note: if both Try.SRC and Try.SNK mechanisms are implemented, only one shall be enabled by the port at any given time. Deciding which of these two mechanisms is enabled is product design-specific.

4.5.2.2.12.1 Try.SNK Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

Both the CC1 and CC2 pins shall be independently terminated to ground through Rd.

4.5.2.2.12.2 Exiting from Try.SNK State

The port shall wait for tDRPTry and only then begin monitoring the CC1 and CC2 pins for the SNK.Rp state.

The port shall then transition to Attached.SNK when the SNK.Rp state is detected on exactly one of the CC1 or CC2 pins for at least tTryCCDebounce and VBUS is detected.

Alternatively, the port shall transition to TryWait.SRC if SNK.Rp state is not detected for tTryCCDebounce. A Sink with Accessory Support shall transition to Unsupported.Accessory if SNK.Rp state is not detected for tDRPTryWait.

Note: The Source may initiate USB PD communications which will cause brief periods of the SNK.Open state on both the CC1 and CC2 pins, but this event will not exceed tTryCCDebounce.

4.5.2.2.13 TryWait.SRC State

This state appears in Figure 4-17.

When in the TryWait.SRC state, the port has failed to become a Sink and is waiting to attach as a Source.

4.5.2.2.13.1 TryWait.SRC Requirements

The requirements for this state are identical to Unattached.SRC.

4.5.2.2.13.2 Exiting from TryWait.SRC State

The port shall transition to Attached.SRC when VBUS is at vSafe0V and the SRC.Rd state is detected on exactly one of the CC pins for at least tTryCCDebounce.

The port shall transition to Unattached.SNK after tDRPTry if neither of the CC1 or CC2 pins are in the SRC.Rd state.

4.5.2.2.14 Unattached.Accessory State

This state appears in Figure 4-14.

The Unattached.Accessory state allows accessory-supporting Sinks to connect to audio or VCONN-Powered Accessories.

This state is functionally equivalent to the Unattached.SRC state in a DRP, except that Attached.SRC is not supported.

4.5.2.2.14.1 Unattached.Accessory Requirements

The port shall not drive VBUS or VCONN.

The port shall source current on both the CC1 and CC2 pins independently.

The port shall provide an R_p as specified in Table 4-20.

4.5.2.2.14.2 Exiting from Unattached.Accessory State

A port that supports Audio Adapter Accessory Mode shall transition to AttachWait.Accessory when the state of both CC pins is SRC.Ra.

A port that supports VCONN-Powered Accessories also shall transition to AttachWait.Accessory when the state of either CC1 or CC2 pin is SRC.Ra and the other CC pin is SRC.Rd.

Otherwise, the port shall transition to Unattached.SNK within $t_{DRPTransition}$ after $dcSRC.DRP$ · t_{DRP} , or if directed.

4.5.2.2.15 AttachWait.Accessory State

This state appears in Figure 4-14.

The AttachWait.Accessory state is used to ensure that the state of both of the CC1 and CC2 pins is stable after a cable is plugged in.

4.5.2.2.15.1 AttachWait.Accessory Requirements

The requirements for this state are identical to Unattached.Accessory.

4.5.2.2.15.2 Exiting from AttachWait.Accessory State

If the port supports Audio Adapter Accessory Mode, it shall transition to AudioAccessory when the state of both the CC1 and CC2 pins is SRC.Ra for at least $t_{CCDebounce}$.

The port shall transition to Unattached.SNK when the state of either the CC1 or CC2 pin is SRC.Open for at least $t_{CCDebounce}$.

If the port supports VCONN-Powered Accessories, it shall transition to PoweredAccessory state if the state of either the CC1 or CC2 pin is SRC.Rd and the other CC pin is SRC.Ra concurrently for at least $t_{CCDebounce}$.

4.5.2.2.16 AudioAccessory State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-14, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The AudioAccessory state is used for the Audio Adapter Accessory Mode specified in Appendix A.

4.5.2.2.16.1 AudioAccessory Requirements

The port shall reconfigure its pins as detailed in Appendix A.

The port shall not drive VBUS or VCONN. A port that sinks current from the audio accessory over VBUS shall not draw more than 500 mA.

The port shall provide an Rp as specified in Table 4-20.

The port shall source current on at least one of the CC1 or CC2 pins and monitor to detect when the state is no longer SRC.Ra. If the port sources and monitors only one of CC1 or CC2, then it shall ensure that the termination on the unmonitored CC pin does not affect the monitored signal when the port is connected to an Audio Accessory that may short both CC1 and CC2 pins together.

4.5.2.2.16.2 Exiting from AudioAccessory State

If the port is a Sink, the port shall transition to Unattached.SNK when the state of the monitored CC1 or CC2 pin(s) is SRC.Open for at least tCCDebounce.

If the port is a Source or DRP, the port shall transition to Unattached.SRC when the state of the monitored CC1 or CC2 pin(s) is SRC.Open for at least tCCDebounce.

4.5.2.2.17 UnorientedDebugAccessory.SRC

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The UnorientedDebugAccessory.SRC state is used for the Debug Accessory Mode specified in Appendix B.

4.5.2.2.17.1 UnorientedDebugAccessory.SRC Requirements

This mode is for debug only and shall not be used for communicating with commercial products.

The port shall provide an Rp as specified in Table 4-20 on both the CC1 and CC2 pins and monitor to detect when the state of either is SRC.Open.

The port shall supply VBUS current at the level it advertises on Rp. The port shall not drive VCONN.

The port may connect any non-orientation specific debug signals for Debug Accessory Mode operation only after entry to this state.

4.5.2.2.17.2 Exiting from UnorientedDebugAccessory.SRC State

If the port is a Source, the port shall transition to Unattached.SRC when the SRC.Open state is detected on either the CC1 or CC2 pin.

If the port is a DRP, the port shall transition to Unattached.SNK when the SRC.Open state is detected on either the CC1 or CC2 pin.

The port shall transition to `OrientedDebugAccessory.SRC` state if orientation is required and detected as described in Section B.2.6.1.2.

4.5.2.2.18 OrientedDebugAccessory.SRC State

This state appears in Figure 4-12, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The `OrientedDebugAccessory.SRC` state is used for the Debug Accessory Mode specified in Appendix B.

4.5.2.2.18.1 OrientedDebugAccessory.SRC State Requirements

This mode is for debug only and shall not be used for communicating with commercial products.

The port shall provide an R_p as specified in Table 4-20 on both the CC1 and CC2 pins and monitor to detect when the state of either is `SRC.Open`.

The port shall supply V_{BUS} current at the level it advertises on R_p . The port shall not drive V_{CONN} .

The port shall connect any orientation specific debug signals for Debug Accessory Mode operation only after entry to this state. Any non-orientation specific debug signals for Debug Accessory Mode operation shall be connected or remain connected in this state.

If the port needs to establish *USB PD* communications, it shall do so only after entry to this state. The port shall not initiate any *USB PD* communications until V_{BUS} reaches v_{Safe5V} . In this state, the port takes on the initial *USB PD* role of DFP/Source.

4.5.2.2.18.2 Exiting from OrientedDebugAccessory.SRC State

If the port is a Source, the port shall transition to `Unattached.SRC` when the `SRC.Open` state is detected on either the CC1 or CC2 pin.

If the port is a DRP, the port shall transition to `Unattached.SNK` when the `SRC.Open` state is detected on either the CC1 or CC2 pin.

4.5.2.2.19 DebugAccessory.SNK

This state appears in Figure 4-13, Figure 4-14, Figure 4-16 and Figure 4-17.

The `DebugAccessory.SNK` state is used for the Debug Accessory Mode specified in Appendix B.

4.5.2.2.19.1 DebugAccessory.SNK Requirements

This mode is for debug only and shall not be used for communicating with commercial products.

The port shall not drive V_{BUS} or V_{CONN} .

The port shall provide an R_d as specified in Table 4-21 on both the CC1 and CC2 pins and monitor to detect when the state of either is `SRC.Open`.

If supported, orientation is determined as outlined in Section B.2.6.1.1. The port shall connect any debug signals for Debug Accessory Mode operation only after entry to this state.

4.5.2.2.19.2 Exiting from DebugAccessory.SNK State

The port shall transition to Unattached.SNK when VBUS is no longer present.

4.5.2.2.20 PoweredAccessory State

This state appears in Figure 4-14.

When in the PoweredAccessory state, the port is powering a VCONN-Powered Accessory or VCONN-Powered USB Device.

4.5.2.2.20.1 PoweredAccessory Requirements

If the port needs to determine the orientation of the connector, it shall do so only upon entry to the PoweredAccessory state by detecting which of the CC1 or CC2 pins is connected through the cable (i.e., which CC pin is in the SRC.Rd state).

The SRC.Rd state is detected on only one of the CC1 or CC2 pins. The port shall advertise either 1.5 A or 3.0 A (see Table 4-20) on this CC pin and monitor its state.

The port shall supply VCONN on the unused CC pin within tVconnON-PA of entering the PoweredAccessory state.

The port shall not drive VBUS.

When the port initially enters the PoweredAccessory state it shall operate as a DFP.

The port shall do at least one of the following:

- Use *USB Power Delivery* Structured Vendor Defined Messages (Structured VDMs) to identify the accessory and enter an Alternate Mode.
- Use *USB Power Delivery* to query the identity of the cable to confirm that it is connected to a VCONN-Powered USB Device. The port may also initiate other SOP' communication, such as to update the VPD firmware.

4.5.2.2.20.2 Exiting from PoweredAccessory State

The port shall transition to Unattached.SNK when the SRC.Open state is detected on the monitored CC pin.

The port shall transition to Try.SNK if the attached device is not a VCONN-Powered Accessory or VCONN-Powered USB Device. For example, the attached device does not support *USB PD* or does not respond to *USB PD* commands required for a VCONN-Powered Accessory (e.g., Discover SVIDs, Discover Modes, etc.) or is a Sink or DRP attached through a Powered Cable.

The port shall transition to Unsupported.Accessory if the attached device is a VCONN-Powered Accessory but the port has not successfully entered an Alternate Mode within tAMETimeout (see Section 5.1).

The port shall cease to supply VCONN within tVCONNOFF of exiting the PoweredAccessory state.

4.5.2.2.21 Unsupported.Accessory State

This state appears in Figure 4-14.

If a VCONN-Powered Accessory does not enter an Alternate Mode, the Unsupported.Accessory state is used to wait until the accessory is unplugged before continuing.

4.5.2.2.21.1 Unsupported.Accessory Requirements

Only one of the CC1 or CC2 pins shall be in the SRC.Rd state. The port shall advertise Default USB Power (see Table 4-20) on this CC pin and monitor its voltage.

The port shall not drive VBUS or VCONN.

A Sink with either VCONN-Powered Accessory or VCONN-Powered USB Device support shall provide user notification that it does not recognize or support the attached accessory or device.

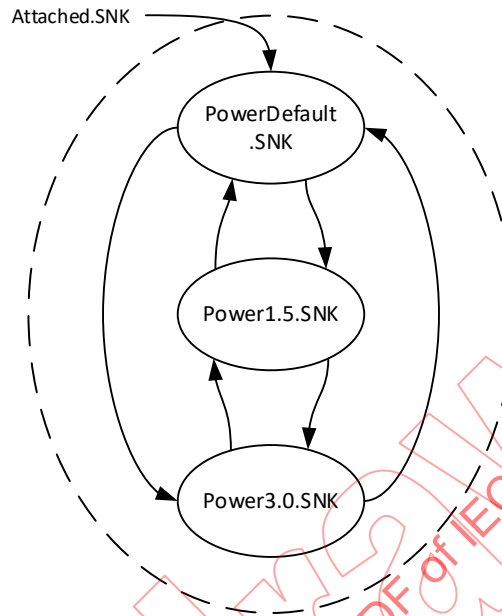
4.5.2.2.21.2 Exiting from Unsupported.Accessory

The port shall transition to Unattached.SNK when the SRC.Open state is detected on the monitored CC pin.

4.5.2.3 Sink Power Sub-State Requirements

When in the Attached.SNK state and the Source is supplying default VBUS, the port shall operate in one of the sub-states shown in Figure 4-18. The initial Sink Power Sub-State is PowerDefault.SNK. Subsequently, the Sink Power Sub-State is determined by Source's USB Type-C current advertisement. The port in Attached.SNK shall remain within the Sink Power Sub-States until either VBUS is removed or a USB PD contract is established with the Source.

Figure 4-18 Sink Power Sub-States



The Sink is only required to implement Sink Power Sub-State transitions if the Sink wants to consume more than default USB current.

4.5.2.3.1 PowerDefault.SNK Sub-State

This sub-state supports Sinks consuming current within the lowest range (default) of Source-supplied current.

4.5.2.3.1.1 PowerDefault.SNK Requirements

The port shall draw no more than the default USB power from VBUS. See Section 4.6.2.1.

If the port wants to consume more than the default USB power, it shall monitor vRd to determine if more current is available from the Source.

4.5.2.3.1.2 Exiting from PowerDefault.SNK

For any change in vRd indicating a change in allowable power, the port shall not transition until the new vRd has been stable for at least tRpValueChange.

For a vRd in the vRd-1.5 range, the port shall transition to the Power1.5.SNK Sub-State.

For a vRd in the vRd-3.0 range, the port shall transition to the Power3.0.SNK Sub-State.

4.5.2.3.2 Power1.5.SNK Sub-State

This sub-state supports Sinks consuming current within the two lower ranges (default and 1.5 A) of Source-supplied current.

4.5.2.3.2.1 Power1.5.SNK Requirements

The port shall draw no more than 1.5 A from VBUS.

The port shall monitor vRd while it is in this sub-state.

4.5.2.3.2.2 Exiting from Power1.5.SNK

For any change in vRd indicating a change in allowable power, the port shall not transition until the new vRd has been stable for at least tRpValueChange.

For a vRd in the vRd-USB range, the port shall transition to the PowerDefault.SNK Sub-State and reduce its power consumption to the new range within tSinkAdj.

For a vRd in the vRd-3.0 range, the port shall transition to the Power3.0.SNK Sub-State.

4.5.2.3.3 Power3.0.SNK Sub-State

This sub-state supports Sinks consuming current within all three ranges (default, 1.5 A and 3.0 A) of Source-supplied current.

4.5.2.3.3.1 Power3.0.SNK Requirements

The port shall draw no more than 3.0 A from VBUS.

The port shall monitor vRd while it is in this sub-state.

4.5.2.3.3.2 Exiting from Power3.0.SNK

For any change in vRd indicating a change in allowable power, the port shall not transition until the new vRd has been stable for at least tRpValueChange.

For a vRd in the vRd-USB range, the port shall transition to the PowerDefault.SNK Sub-State and reduce its power consumption to the new range within tSinkAdj.

For a vRd in the vRd-1.5 range, the port shall transition to the Power1.5.SNK Sub-State and reduce its power consumption to the new range within tSinkAdj.

4.5.2.4 Cable State Machine Requirements

Figure 4-19 illustrates the passive cable eMarker connection state diagram. Figure 4-20 illustrates the active cable eMarker connection state diagram.

Figure 4-19 Passive Cable eMarker State Diagram

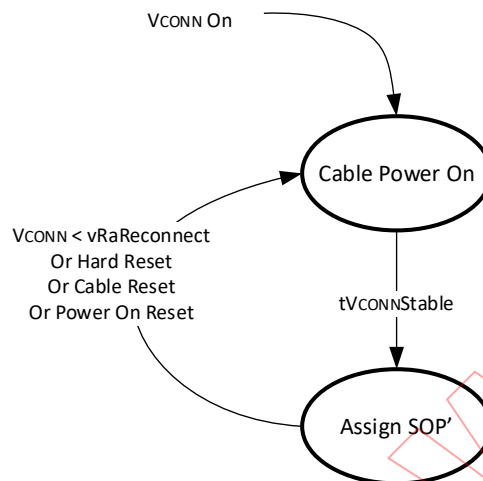
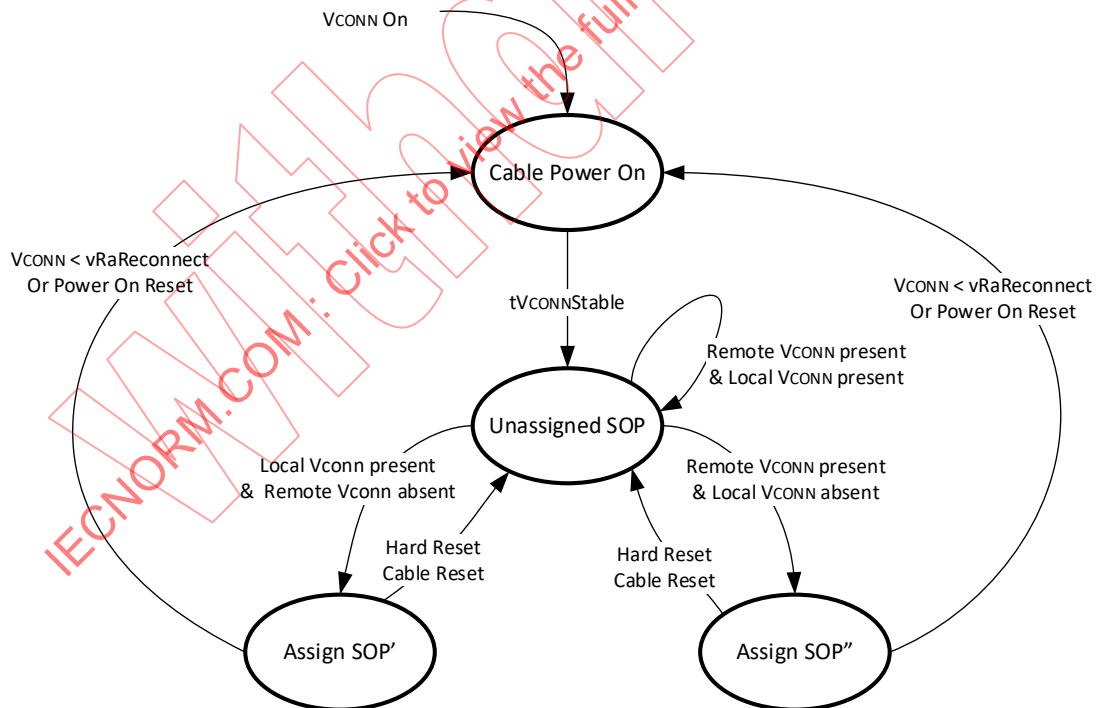


Figure 4-20 Active Cable eMarker State Diagram



4.5.2.4.1 Cable Power On State

This state appears in Figure 4-19 and Figure 4-20. This is the initial power on state for the eMarker in the cable when VCONN is applied.

4.5.2.4.1.1 Cable Power On State Requirements

The eMarker in the cable shall present Ra when no VCONN is applied.

The eMarker in the cable shall power on and may continue to present Ra in this state.

The cable shall not respond to SOP' and SOP" commands in this state.

4.5.2.4.1.2 Exiting from Cable Power On State

The eMarker in a passive cable shall transition to Assign SOP' when it has completed its boot process. The eMarker in the passive cable shall transition to Assign SOP' within tvCONNStable.

The eMarker in an active cable shall transition to Unassigned SOP when it has completed its boot process. The eMarker in the active cable shall transition to Unassigned SOP within tvCONNStable.

4.5.2.4.2 Unassigned SOP State

This state appears in Figure 4-20. The eMarker in the active cable can detect the voltage on VCONN in this state and is waiting to assign SOP' and SOP" if supported.

4.5.2.4.2.1 Unassigned SOP State Requirements

The eMarker in the active cable shall not respond to any USB PD communication sent to SOP' or SOP" while in this state.

The cable shall weaken or remove Ra if it has not already done so.

The Active cable shall meet the Power for Active Cables defined in Table 4-6.

The eMarker in the active cable shall detect VCONN on the local cable plug or on the remote cable plug.

4.5.2.4.2.2 Exiting from Unassigned SOP State

The eMarker in the active cable shall transition to Assign SOP' when it detects VCONN present on its local cable plug and no VCONN being received from the remote cable plug.

The eMarker in the active cable shall transition to Assign SOP" when it detects VCONN being received from the remote cable plug and it does not detect VCONN from its local cable plug. The eMarker in the active cable may stay in Unassigned SOP if it does not support SOP".

The eMarker in the active cable should remain in Unassigned SOP if it detects VCONN present on the local cable plug and the remote cable plug at the same time.

4.5.2.4.3 Assign SOP' State

This state appears in Figure 4-19 and Figure 4-20. The cable eMarker responds to SOP' in this state.

4.5.2.4.3.1 Assign SOP' State Requirements

The eMarker in the passive or active cable shall be able to respond to any *USB PD* communication sent to SOP'.

The eMarker in the passive cable shall weaken or remove R_a if it has not already done so.

Passive cables shall meet the Power for electronically marked passive cables defined in Table 4-6.

Active Cables shall meet the Power for Active cables in Table 4-6.

4.5.2.4.3.2 Exiting from Assign SOP' State

The eMarker in the passive or active cable shall transition to Cable Power On upon sensing V_{CONN} less than $vRaReconnect$ or upon a Power On Reset event.

The eMarker in the passive cable shall transition to Cable Power On upon sensing a Hard Reset or Cable Reset.

The eMarker in the active cable shall transition to Unassigned SOP upon sensing a Hard Reset or Cable Reset.

4.5.2.4.4 Assign SOP" State (Optional Normative)

This state appears in Figure 4-20. The active cable eMarker responds to SOP" in this state. This state is only required to be supported when a second eMarker is in the cable, i.e., when an eMarker is implemented at each end of the cable.

4.5.2.4.4.1 Assign SOP" State Requirements

The eMarker in the active cable shall be able to respond to any *USB PD* communication sent to SOP".

The eMarker shall weaken or remove R_a to meet the maximum power defined in Table 4-6 if it has not already done so.

4.5.2.4.4.2 Exiting from SOP" State

The eMarker in the active cable shall transition to Cable Power On upon sensing V_{CONN} less than $vRaReconnect$ or on a Power On Reset event.

The eMarker in the active cable shall transition to Unassigned SOP upon sensing a Hard Reset or Cable Reset.

4.5.2.5 Connection States Summary

Table 4-16 defines the mandatory and optional states for each type of port.

Table 4-16 Mandatory and Optional States

	SOURCE	SINK	DRP	USB PD Communication
Disabled	Optional	Optional	Optional	Not Permitted
ErrorRecovery	Optional	Optional	Optional	Not Permitted
Unattached.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Not Permitted
AttachWait.SNK	N/A	Mandatory ¹	Mandatory	Not Permitted
Attached.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Permitted
UnattachedWait.SRC	Mandatory or N/A ⁷	N/A	N/A	Not Permitted
Unattached.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Not Permitted
AttachWait.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Not Permitted
Attached.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Permitted
Try.SRC⁴	N/A	N/A	Optional	Not Permitted
TryWait.SNK²	N/A	N/A	Optional	Not Permitted
Try.SNK⁴	N/A	N/A	Optional	Not Permitted
TryWait.SRC⁵	N/A	N/A	Optional	Not Permitted
AudioAccessory	Optional	Optional	Optional	Not Permitted
UnorientedDebugAccessory.SRC	Optional ⁶	N/A	Optional ⁶	Not Permitted
OrientedDebugAccessory.SRC	Optional ⁶	N/A	Optional ⁶	Permitted
DebugAccessory.SNK	N/A	Optional	Optional	Permitted
Unattached.Accessory	N/A	Optional	N/A	Not Permitted
AttachWait.Accessory	N/A	Optional	N/A	Not Permitted
PoweredAccessory	N/A	Optional	N/A	Permitted
Unsupported.Accessory³	N/A	Optional	N/A	Not Permitted
PowerDefault.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Permitted
Power1.5.SNK	N/A	Optional	Optional	Permitted
Power3.0.SNK	N/A	Optional	Optional	Permitted

Note:

1. Optional for UFP applications that are USB 2.0-only, consume USB Default Power and do not support *USB PD* or accessories.
2. TryWait.SNK is mandatory when Try.SRC is supported.
3. Unsupported.Accessory is mandatory when PoweredAccessory is supported.
4. Try.SRC and Try.SNK shall not be supported at the same time, although an unattached device may dynamically choose between Try.SRC and Try.SNK state machines based on external factors.
5. TryWait.SRC is mandatory when Try.SNK is supported.
6. UnorientedDebugAccessory.SRC is required for any Source or DRP that supports Debug Accessory Mode. OrientedDebugAccessory.SRC is only required if orientation detection is necessary in Debug Accessory Mode.
7. Mandatory for a DFP that was providing VCONN in the previous Attached.SRC state. N/A for a DFP that was not providing VCONN in the previous Attached.SRC state.

4.5.3 USB Port Interoperability Behavior

This section describes interoperability behavior between USB Type-C to USB Type-C ports and between USB Type-C to legacy USB ports.

4.5.3.1 USB Type-C Port to USB Type-C Port Interoperability Behaviors

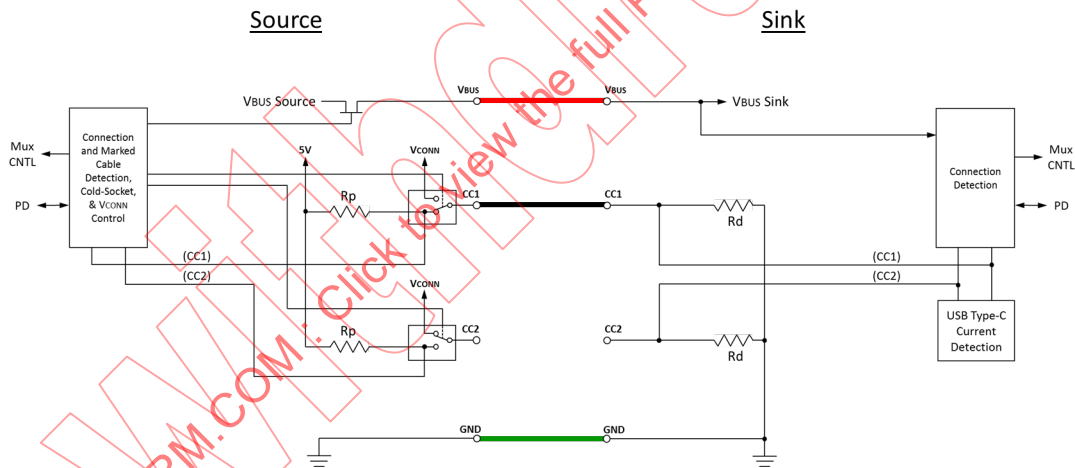
The following sub-sections describe typical port-to-port interoperability behaviors for the various combinations of USB Type-C Source, Sink and DRPs as presented in Table 4-9. In all of the described behaviors, the impact of *USB PD*-based swaps (PR_Swap, DR_Swap or VCONN_Swap) are not considered.

The figures in the following sections illustrate the CC1 and CC2 routing after the CC detection process is complete.

4.5.3.1.1 Source to Sink Behavior

Figure 4-21 illustrates the functional model for a Source connected to a Sink. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1.

Figure 4-21 Source to Sink Functional Model



The following describes the behavior when a Source is connected to a Sink.

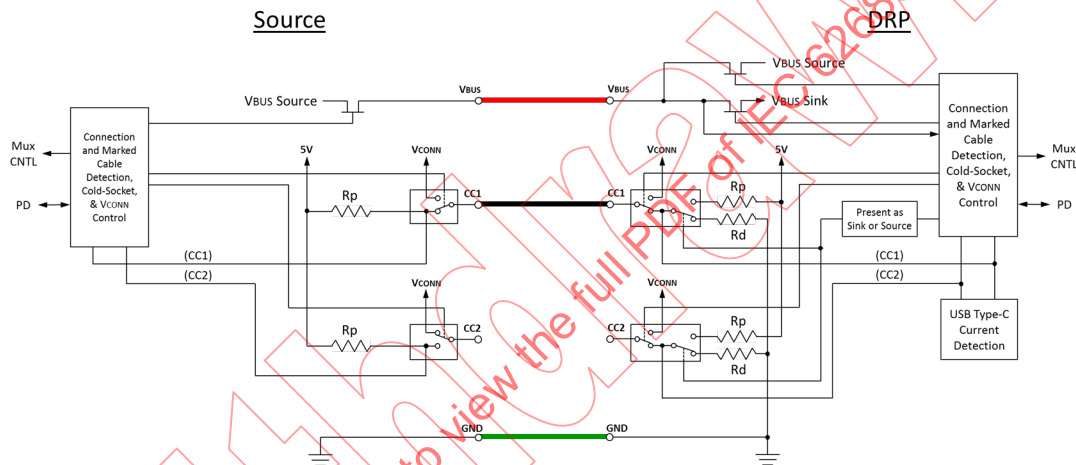
1. Source and Sink in the unattached state
2. Source transitions from Unattached.SRC to Attached.SRC through AttachWait.SRC
 - Source detects the Sink's pull-down on CC and enters Attached.SRC through AttachWait.SRC
 - Source turns on VBUS and VCONN
3. Sink transitions from Unattached.SNK to Attached.SNK through AttachWait.SNK. Sink may skip AttachWait.SNK if it is USB 2.0 only and does not support accessories.
 - Sink detects VBUS and enters Attached.SNK through AttachWait.SNK
4. While the Source and Sink are in the attached state:

- Source adjusts R_p as needed to limit the current the Sink may draw
- Sink detects and monitors v_{Rd} for available current on VBUS
- Source monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SRC
- Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

4.5.3.1.2 Source to DRP Behavior

Figure 4-22 illustrates the functional model for a Source connected to a DRP. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1.

Figure 4-22 Source to DRP Functional Model



The following describes the behavior when a Source is connected to a DRP.

1. Source and DRP in the unattached state
 - DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. Source transitions from Unattached.SRC to Attached.SRC through AttachWait.SRC
 - Source detects the DRP's pull-down on CC and enters AttachWait.SRC. After $t_{CCDebounce}$ it then enters Attached.SRC.
 - Source turns on VBUS and VCONN
3. DRP transitions from Unattached.SNK to Attached.SNK through AttachWait.SNK
 - DRP in Unattached.SNK detects pull up on CC and enters AttachWait.SNK. After that state persists for $t_{CCDebounce}$ and it detects VBUS, it enters Attached.SNK.
4. While the Source and DRP are in their respective attached states:
 - Source adjusts R_p as needed to limit the current the DRP (as Sink) may draw
 - DRP (as Sink) detects and monitors v_{Rd} for available current on VBUS

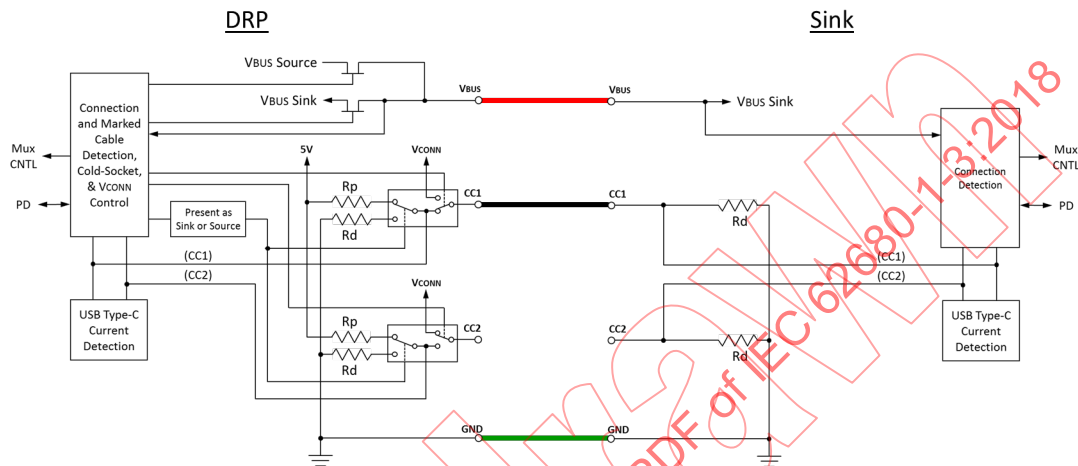
- Source monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SRC
- DRP (as Sink) monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62680-1-3:2018

4.5.3.1.3 DRP to Sink Behavior

Figure 4-23 illustrates the functional model for a DRP connected to a Sink. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1.

Figure 4-23 DRP to Sink Functional Model



The following describes the behavior when a DRP is connected to a Sink.

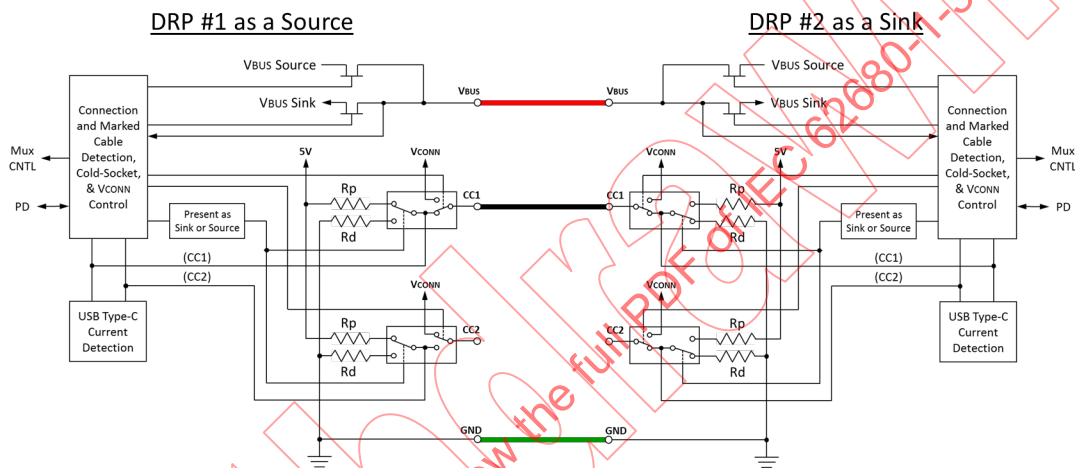
1. DRP and Sink in the unattached state
 - DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC to Attached.SRC
 - DRP in Unattached.SRC detects one of the CC pull-downs of Sink which is in Unattached.SNK and DRP enters AttachWait.SRC
 - DRP in AttachWait.SRC detects that pull down on CC persists for $t_{CCDebounce}$. It then enters Attached.SRC and turns on VBUS and VCONN
3. Sink transitions from Unattached.SNK to Attached.SNK through AttachWait.SNK if required
 - Sink detects VBUS and enters Attached.SNK
4. While the DRP and Sink are in their respective attached states:
 - DRP (as Source) adjusts R_p as needed to limit the current the Sink may draw
 - Sink detects and monitors v_{Rd} for available current on VBUS
 - DRP (as Source) monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)
 - Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

4.5.3.1.4 DRP to DRP Behavior

Two behavior descriptions based on the connection state diagrams are provided below. In the first case, the two DRPs accept the resulting Source-to-Sink relationship achieved randomly whereas in the second case the DRP #2 chooses to drive the random result to the opposite result using the Try.SRC mechanism.

Figure 4-24 illustrates the functional model for a DRP connected to a DRP in the first case described. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1. Port numbers have been arbitrarily assigned in the diagram to assist the reader to understand the process description.

Figure 4-24 DRP to DRP Functional Model – CASE 1



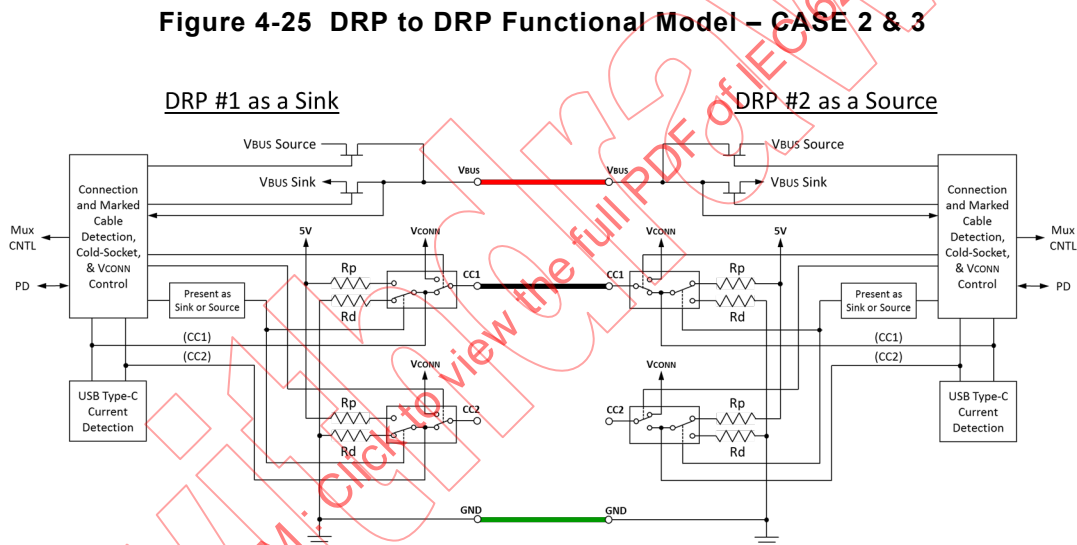
CASE 1: The following describes the behavior when a DRP is connected to another DRP. In this flow, the two DRPs accept the resulting Source-to-Sink relationship achieved randomly.

1. Both DRPs in the unattached state
 - DRP #1 and DRP #2 alternate between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP #1 transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - DRP #1 in Unattached.SRC detects a CC pull down of DRP #2 in Unattached.SNK and enters AttachWait.SRC
3. DRP #2 transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - DRP #2 in Unattached.SNK detects pull up on a CC and enters AttachWait.SNK
4. DRP #1 transitions from AttachWait.SRC to Attached.SRC
 - DRP #1 in AttachWait.SRC continues to see CC pull down of DRP #2 for tCCDebounce, enters Attached.SRC and turns on VBUS and VCONN
5. DRP #2 transitions from AttachWait.SNK to Attached.SNK.
 - DRP #2 after having been in AttachWait.SNK for tCCDebounce and having detected VBUS, enters Attached.SNK

6. While the DRPs are in their respective attached states:

- DRP #1 (as Source) adjusts R_p as needed to limit the current DRP #2 (as Sink) may draw
- DRP #2 (as Sink) detects and monitors vR_d for available current on VBUS
- DRP #1 (as Source) monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)
- DRP #2 (as Sink) monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

Figure 4-25 illustrates the functional model for a DRP connected to a DRP in the second case described.



CASE 2: The following describes the behavior when a DRP is connected to another DRP. In this flow, the DRP #2 chooses to drive the random result to the opposite result using the Try.SRC mechanism.

1. Both DRPs in the unattached state
 - DRP #1 and DRP #2 alternate between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP #1 transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - DRP #1 in Unattached.SRC detects a CC pull down of DRP #2 in Unattached.SNK and enters AttachWait.SRC
3. DRP #2 transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - DRP #2 in Unattached.SNK detects pull up on a CC and enters AttachWait.SNK
4. DRP #1 transitions from AttachWait.SRC to Attached.SRC

- DRP #1 in AttachWait.SRC continues to see CC pull down of DRP #2 for tCCDebounce, enters Attached.SRC and turns on VBUS and VCONN
5. DRP #2 transitions from AttachWait.SNK to Try.SRC.
 - DRP #2 in AttachWait.SNK has been in this state for tCCDebounce and detects VBUS but strongly prefers the Source role, so transitions to Try.SRC
 - DRP #2 in Try.SRC asserts a pull-up on CC and waits
 6. DRP #1 transitions from Attached.SRC to Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - DRP #1 in Attached.SRC no longer detects DRP #2's pull-down on CC and transitions to Unattached.SNK.
 - DRP #1 in Unattached.SNK turns off VBUS and VCONN and applies a pull-down on CC
 - DRP #1 in Unattached.SNK detects pull up on a CC and enters AttachWait.SNK
 7. DRP #2 transitions from Try.SRC to Attached.SRC
 - DRP #2 in Try.SRC detects the DRP #1 in Unattached.SNK's pull-down on CC and enters Attached.SRC
 - DRP #2 in Attached.SRC turns on VBUS and VCONN
 8. DRP #1 transitions from AttachWait.SNK to Attached.SNK
 - DRP #1 in AttachWait.SNK after tCCDebounce and detecting VBUS, enters Attached.SNK
 9. While the DRPs are in their respective attached states:
 - DRP #2 (as Source) adjusts R_p as needed to limit the current DRP #1 (as Sink) may draw
 - DRP #1 (as Sink) detects and monitors v_{Rd} for available current on VBUS
 - DRP #2 (as Source) monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)
 - DRP #1 (as Sink) monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

CASE 3: The following describes the behavior when a DRP is connected to another DRP. In this flow, the DRP #1 chooses to drive the random result to the opposite result using the Try.SNK mechanism.

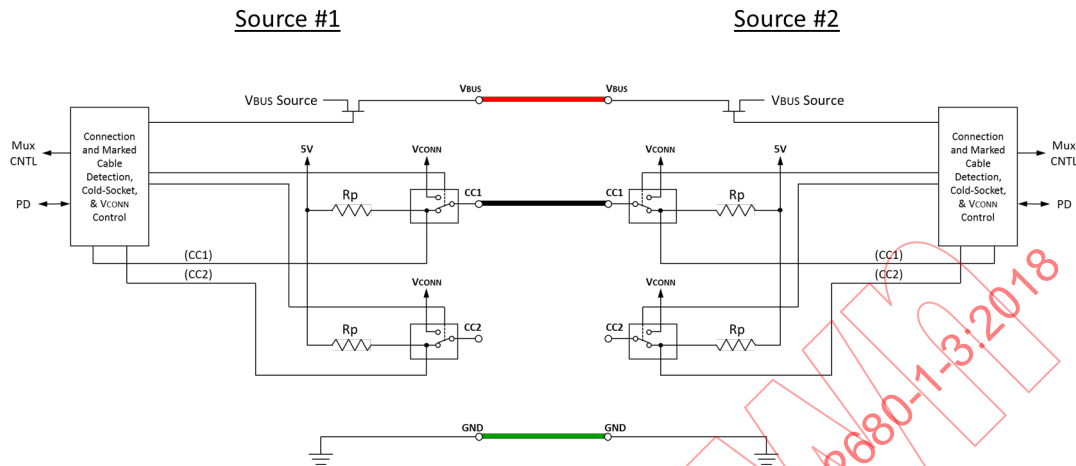
1. Both DRPs in the unattached state
 - DRP #1 and DRP #2 alternate between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP #1 transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - DRP #1 in Unattached.SRC detects a CC pull down of DRP #2 in Unattached.SNK and enters AttachWait.SRC

3. DRP #2 transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - DRP #2 in Unattached.SNK detects pull up on a CC and enters AttachWait.SNK
4. DRP #1 transitions from AttachWait.SRC to Try.SNK
 - DRP #1 in AttachWait.SRC has been in this state for tCCDebounce and detects DRP #2's pull-down on CC but strongly prefers the Sink role, so transitions to Try.SNK
 - DRP #1 in Try.SNK asserts a pull down on CC and waits
5. DRP #2 transitions from AttachWait.SNK to Unattached.SRC to AttachWait.SRC.
 - DRP #2 in AttachWait.SNK no longer detects DRP #1's pull up on CC and transitions to Unattached.SRC
 - DRP #2 in Unattached.SRC applies a pull up on CC
 - DRP #2 in Unattached.SRC detects a pull down on a CC pin and enters AttachWait.SRC
 - DRP #1 detects DRP #2's pull up on CC and remains in Try.SNK
6. DRP #2 transitions from AttachWait.SRC to Attached.SRC
 - DRP #2 in AttachWait.SRC times out (tCCDebounce) and transitions to Attached.SRC
 - DRP #2 in Attached.SRC turns on VBUS and VCONN
7. DRP #1 transitions from Try.SNK to Attached.SNK
 - DRP #1 in Try.SNK after detecting VBUS, enters Attached.SNK
8. While the DRPs are in their respective attached states:
 - DRP #2 (as Source) adjusts Rp as needed to limit the current DRP #1 (as Sink) may draw
 - DRP #1 (as Sink) detects and monitors vRd for available current on VBUS
 - DRP #2 (as Source) monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)
 - DRP #1 (as Sink) monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

4.5.3.1.5 Source to Source Behavior

Figure 4-26 illustrates the functional model for a Source connected to a Source. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1. Port numbers have been arbitrarily assigned in the diagram to assist the reader to understand the process description.

Figure 4-26 Source to Source Functional Model



The following describes the behavior when a Source is connected to another Source.

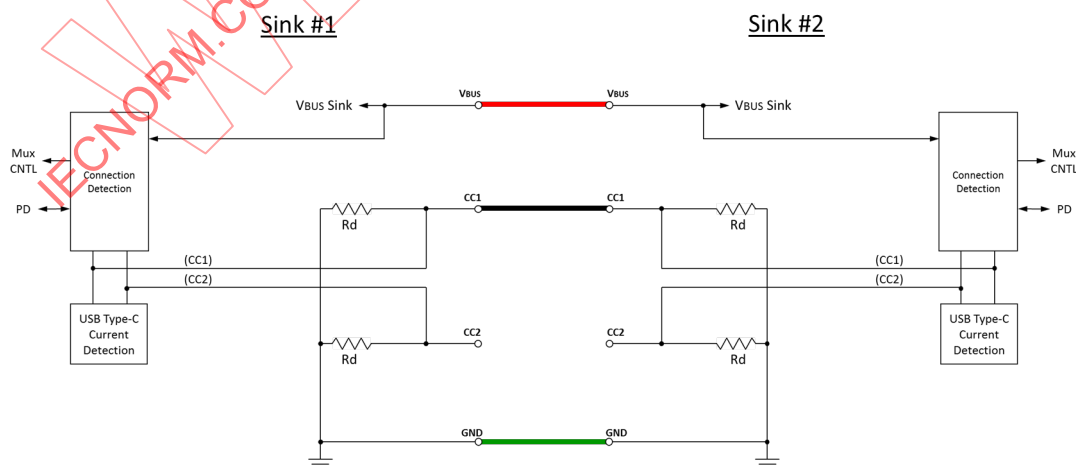
1. Both Sources in the unattached state

- Source #1 fails to detect a Sink's pull-down on CC and remains in Unattached.SRC
- Source #2 fails to detect a Sink's pull-down on CC and remains in Unattached.SRC

4.5.3.1.6 Sink to Sink Behavior

Figure 4-27 illustrates the functional model for a Sink connected to a Sink. The single CC wire that is in a standard cable is only shown in one of the four possible connection routes, CC1 to CC1. Port numbers have been arbitrarily assigned in the diagram to assist the reader to understand the process description.

Figure 4-27 Sink to Sink Functional Model



The following describes the behavior when a Sink is connected to another Sink.

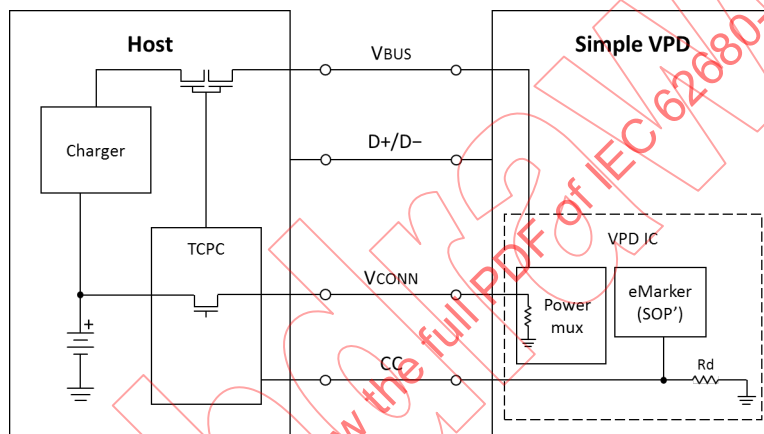
1. Both Sinks in the unattached state

- Sink #1 fails to detect pull up on CC or VBUS supplied by a Source and remains in Unattached.SNK
- Sink #2 fails to detect pull up on CC or VBUS supplied by a Source and remains in Unattached.SNK

4.5.3.1.7 DRP to VCONN-Powered USB Device (VPD) Behavior

Figure 4-28 illustrates the functional model for a DRP connected to a VCONN-Powered USB Device that does not feature charge-through functionality.

Figure 4-28 DRP to VPD Model



The following describes the behavior when a DRP that supports VPDs is connected to a VPD.

1. DRP and VPD in the unattached state
 - DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC to Attached.SRC
 - DRP in Unattached.SRC detects the CC pull-down of VPD which is in Unattached.SNK and DRP enters AttachWait.SRC
 - DRP in AttachWait.SRC detects that pull-down on CC persists for tCCDebounce. It then enters Attached.SRC and turns on VBUS and VCONN
3. VPD transitions from Unattached.SNK to Attached.SNK through AttachWait.SNK
 - VPD detects VCONN and enters Attached.SNK
4. While DRP and VPD are in their respective attached states, DRP discovers the VPD and removes VBUS
 - DRP (as Source) queries the cable identity via *USB PD* on SOP'.
 - VPD responds on SOP', advertising that it is a VCONN-Powered USB Device that does not support charge-through

- DRP (as Source) removes VBUS
- DRP (as Source) maintains its R_p

5. DRP and VPD for detach

- DRP (as Source) monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)
- VPD monitors VCONN for detach and when detected, enters Unattached.SNK

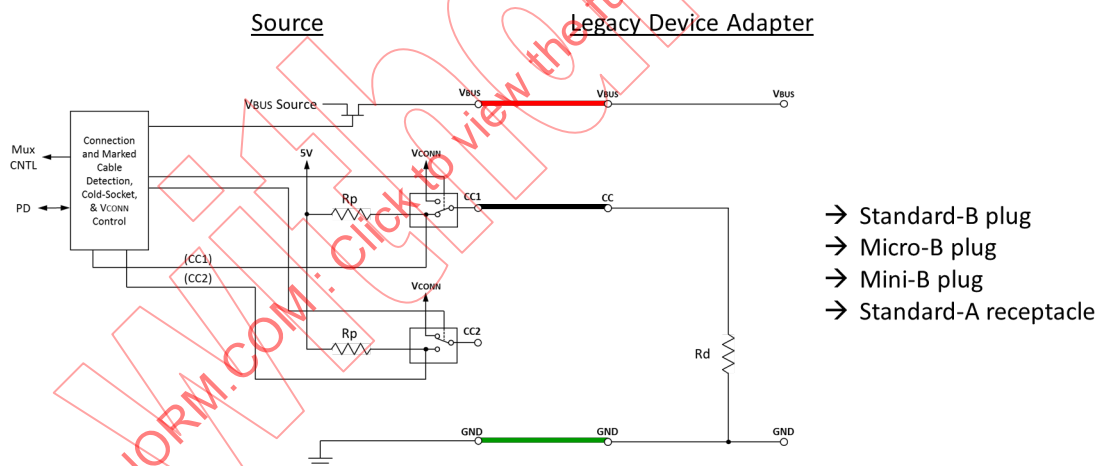
4.5.3.2 USB Type-C port to Legacy Port Interoperability Behaviors

The following sub-sections describe port-to-port interoperability behaviors for the various combinations of USB Type-C Source, Sink and DRPs and legacy USB ports.

4.5.3.2.1 Source to Legacy Device Port Behavior

Figure 4-29 illustrates the functional model for a Source connected to a legacy device port. This model is based on having an adapter present as a Sink to the Source. This adapter has a USB Type-C plug on one end plugged into the Source and either a USB Standard-B plug, USB Micro-B plug, USB Mini-B plug, or a USB Standard-A receptacle on the other end.

Figure 4-29 Source to Legacy Device Port Functional Model



The following describes the behavior when a Source is connected to a legacy device adapter that has an R_d to ground so as to mimic the behavior of a Sink.

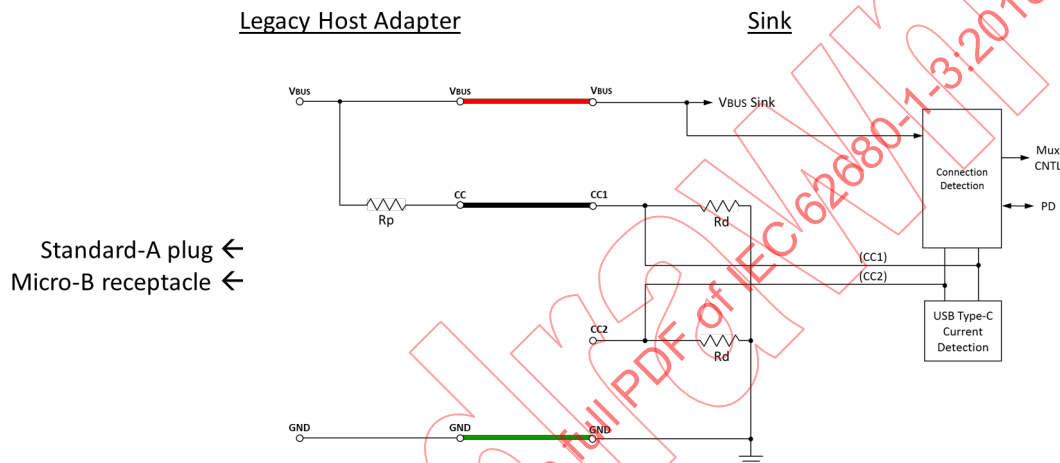
1. Source in the unattached state
2. Source transitions from Unattached.SRC to Attached.SRC through AttachWait.SRC
 - Source detects the Sink's pull-down on CC and enters AttachWait.SRC. After tCCDebounce, it enters Attached.SRC.
 - Source turns on VBUS and VCONN
3. While the Source is in the attached state:

- Source monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SRC

4.5.3.2.2 Legacy Host Port to Sink Behavior

Figure 4-30 illustrates the functional model for a legacy host port connected to a Sink. This model is based on having an adapter that presents itself as a Source to the Sink, this adapter is either a USB Standard-A legacy plug or a USB Micro-B legacy receptacle on one end and the USB Type-C plug on the other end plugged into a Sink.

Figure 4-30 Legacy Host Port to Sink Functional Model



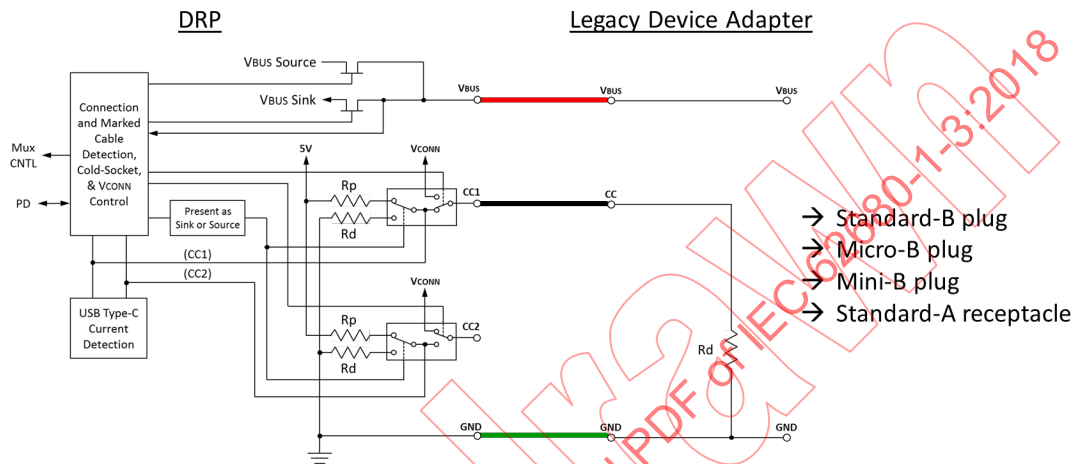
The following describes the behavior when a legacy host adapter that has an R_p to VBUS so as to mimic the behavior of a Source that is connected to a Sink. The value of R_p shall indicate an advertisement of Default USB Power (See Table 4-20), even though the cable itself can carry 3 A. This is because the cable has no knowledge of the capabilities of the power source, and any higher current is negotiated via USB BC 1.2.

1. Sink in the unattached state
2. Sink transitions from Unattached.SNK to Attached.SNK through AttachWait.SNK if needed.
 - While in Unattached.SNK, if device is not USB 2.0 only, supports accessories or requires more than default power, it enters AttachWait.SNK when it detects a pull up on CC and ignores VBUS. Otherwise, it may enter Attached.SNK directly when VBUS is detected.
 - Sink detects VBUS and enters Attached.SNK
3. While the Sink is in the attached state:
 - Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

4.5.3.2.3 DRP to Legacy Device Port Behavior

Figure 4-31 illustrates the functional model for a DRP connected to a legacy device port. This model is based on having an adapter present as a Sink (Device) to the DRP. This adapter has a USB Type-C plug on one end plugged into a DRP and either a USB Standard-B plug, USB Micro-B plug, USB Mini-B plug, or a USB Standard-A receptacle on the other end.

Figure 4-31 DRP to Legacy Device Port Functional Model



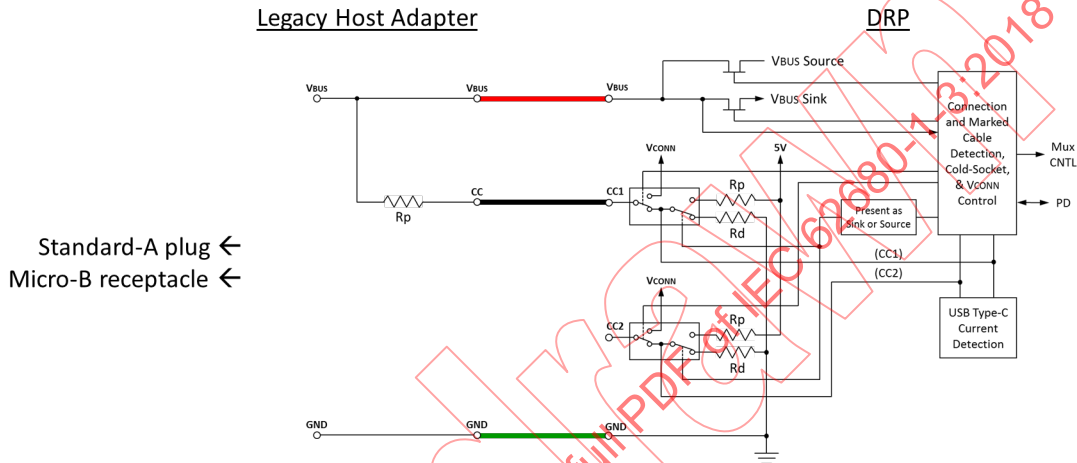
The following describes the behavior when a DRP is connected to a legacy device adapter that has an R_d to ground so as to mimic the behavior of a Sink.

1. DRP in the unattached state
 - DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP transitions from Unattached.SRC to Attached.SRC
 - DRP in Unattached.SRC detects the adapter's pull-down on CC and enters AttachWait.SRC
 - DRP in AttachWait.SRC times out ($t_{CCDebounce}$) and transitions to Attached.SRC
 - DRP in Attached.SRC turns on VBUS and VCONN
 - DRP in AttachWait.SRC may support Try.SNK and if so, may transition through Try.SNK and TryWait.SRC prior to entering Attached.SRC
3. While the DRP is in the attached state:
 - DRP monitors CC for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

4.5.3.2.4 Legacy Host Port to DRP Behavior

Figure 4-32 illustrates the functional model for a legacy host port connected to a DRP operating as a Sink. This model is based on having an adapter that presents itself as a Source (Host) to the DRP operating as a Sink, this adapter is either a USB Standard-A legacy plug or a USB Micro-B legacy receptacle on one end and the USB Type-C plug on the other end plugged into a DRP.

Figure 4-32 Legacy Host Port to DRP Functional Model



The following describes the behavior when a legacy host adapter that has an R_p to VBUS so as to mimic the behavior of a Source is connected to a DRP. The value of R_p shall indicate an advertisement of Default USB Power (See Table 4-20), even though the cable itself can carry 3 A. This is because the cable has no knowledge of the capabilities of the power source, and any higher current is negotiated via *USB BC 1.2*.

1. DRP in the unattached state
 - DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DRP transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK to Attached.SNK
 - DRP in Unattached.SNK detects pull up on CC and enters AttachWait.SNK.
 - DRP in AttachWait.SNK detects VBUS and enters Attached.SNK
 - DRP in AttachWait.SNK may support Try.SRC and if so, may transition through Try.SRC and TryWait.SNK prior to entering Attached.SNK
3. While the DRP is in the attached state:
 - DRP monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

4.6 Power

Power delivery over the USB Type-C connector takes advantage of the existing USB methods as defined by: the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications, the *USB BC 1.2* specification and the *USB Power Delivery* specification. The USB Type-C Current mechanism allows the Source to offer

more current than defined by the *USB BC 1.2* specification. A USB power source shall not provide more than 20 V nominal on VBUS. *USB PD* power sources that deliver power over a USB Type-C connector shall follow the power rules as defined in Section 10 of the *USB Power Delivery* specification.

All USB Type-C-based devices shall support USB Type-C Current and may support other USB-defined methods for power. The following order of precedence of power negotiation shall be followed: *USB BC 1.2* supersedes the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications, USB Type-C Current at 1.5 A and 3.0 A supersedes *USB BC 1.2*, and *USB Power Delivery* supersedes USB Type-C Current. Table 4-17 summarizes this order of precedence of power source usage.

Table 4-17 Precedence of power source usage

Precedence	Mode of Operation		Nominal Voltage	Maximum Current
Highest ↓	<i>USB PD</i>		Configurable	5 A
	USB Type-C Current @ 3.0 A		5 V	3.0 A
	USB Type-C Current @ 1.5 A		5 V	1.5 A
	<i>USB BC 1.2</i>		5 V	Up to 1.5 A ¹
	Default USB Power	<i>USB 3.1</i>	5 V	See USB 3.1
Lowest		<i>USB 2.0</i>	5 V	See USB 2.0

Notes:

1. *USB BC 1.2* permits a power provider to be designed to support a level of power between 0.5 A and 1.5 A. If the *USB BC 1.2* power provider does not support 1.5 A, then it is required to follow power droop requirements. A *USB BC 1.2* power consumer may consume up to 1.5 A provided that the voltage does not drop below 2 V, which may occur at any level of power above 0.5 A.

For example, once the PD mode (e.g. a power contract has been negotiated) has been entered, the device shall abide by that power contract ignoring any other previously made or offered by the USB Type-C Current, *USB BC 1.2* or *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications. When the PD mode is exited, the device shall fallback in order to the USB Type-C Current, *USB BC 1.2* or *USB 2.0* and *USB 3.1* specification power levels.

All USB Type-C ports shall tolerate being connected to USB power source supplying default USB power, e.g. a host being connected to a legacy USB charger that always supplies VBUS.

4.6.1 Power Requirements during USB Suspend

USB Type-C implementations with USB Type-C Current, *USB PD* and VCONN, along with active cables, requires the need to expand the traditional USB suspend definition.

4.6.1.1 VBUS Requirements during USB Suspend

The *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications define the amount of current a Sink is allowed to consume during suspend.

USB suspend power rules shall apply when the USB Type-C Current is at the Default USB Power level or when *USB PD* is being used and the Suspend bit is set appropriately.

When USB Type-C Current is set at 1.5 A or 3.0 A, the Sink is allowed to continue to draw current from VBUS during USB suspend. During USB suspend, the Sink's requirement to track and meet the USB Type-C Current advertisement remains in force (See Section 4.5.2.3).

USB PD provides a method for the Source to communicate to the Sink whether or not the Sink has to follow the USB power rules for suspend.

4.6.1.2 VCONN Requirements during USB Suspend

If the Source supplies VBUS power during USB suspend, it shall also supply VCONN and meet the requirements defined in Table 4-5.

Electronically Marked Cables shall meet the requirements in Table 4-6 during USB suspend.

VCONN powered accessories shall meet the requirements defined in Table 4-7 during USB suspend.

4.6.2 VBUS Power Provided Over a USB Type-C Cable

The minimum requirement for VBUS power supplied over the USB Type-C cable assembly matches the existing requirement for VBUS supplied over existing legacy USB cable assemblies. *USB Power Delivery* is an optional capability that is intended to work over un-modified USB Type-C to USB Type-C cables, therefore any USB Type-C cable assembly that incorporates electrical components or electronics shall ensure that it tolerate, or be protected from, a VBUS voltage of 21 V.

4.6.2.1 USB Type-C Current

Default USB voltage and current are defined by the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications. All USB Type-C Current advertisements are at the USB VBUS voltage defined by these specifications.

The USB Type-C Current feature provides the following extensions:

- Higher current than defined by the *USB 2.0*, the *USB 3.1* or the *BC 1.2* specifications
- Allows the power source to manage the current it provides

The USB Type-C connector uses CC pins for configuration including an ability for a Source to advertise to its port partner (Sink) the amount of current it can supply:

- Default values when configured for high-power operation as defined by the USB Specification (500 mA for USB 2.0 ports, 900 mA for USB 3.1 ports)
- 1.5 A
- 3.0 A

The relationship of USB Type-C Current and the equivalent USB PD Power (PDP) value is shown in Table 4-18.

Table 4-18 USB Type-C Current Advertisement and PDP Labeling

USB Type-C Current		PDP Label
Default	500 mA (USB 2.0)	2.5 W
	900 mA (USB 3.1)	4.5 W
1.5 A		7.5 W
3.0 A		15 W

A Sink that takes advantage of the additional current offered (e.g., 1.5 A or 3.0 A) shall monitor the CC pins and shall adjust its current consumption within $t_{SinkAdj}$ to remain within the value advertised by the Source. While a *USB PD* contract is in place, a Sink is not required to monitor USB Type-C current advertisements and shall not respond to USB Type-C current advertisements.

The Source shall supply V_{BUS} to the Sink within t_{VBUSON} . V_{BUS} shall be in the specified voltage range at the advertised current.

A Source (port supplying V_{BUS}) shall protect itself from a Sink that draws current in excess of the port's USB Type-C Current advertisement.

The Source adjusts R_p (or current source) to advertise which of the three current levels it supports. See Table 4-20 for the termination requirements for the Source to advertise currents.

The value of R_p establishes a voltage (v_{Rd}) on CC that is used by the Sink to determine the maximum current it may draw.

Table 4-31 defines the CC voltage range observed by the Sink that only support default USB current.

If the Sink wants to consume more than the default USB current, it shall track v_{Rd} to determine the maximum current it may draw. See Table 4-32.

Figure 4-33 and Figure 4-34 illustrate where the Sink monitors CC for v_{Rd} to detect if the host advertises more than the default USB current.

Figure 4-33 Sink Monitoring for Current in Pull-Up/Pull-Down CC Model

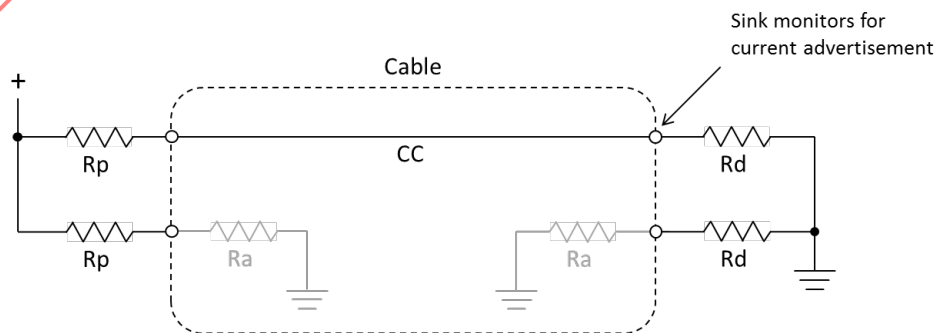
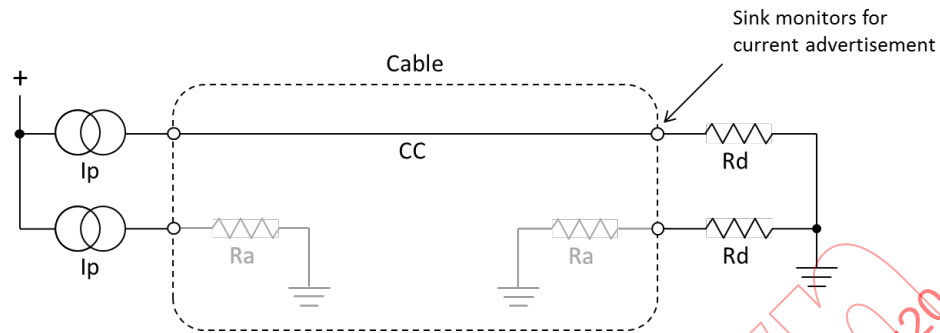


Figure 4-34 Sink Monitoring for Current in Current Source/Pull-Down CC Model



4.6.2.2 USB Battery Charging 1.2

USB Battery Charging Specification, Revision 1.2 defines a method that uses the USB 2.0 D+ and D- pins to advertise VBUS can supply up to 1.5 A. Support for *USB BC 1.2* charging is optional.

A USB Type-C port that implements *BC 1.2* that is capable of supplying at least 1.5 A shall advertise USB Type-C Current at the 1.5 A level within tVBUSON of entering the Attached.SRC state, otherwise the port shall advertise USB Type-C Current at the Default USB Power level. A USB Type-C port that implements *BC 1.2* that also supports USB Type-C Current at 3.0 A may advertise USB Type-C Current at 3.0 A.

If a Sink that supports *BC 1.2* detection, detects Rp at the Default USB Power level and does not discover a *BC 1.2*-compliant Source, then it shall limit its maximum current consumption to the standard USB levels based on Table 4-17. This will ensure maximum current limits are not exceeded when connected to a Source which does not support *BC 1.2*.

4.6.2.3 Proprietary Power Source

This section has been deprecated. Devices with USB Type-C connectors shall only employ signaling methods defined in USB specifications to negotiate power.

4.6.2.4 USB Power Delivery

USB Power Delivery is a feature on the USB Type-C connector. When *USB PD* is implemented, *USB PD* Bi-phase Mark Coded (BMC) carried on the CC wire shall be used for *USB PD* communications between USB Type-C ports.

At attach, VBUS shall be operationally stable prior to initiating *USB PD* communications.

Figure 4-35 illustrates how the *USB PD* BMC signaling is carried over the USB Type-C cable's CC wire.

Figure 4-35 USB PD over CC Pins

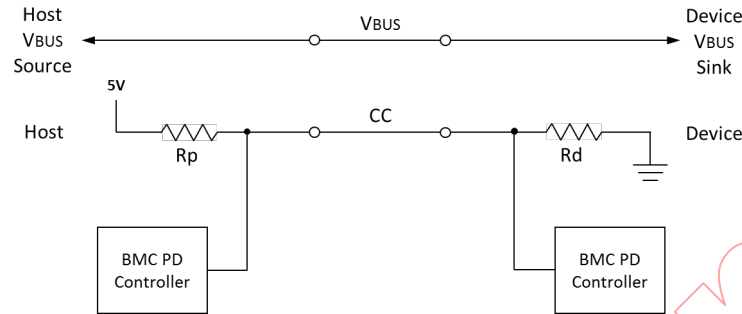
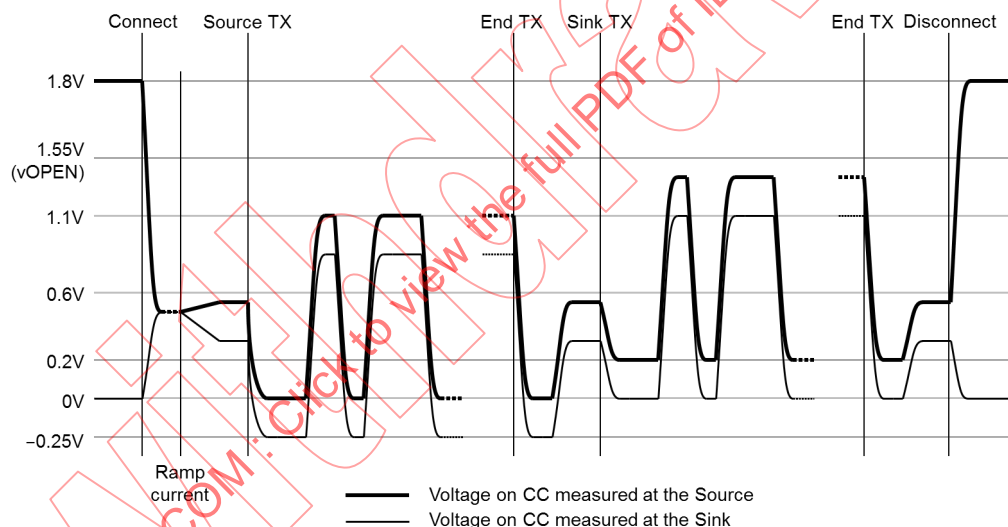


Figure 4-36 illustrates *USB PD* BMC signaling as seen on CC from both the perspective of the Source and Sink. The breaks in the signaling are intended to represent the passage of time.

Figure 4-36 USB PD BMC Signaling over CC



When not in an Explicit Contract, *USB PD* Sources that are, based on their PDP, capable of supplying:

- 5 V at 3 A or greater shall advertise USB Type-C Current at the 3 A level
- 5 V at 1.5A or greater but less than 3 A shall advertise USB Type-C Current at the 1.5 A level
- 5 V at less than 1.5A shall advertise USB Type-C Current at the Default USB Power level

within t_{VBUSON} of entering the Attached.SRC state. For Multi-Port Shared Capacity Chargers, a *USB PD* Source capable of supplying 5 V at 3A or greater may initially offer USB Type-C Current at the 1.5 A level and subsequently increase the offer after attach (see Section 4.8.6.2). During USB Suspend a *USB PD* Source may set its R_p value to default to indicate that the Sink shall only draw USB suspend current as defined in Section 4.6.1.1.

While a *USB PD* Explicit Contract is in place, a Source compliant with *USB PD* Revision 2 shall advertise a USB Type-C Current of either 1.5 A or 3.0 A. The *USB PD* Revision 2 Source upon entry into an Explicit Contract shall advertise an Rp value of 1.5 A or 3.0 A after it receives the GoodCRC in response to the first PS_RDY Message.

While a *USB PD* Explicit Contract is in place, a Source compliant with *USB PD* Revision 3 shall set the Rp value according to the collision avoidance scheme defined in Section 5.7 of the *USB PD* Revision 3 specification. The *USB PD* Revision 3 Source upon entry into an Explicit Contract shall advertise an Rp value consistent with the *USB PD* Revision 3 collision avoidance scheme.

Refer to Section 1.6 of the *USB Power Delivery* specification for a definition of an Explicit Contract.

4.7 USB Hubs

USB hubs are defined by the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications. USB hubs implemented with one or more USB Type-C connectors shall comply with the *USB 2.0* specification or both the *USB 2.0* and *USB 3.1* specifications as relevant to a USB Type-C implementation. All the downstream facing USB Type-C ports on a USB hub should support the same functionality or shall be clearly marked as to the functionality supported.

USB hubs shall have an upstream facing port (to connect to a host or hub higher in the USB tree) that may be a Sourcing Device (See Section 4.8.4). The hub shall clearly identify to the user its upstream facing port. This may be accomplished by physical isolation, labeling or a combination of both.

USB hub's downstream facing ports shall not have Dual-Role-Data (DRD) capabilities. However, these ports may have Dual-Role-Power (DRP) capabilities.

CC pins are used for port-to-port connections and shall be supported on all USB Type-C connections on the hub.

USB hub ports shall not implement or pass-through Alternate or Accessory Modes. SBU pins shall not be connected (zSBU Termination) on any USB hub port.

The USB hub's DFPs shall support power source requirements for a Source. See Section 4.8.1.

4.8 Power Sourcing and Charging

This section defines requirements and recommendations related to using USB Type-C ports for delivering power.

The following lists the most applicable subsections by USB Type-C ports on:

- Host systems: 4.8.1 and 4.8.5. Note: 4.8.6 is not intended for host systems.
- Devices that can supply power: 4.8.4.
- Hubs:
 - Traditional hubs – Refer to USB 2.0/USB 3.1 base specifications and 4.8.1 as applicable if USB BC 1.2 is supported.
 - Hubs that can supply power beyond the base specs – 4.8.1, 4.8.4, 4.8.5 and 4.8.6.

- Dedicated chargers:
 - Single-port chargers – 4.8.1.
 - Multi-port chargers – 4.8.1 and 4.8.6.

4.8.1 DFP as a Power Source

Sources (e.g. battery chargers, hub downstream ports and hosts) may all be used for battery charging. When a charger is implemented with a USB Type-C receptacle or a USB Type-C captive cable, it shall follow all the applicable requirements.

- A Source shall expose its power capabilities using the USB Type-C Current method and it may additionally support other USB-standard methods (*USB BC 1.2* or *USB-PD*).
- A Source advertising its current capability using *USB BC 1.2* shall meet the requirements in Section 4.6.2.2 regarding USB Type-C Current advertisement.
- A Source that has negotiated a *USB-PD* contract shall meet the requirements in Section 4.6.2.4 regarding USB Type-C Current advertisement.
- If a Source is capable of supplying a voltage greater than default VBUS, it shall fully conform to the *USB-PD* specification, and shall negotiate its power contracts using only *USB-PD*.
- If a Source is capable of reversing source and sink power roles, it shall fully conform to the *USB-PD* specification, and shall negotiate its power contracts using only *USB-PD*.
- If a Source is capable of supplying a current greater than 3.0 A, it shall use the *USB-PD* Discover Identity to determine the current carrying capacity of the cable.

4.8.1.1 USB-based Chargers with USB Type-C Receptacles

- A USB-based charger with a USB Type-C receptacle (Source) shall only apply power to VBUS when it detects a Sink is attached and shall remove power from VBUS when it detects the Sink is detached (vOPEN).
- A USB-based charger with a USB Type-C receptacle shall not advertise current exceeding 3.0 A except when it uses the *USB-PD* Discover Identity mechanism to determine the cable's actual current carrying capability and then it shall limit the advertised current accordingly.
- A USB-based charger with a USB Type-C receptacle (Source) which is not capable of data communication shall advertise USB Type-C Current of at least 1.5 A within tVBUSON of entering the Attached.SRC state and shall short D+ and D– together with a resistance less than 200 ohms. This will ensure backwards compatibility with legacy sinks which may use BC1.2 for charger detection.

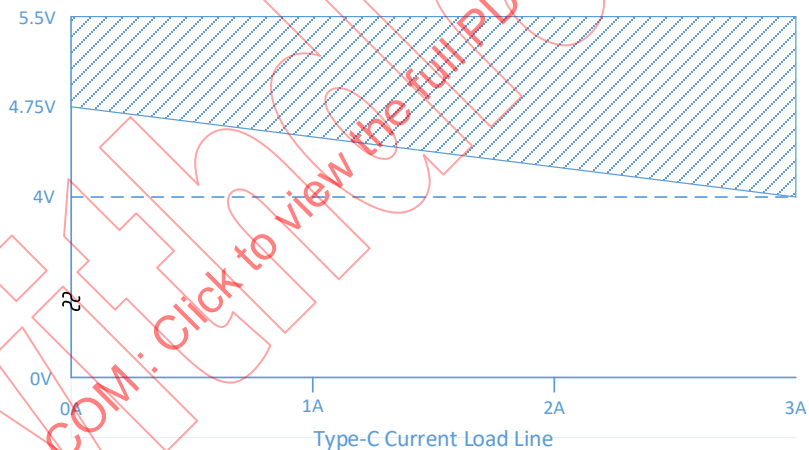
4.8.1.2 USB-based Chargers with USB Type-C Captive Cables

- A USB-based charger with a USB Type-C captive cable that supports USB PD shall only apply power to VBUS when it detects a Sink is attached and shall remove power from VBUS when it detects the Sink is detached (vOPEN).
- A USB-based charger with a USB Type-C captive cable that does not support USB PD may supply VBUS at any time. It is recommended that such a charger only apply power to

VBUS when it detects a Sink is present and remove power from VBUS when it detects the Sink is not present (vOPEN).

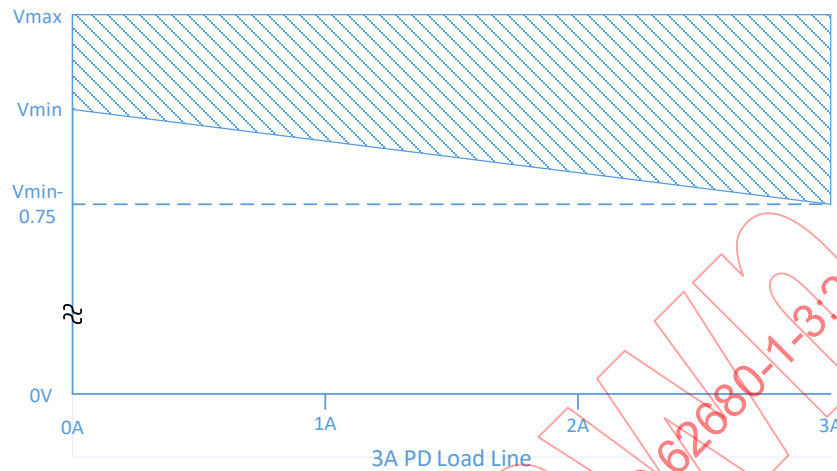
- A USB-based charger with a USB Type-C captive cable shall limit its current advertisement so as not to exceed the current capability of the cable (up to 5 A).
- A USB-based charger with a USB Type-C captive cable which is not capable of data communication shall advertise USB Type-C Current of at least 1.5 A. It is recommended that such a charger short D+ and D– together with a resistance less than 200 ohms.
- The voltage as measured at the plug of a USB-based charger with a USB Type-C captive cable may be up to $0.75 \times I / 3 \text{ V}$ ($0 < I \leq 3 \text{ A}$), or $0.75 \times I / 5 \text{ V}$ ($0 < I \leq 5 \text{ A}$) lower than the standard tolerance range for the chosen voltage, where I is the actual current being drawn.
 - A USB-based charger that advertises USB Type-C Current shall output a voltage in the range of 4.75 V – 5.5 V when no current is being drawn and between 4.0 V – 5.5 V at 3 A. The output voltage as a function of load up to the advertised USB Type-C Current (default, 1.5 A and 3 A) shall remain within the cross-hatched area shown in Figure 4-37.

Figure 4-37 USB Type-C Cable's Output as a Function of Load for Non-PD-based USB Type-C Charging



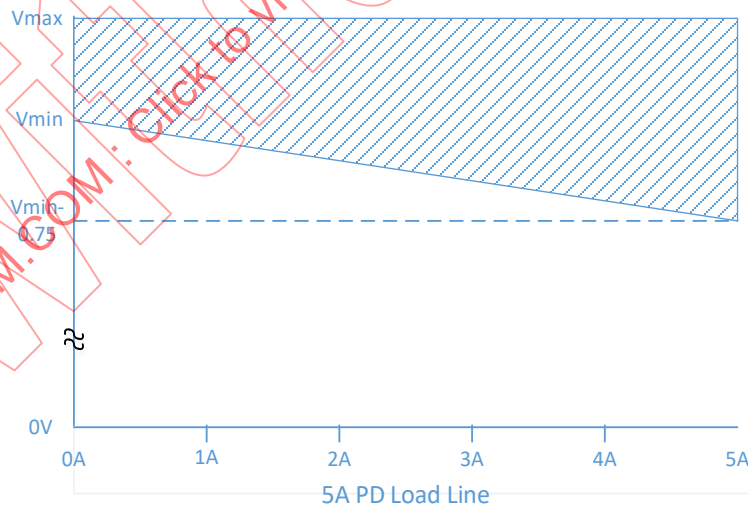
- A USB PD-based charger that has negotiated a voltage V at $\leq 3 \text{ A}$ shall output a voltage in the range of V_{max} ($V + 5\%$) and V_{min} ($V - 5\%$) when no current is being drawn and V_{max} and $V_{\text{min}} - 0.75 \text{ V}$ at 3 A. Under all loads, the output voltage shall remain within the cross-hatched area shown in Figure 4-38.

Figure 4-38 0 – 3 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load



- A USB PD-based charger that has negotiated a voltage V at between 3 A and 5 A shall output a voltage in the range of $V_{\max}$ ($V + 5\%$) and $V_{\min}$ ($V - 5\%$) when no current is being drawn and $V_{\max}$ and $V_{\min} - 0.75$ V at 5 A. Under all loads, the output voltage shall remain within the cross hatched area shown in Figure 4-39.

Figure 4-39 3 – 5 A USB PD-based Charger USB Type-C Cable's Output as a Function of Load



- Note: The maximum allowable cable IR drop for ground is 250 mV (see Section 4.4.1). This is to ensure the signal integrity of the CC wire when used for connection detection and *USB PD* BMC signaling.

4.8.2 Non-USB Charging Methods

A product (Source and/or Sink) with a USB Type-C connector shall only employ signaling methods defined in USB specifications to negotiate power over its USB Type-C connector(s).

4.8.3 Sinking Host

A Sinking Host is a special sub-class of a DRP that is capable of consuming power, but is not capable of acting as a USB device. For example a hub's DFP or a notebook's DFP that operates as a host but not as a device.

The Sinking Host shall follow the rules for a DRP (See Section 4.5.1.4 and Figure 4-15). The Sinking DFP shall support *USB PD* and shall support the *DR_Swap* command in order to get the Sink into the UFP data role.

4.8.4 Sourcing Device

A Sourcing Device is a special sub-class of a DRP that is capable of supplying power, but is not capable of acting as a USB host. For example a hub's UFP or a monitor's UFP that operates as a device but not as a host.

The Sourcing Device shall follow the rules for a DRP (See Section 4.5.1.4 and Figure 4-15). It shall also follow the requirements for the Source as Power Source (See Section 4.8.1). The Sourcing Device shall support *USB PD* and shall support the *DR_Swap* command in order to enable the Source to assume the UFP data role.

4.8.5 Charging a System with a Dead Battery

A system that supports being charged by USB whose battery is dead shall apply R_d to both CC1 and CC2 and follow all Sink rules. When it is connected to a Source, DRP or Sourcing Device, the system will receive the default V_{BUS} . It may use any allowed method to increase the amount of power it can use to charge its battery.

Circuitry to present R_d in a dead battery case only needs to guarantee the voltage on CC is pulled within the same range as the voltage clamp implementation of R_d in order for a Source to recognize the Sink and provide V_{BUS} . For example, a 20% resistor of value R_d in series with a FET with $V_{GTH(max)} < V_{CLAMP(max)}$ with the gate weakly pulled to CC would guarantee detection and be removable upon power up.

When the system with a dead battery has sufficient charge, it may use the *USB PD DR_Swap* message to become the DFP.

4.8.6 USB Type-C Multi-Port Chargers

A USB Type-C Multi-Port Charger is a product that exposes multiple USB Type-C Source ports for the sole purpose of charging multiple connected devices. A compliant USB Type-C charger may offer on each of its ports a mix of power options as defined in Section 4.6.

Multi-Port Chargers will generally fall into two categories as defined by the following.

1. Assured Capacity Chargers: a multi-port charger where the sum of the maximum capabilities of all of the exposed ports, as indicated to the user, is equal to the total power delivery capacity of the charger.

2. **Shared Capacity Chargers:** a multi-port charger where the sum of the maximum capabilities of all of the exposed ports, as indicated to the user, is less than the total power delivery capacity of the charger.

A Multi-Port Charger may offer in a single product separate visually identifiable groupings of charging ports. In this case, each group can independently offer either one of the two charging categories, either an Assured Capacity Charger or a Shared Capacity Charger.

This section defines the requirements and provides guidelines for the operation and behavior of a USB Type-C Multi-Port Charger.

4.8.6.1 General Requirements

Individual source ports shall always comply with power negotiation and rules set forth by the USB Type-C and USB Power Delivery specifications, adjusted as needed when available resources change as other ports take more or less power.

The minimum capability of all individual USB Type-C ports of a USB Type-C Multi-Port Charger shall be 5V @ 1.5 A independent of how many of the other ports are in use.

When a USB Type-C Charger includes charging ports that are based on USB Standard-A receptacles, the following requirements shall be met.

- The USB Standard-A ports shall be implemented as an independent group, i.e. USB Standard-A ports shall not be included in a group of USB Type-C ports behaving as a Shared Capacity Charger.
- The minimum capability of all USB Standard-A ports shall be 5V @ 500 mA independent of how many of the other ports are in use.

4.8.6.2 Multi-Port Charger Behaviors

Each Source port of Assured Capacity Chargers shall, by design, behave independently and be unaffected by the status and loading of the other ports. An exception to this behavior is allowed if the charger has to take any action necessary to meet an overall product operational safety requirement due to unexpected behavior on any port.

For Shared Capacity Chargers, the following behavioral rules shall apply:

- Each of the exposed Source Ports shall have the same power capabilities. Each port of the charger shall be capable of the same maximum capability, minimum capability, and be able to draw from the shared power equally. Each port should start by offering the minimum capability for the port and increase the offering to the Sink upon a connection. For example, if the maximum capability of a USB Type-C only Source port is 3 A, then all of the exposed Source ports will be able to offer 3 A. Each port should start by offering less than the max (such as 1.5 A) and then increase the offering to 3 A after an attach. This will happen for each port as it is connected until the unused shared capacity is exhausted, at which point no other ports would increase to 3 A offering. A sink, in this example, would see a starting advertisement of USB Type-C Current @ 1.5 A at attach and would then see the USB Type-C Current advertisement increase to 3 A. As another example, if the maximum capability of a USB Type-C Source port is to offer *USB PD* with a PDP of 35 W, then all of the exposed Source ports will also support *USB PD* 35 W. Each port should start by offering something less on initial connection, like 15 W, and then increase the offering with new Source Capabilities when it determines the Sink would like more power. If the Sink is not offered the power it requires, it will send a request with the Capability Mismatch bit set to indicate to the source it wants more power. This will

happen for each port as it is connected until the unused shared capacity is exhausted, at which point no other ports would increase the power offering.

- As Source ports are connected, the remaining Source ports shall each have the same power capabilities. The maximum capability may be less than the previously connected ports due to less unused capacity of the total power delivery capacity of the charger. For example, if the total power delivery capacity of a USB Type-C two-port charger is 60 W with a port PDP of 35 W and the first connected Source port has established a 35 W power contract with its connected Sink, then the second Source port will be able to offer a PDP of 25 W.
- When establishing the remaining available capacity, a charger that supports policy-based power rebalancing may include the power that can be reclaimed from ports already in use:
 - by adjusting advertised source capabilities equivalent with a reduced PDP to one or more ports that are already in use; or
 - by issuing a *USB PD GotoMin* command to one or more ports already in use.

Policy-based power rebalancing should consider providing good user experience and preserving nominal USB functionality on impacted devices. Fixed rebalancing algorithms that do not factor in overall USB system policy may not be appropriate for power rebalancing implementations.

4.8.6.3 Multi-Port Charger Port Labeling

Multi-port chargers shall have OEM-designed port labeling consistent with the following rules.

- For Assured Capacity Chargers, each exposed Source port shall be labeled to indicate the PDP of the port. In this case, the user will be able to expect that each of the labeled ports will be able to meet power contracts consistent with the labeling independent of how many of the Source ports are in use.
- For Shared Capacity Chargers, each Source port shall be labeled to indicate the same PDP. Additionally, the charger shall have a label that, with a minimum of equal visual prominence, indicates the total power delivery capacity being shared across all of the ports identified as a group.

A Multi-Port Charger that offers in a single product separate groupings of charging ports, each grouping shall be clearly identified as a separate grouping and each grouping shall be individually labeled consistent with that group's behavior model, either as an Assured Capacity Charger or a Shared Capacity Charger.

Refer to the USB Implementers Forum (USB-IF) for USB Type-C Chargers certification along with further labeling guidelines.

4.8.6.4 Multi-Port Charger that include USB Data Hub Functionality

Multi-Port chargers that also incorporate USB data hub capabilities shall meet the same requirements as standalone chargers. These charging-capable hubs shall be self-powered and shall fully operate as a charger independent of the state of the USB data bus connections.

For hub-based Multi-Port Chargers that offer power to the upstream-facing port (to the host), this port may either behave as an Assured Capacity Charging port (e.g. be a dedicated charging port) or as a Shared Capacity Charging port (e.g. sharing capacity with downstream-facing ports). In

either case, it should be clearly labeled consistent with its designed behavior, including identifying it as part of a group if it is sharing capacity with other ports.

When the upstream-facing port is sharing capacity with the downstream-facing ports, the PDP of the upstream-facing port can differ from the downstream-facing ports.

4.9 Electronically Marked Cables

All USB Full-Featured Type-C cables shall be electronically marked. USB 2.0 Type-C cables may be electronically marked. An eMarker is element in an Electronically Marked Cable that returns information about the cable in response to a *USB PD* Discover Identity command.

Electronically marked cables shall support *USB Power Delivery* Structured VDM Discover Identity command directed to SOP' (the eMarker). This provides a method to determine the characteristics of the cable, e.g. its current carrying capability, its performance, vendor identification, etc. This may be referred to as the USB Type-C Cable ID function.

Prior to an explicit *USB PD* contract, a Sourcing Device is allowed to use SOP' to discover the cable's identity. After an explicit *USB PD* contract has been negotiated, only the Source shall communicate with SOP' and SOP'' (see Section 5.2.2).

Passive cables that include an eMarker shall follow the Cable State Machine defined in Section 4.5.2.4 and Figure 4-19.

Electronically marked cables are generally powered from VCONN, although VBUS or another source may be used. Cables that include an eMarker shall meet the maximum power defined in Table 4-6.

Refer to Table 4-5 for the requirements of a Source to supply VCONN. When VCONN is not present, a powered cable shall not interfere with normal CC operation including Sink detection, current advertisement and *USB PD* operation.

Figure 4-40 illustrates a typical electronically marked cable. The isolation elements (Iso) shall prevent VCONN from traversing end-to-end through the cable. Ra is required in the cable to allow the Source to determine that VCONN is needed.

Figure 4-40 Electronically Marked Cable with VCONN connected through the cable

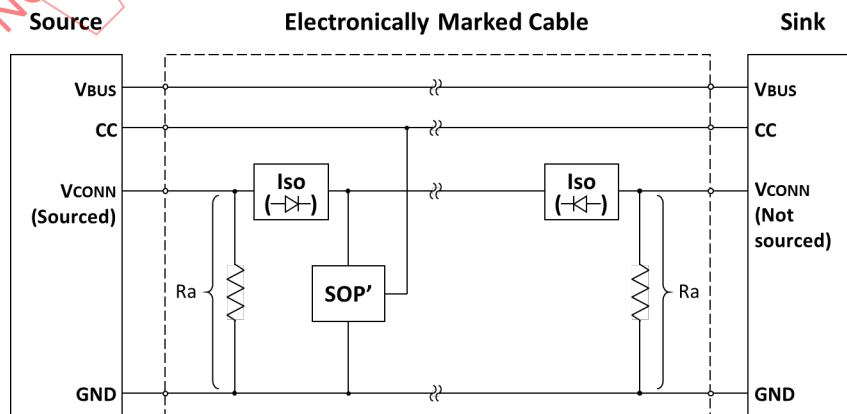
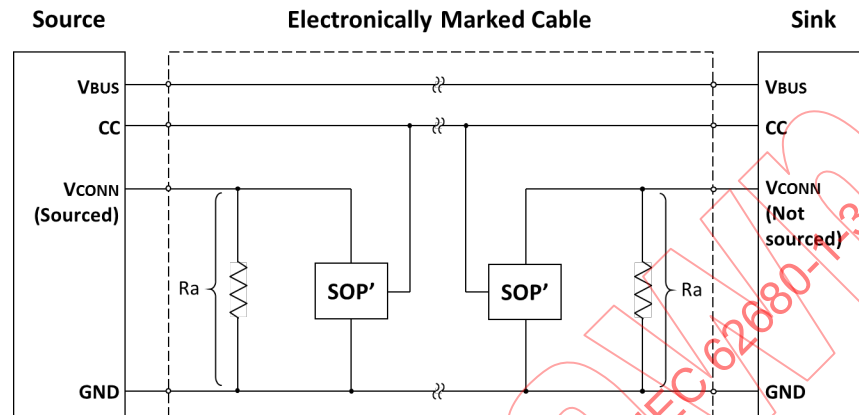


Figure 4-41 illustrates an electronically marked cable where the VCONN wire does not extend through the cable, therefore an SOP' (eMarker) element is required at each end of the cable. In this case, no isolation elements are needed.

Figure 4-41 Electronically Marked Cable with SOP' at both ends



For cables that only respond to SOP', the location of the responder is not relevant.

4.9.1 Parameter Values

Table 4-19 provides the power on timing requirements for the eMarker SOP' and SOP" to be ready to communicate.

Table 4-19 SOP' and SOP" Timing

	Maximum	Description
tVCONNStable	50 ms	The time between the application of VCONN until SOP' and SOP" shall be ready for communication.

4.9.2 Active Cables

An active cable is an electronically marked cable that incorporates data bus signal conditioning circuits, for example to allow for implementing longer cables. Active cables with data bus signal conditioning in both plugs shall implement SOP' and may implement SOP". Active cables shall meet the power requirements defined in Table 4-6.

Active cables may support either one SSTX/SSRX pair or two SSTX/SSRX pairs. The eMarker in the cable shall identify the number of SSTX/SSRX lanes supported. Active cables may or may not require configuration management. Active cable configuration management is defined in Section 5.2.

4.10 VCONN-Powered Accessories (VPAs) and VCONN-Powered USB Devices (VPDs)

VCONN-Powered Accessories and VCONN-Powered USB Devices are both direct-attach Sinks that can operate with just VCONN.

Both expose a maximum impedance to ground of R_a on the VCONN pin and R_d on the CC pin.

The removal of VCONN when VBUS is not present shall be treated as a detach event.

4.10.1 VCONN-Powered Accessories (VPAs)

A VCONN-Powered Accessory implements an Alternate Mode (See Section 5.1).

VCONN-Powered Accessories shall comply with Table 4-7.

When operating in the Sink role and when VBUS is not present, VCONN-Powered Accessories shall treat the application of VCONN as an attach signal, and shall respond to *USB Power Delivery* messages.

When powered by only VCONN, a VCONN-Powered Accessory shall negotiate an Alternate Mode. If it fails to negotiate an Alternate Mode within tAMTimeout, its port partner removes VCONN.

When VBUS is supplied, a VCONN-Powered Accessory is subject to all of the requirements for Alternate Modes, including presenting a *USB Billboard Device Class* interface if negotiation for an Alternate Mode fails.

Should a VCONN-Powered Accessory wish to provide charge-through functionality, it must do so by negotiating voltage and current independently on both the Host and charge-through ports, and possibly re-regulating the voltage from the Source before passing it through to the Sink. The Sink is able to take the full current that is advertised to it by the VCONN-Powered Accessory.

4.10.2 VCONN-Powered USB Devices (VPDs)

A VCONN-Powered USB Device shall implement a USB UFP endpoint.

VCONN-Powered USB Devices shall comply with Table 4-8.

When VBUS is not present, VCONN-Powered USB Devices shall treat the application of VCONN as an attach signal.

A VCONN-powered USB Device shall only respond to *USB PD* messaging on SOP'.

When VBUS is supplied, the VCONN-Powered USB Device shall behave like a normal UFP Sink, but still only respond to *USB PD* messaging on SOP'. If VBUS is subsequently removed while VCONN remains applied, the VCONN-Powered USB Device shall remain connected, and use VCONN as the sole detach signal.

Since VCONN-Powered USB Devices do not respond to *USB PD* on SOP, they cannot enter traditional alternate modes.

4.11 Parameter Values

4.11.1 Termination Parameters

Table 4-20 provides the values that shall be used for the Source's R_p or current source. Other pull-up voltages shall be allowed if they remain less than 5.5 V and fall within the correct voltage ranges on the Sink side – see Table 4-28, Table 4-29 and Table 4-30. Note: when two Sources

are connected together, they may use different termination methods which could result in unexpected current flow.

Table 4-20 Source CC Termination (Rp) Requirements

Source Advertisement	Current Source to 1.7 – 5.5 V	Resistor pull-up to 4.75 – 5.5 V	Resistor pull-up to 3.3 V $\pm$ 5%
Default USB Power	80 μ A $\pm$ 20%	56 k Ω $\pm$ 20% (Note 1)	36 k Ω $\pm$ 20%
1.5 A @ 5 V	180 μ A $\pm$ 8%	22 k Ω $\pm$ 5%	12 k Ω $\pm$ 5%
3.0 A @ 5 V	330 μ A $\pm$ 8%	10 k Ω $\pm$ 5%	4.7 k Ω $\pm$ 5%

Notes:

1. For Rp when implemented in the USB Type-C plug on a USB Type-C to USB 3.1 Standard-A Cable Assembly, a USB Type-C to USB 2.0 Standard-A Cable Assembly, a USB Type-C to USB 2.0 Micro-B Receptacle Adapter Assembly or a USB Type-C captive cable connected to a USB host, a value of 56 k Ω $\pm$ 5% shall be used, in order to provide tolerance to IR drop on VBUS and GND in the cable assembly.

The Sink may find it convenient to implement Rd in multiple ways simultaneously (a wide range Rd when unpowered and a trimmed Rd when powered). Transitions between Rd implementations that do not exceed tCCDebounce shall not be interpreted as exceeding the wider Rd range. Table 4-21 provides the methods and values that shall be used for the Sink's Rd implementation.

Table 4-21 Sink CC Termination (Rd) Requirements

Rd Implementation	Nominal value	Can detect power capability?	Max voltage on pin
$\pm$ 20% voltage clamp¹	1.1 V	No	1.32 V
$\pm$ 20% resistor to GND	5.1 k Ω	No	2.18 V
$\pm$ 10% resistor to GND	5.1 k Ω	Yes	2.04 V

Note:

1. The clamp implementation inhibits USB PD communication although the system can start with the clamp and transition to the resistor once it is able to do USB PD.

Table 4-22 provides the impedance value to ground on VCONN in powered cables.

Table 4-22 Powered Cable Termination Requirements

	Minimum Impedance	Maximum Impedance
Ra	800 Ω ¹	1.2 k Ω

Note:

1. The minimum impedance may be less when powering active circuitry.

Table 4-23 provides the minimum impedance value to ground on CC for a self-powered device (Sink) or a device that supports the Disabled state or ErrorRecovery state to be undetected by a Source.

Table 4-23 Sink CC Termination Requirements

	Minimum Impedance to GND
zOPEN	126 kΩ

Table 4-24 provides the impedance value for an SBU to appear open.

Table 4-24 SBU Termination Requirements

	Termination	Notes
zSBUTermination	≥ 950 kΩ	Functional equivalent to an open circuit

4.11.2 Timing Parameters

Table 4-25 provides the timing values that shall be met for delivering power over VBUS and VCONN.

Table 4-25 VBUS and VCONN Timing Parameters

	Minimum	Maximum	Description
tVBUSON	0 ms	275 ms	From entry to Attached.SRC until VBUS reaches the minimum vSafe5V threshold as measured at the source's receptacle.
tVBUSOFF	0 ms	650 ms	From the time the Sink is detached until the Source removes VBUS and reaches vSafe0V (See <i>USB PD</i>).
tVCONNON	Note 1	2 ms	From the time the Source supplied VBUS in the Attached.SRC state. Measured from vSafe5V to the minimum VCONN voltage (see Table 4-5)
tVCONNON-PA	0 ms	100 ms	From the time a Sink with accessory support enters the PoweredAccessory state until the Sink sources minimum VCONN voltage (see Table 4-5)
tVCONNOFF	0 ms	35 ms	From the time that a Sink is detached or as directed until the VCONN supply is disconnected.
tSinkAdj	tRpValueChange (Min)	60 ms	Response time for a Sink to adjust its current consumption to be in the specified range due to a change in USB Type-C Current advertisement

Note:

1. VCONN may be applied prior to the application of VBUS

Figure 4-42 illustrates the timing parameters associated with the DRP toggling process. The tDRP parameter represents the overall period for a single cycle during which the port is exposed as both a Source and a Sink. The portion of the period where the DRP is exposed as a Source is established by dcSRC.DRP and the maximum transition time between the exposed states is dictated by tDRPTransition.

Figure 4-42 DRP Timing

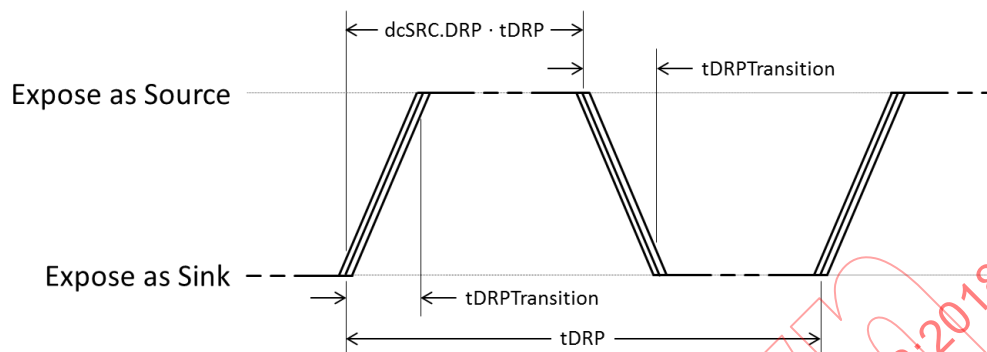


Table 4-26 provides the timing values that shall be met for DRPs. The clock used to control DRP swap should not be derived from a precision timing source such as a crystal, ceramic resonator, etc. to help minimize the probability of two DRP devices indefinitely failing to resolve into a Source-to-Sink relationship. Similarly, the percentage of time that a DRP spends advertising Source not be derived from a precision timing source.

Table 4-26 DRP Timing Parameters

	Minimum	Maximum	Description
tDRP	50 ms	100 ms	The period a DRP shall complete a Source to Sink and back advertisement
dcSRC.DRP	30%	70%	The percent of time that a DRP shall advertise Source during tDRP
tDRPTransition	0 ms	1 ms	The time a DRP shall complete transitions between Source and Sink roles during role resolution
tDRPTry	75 ms	150 ms	Wait time associated with the Try.SRC state.
tDRPTryWait	400 ms	800 ms	Wait time associated with the Try.SNK state.
tTryTimeout	550 ms	1100 ms	Timeout for transition from Try.SRC to TryWait.SNK.

Table 4-27 provides the timing requirement for CC connection behaviors.

Table 4-27 CC Timing

	Minimum	Maximum	Description
tCCDebounce	100 ms	200 ms	Time a port shall wait before it can determine it is attached
tPDDebounce	10 ms	20 ms	Time a Sink port shall wait before it can determine it is detached due to the potential for <i>USB PD</i> signaling on CC as described in the state definitions.
tTryCCDebounce	10 ms	20 ms	Time a port shall wait before it can determine it is re-attached during the try-wait process.
tErrorRecovery	25 ms		Time a self-powered port shall remain in the ErrorRecovery state.
tRpValueChange	10 ms	20 ms	Time a Sink port shall wait before it can determine there has been a change in Rp where CC is not BMC Idle or the port is unable to detect BMC Idle.
	0 ms	5 ms	Time a Sink port shall wait before it can determine that there has been a change in Rp when USB PD signaling can be detected by the port and CC line is BMC Idle.
tSRCDisconnect	0 ms	20 ms	Time a Source shall detect the SRC.Open state. The Source should detect the SRC.Open state as quickly as practical.

4.11.3 Voltage Parameters

Table 4-28, Table 4-29 and Table 4-30 provide the CC voltage values that a Source shall use to detect what is attached based on the USB Type-C Current advertisement (Default USB, 1.5 A @ 5 V, or 3.0 A @ 5 V) that the Source is offering.

Table 4-28 CC Voltages on Source Side – Default USB

	Minimum Voltage	Maximum Voltage	Threshold
Powered cable/adaptor (vRa)	0.00 V	0.15 V	0.20 V
Sink (vRd)	0.25 V	1.50 V	1.60 V
No connect (vOPEN)	1.65 V		

Table 4-29 CC Voltages on Source Side – 1.5 A @ 5 V

	Minimum Voltage	Maximum Voltage	Threshold
Powered cable/adaptor (vRa)	0.00 V	0.35 V	0.40 V
Sink (vRd)	0.45 V	1.50 V	1.60 V
No connect (vOPEN)	1.65 V		

Table 4-30 CC Voltages on Source Side – 3.0 A @ 5 V

	Minimum Voltage	Maximum Voltage	Threshold
Powered cable/adaptor (vRa)	0.00 V	0.75 V	0.80 V
Sink (vRd)	0.85 V	2.45 V	2.60 V
No connect (vOPEN)	2.75 V		

Table 4-31 provides the CC voltage values that shall be detected across a Sink's Rd for a Sink that does not support higher than default USB Type-C Current Source advertisements.

Table 4-31 Voltage on Sink CC Pins (Default USB Type-C Current only)

Detection	Min voltage	Max voltage	Threshold
vRa	–0.25 V	0.15 V	0.2 V
vRd-Connect	0.25 V	2.18 V	

Table 4-32 provides the CC voltage values that shall be detected across a Sink's R_d for a Sink that implements detection of higher than default USB Type-C Current Source advertisements. This table includes consideration for the effect that the IR drop across the cable GND has on the voltage across the Sink's R_d .

Table 4-32 Voltage on Sink CC pins (Multiple Source Current Advertisements)

Detection	Min voltage	Max voltage	Threshold
vRa	-0.25 V	0.15 V	0.2 V
vRd-Connect	0.25 V	2.04 V	
vRd-USB	0.25 V	0.61 V	0.66 V
vRd-1.5	0.70 V	1.16 V	1.23 V
vRd-3.0	1.31 V	2.04 V	

5 Functional Extensions

5.1 Alternate Modes

All hosts and devices (except chargers and clearly marked charge-through ports) using a USB Type-C™ receptacle shall expose a USB interface (minimally *USB 2.0*). In the case where the host or device optionally supports Alternate Modes:

- The host and device shall use *USB Power Delivery* Structured Vendor Defined Messages (Structured VDMs) to discover, configure and enter/exit modes to enable Alternate Modes.
- The device is strongly encouraged to provide equivalent USB functionality where such exists for best user experience.
- Where no equivalent USB functionality is implemented, the device shall provide a USB interface exposing a *USB Billboard Device Class* used to provide information needed to identify the device. A device is not required to provide a USB interface exposing a *USB Billboard Device Class* for non-user facing modes (e.g., diagnostic modes).

As Alternate Modes do not traverse the USB hub topology, they shall only be used between a host connected directly to a device.

There are Alternate Mode devices that look like a USB hub – the downstream facing ports of such devices are USB Type-C receptacles that support Alternate Modes. These devices are referred to as Alternate Mode expanders or docks:

- The Alternate Mode port expander's downstream facing USB Type-C receptacles shall expose a USB 2.0 interface.
- An Alternate Mode port expander with the capability to pass USB SuperSpeed through its upstream facing port should expose USB SuperSpeed on its downstream facing USB Type-C receptacles.

5.1.1 Alternate Mode Architecture

The *USB Power Delivery* Structured VDMs are defined to extend the functionality a device exposes. Only Structured VDMs shall be used to alter the USB functionality or reconfigure the

pins the USB Type-C Connector exposes. Structured VDMs provide a standard method to identify the modes a device supports and to command the device to enter and exit a mode. The use of Structured VDMs are in addition to the normal *USB PD* messages used to manage power. Structured VDMs may be interspersed within the normal *USB PD* messaging stream, however they shall not be inserted in the middle of an ongoing PD power negotiation.

The Structured VDMs consist of a request followed by a response. The response is either a successful completion of the request (ACK), an indication that the device needs time before it can service a request (BUSY), or a rejection of the request (NAK). A host and device do not enter a mode when either a NAK or BUSY is returned.

Multiple modes may exist and/or function concurrently. For example, a Structured VDM may be used to manage an active cable at the same time that another Structured VDM is used to manage the device so that both the cable and device are operating in a compatible mode.

5.1.2 Alternate Mode Requirements

The host and device shall negotiate a *USB PD* Explicit Contract before Structured VDMs may be used to discover or enter an Alternate Mode.

The ACK shall be sent after switching to the Alternate Mode has been completed by the UFP for Enter Mode and Exit Mode requests. See Section 6.4.4 in the *USB Power Delivery Specification*.

If a device fails to successfully enter an Alternate Mode within *tAMTimeout* then the device shall minimally expose a *USB 2.0* interface (*USB Billboard Device Class*) that is powered by VBUS.

When a device offers multiple modes, especially where multiple Alternate Mode definitions are needed in order to be compatible with multiple host-side implementations, successfully entering an Alternate Mode may be predicated on only one of the available modes being successfully recognized by a host. In this case, the device is not required to expose but may still expose a *USB Billboard Device Class* interface to indicate to the host the availability and status of the modes it supports.

The host may send an Enter Mode after *tAMTimeout*. If the device enters the mode, it shall respond with an ACK and discontinue exposing the *USB Billboard Device Class* interface. The device may expose the *USB Billboard Device Class* interface again with updated capabilities.

The current supplied over VCONN may be redefined by a specific Alternate Mode but the power shall not exceed the current rating of the pin (See Section 3.7.7.4).

5.1.2.1 Alternate Mode Pin Reassignment

Figure 5-1 illustrates the only pins that shall be available for functional reconfiguration in a full-featured cable. The pins highlighted in yellow are the only pins that shall be reconfigured.

Figure 5-1 Pins Available for Reconfiguration over the Full-Featured Cable

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2–	VBUS	SBU1	D–	D+	CC	VBUS	TX1–	TX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
GND	TX2+	TX2–	VBUS	VCONN			SBU2	VBUS	RX1–	RX1+	GND

Figure 5-2 illustrates the only pins that shall be available for functional reconfiguration in direct connect applications such as a cradle dock, captive cable or a detachable notebook. The pins highlighted in yellow are the only pins that shall be reconfigured. Three additional pins are available because this configuration is not limited by the cable wiring.

Figure 5-2 Pins Available for Reconfiguration for Direct Connect Applications

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2–	VBUS	SBU1	D–	D+	CC	VBUS	TX1–	TX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12
GND	TX2+	TX2–	VBUS	VCONN			SBU2	VBUS	RX1–	RX1+	GND

The USB 2.0 data pins (A6, A7) shall remain connected to the USB host controller during entry, while in and during exit of an Alternate Mode.

5.1.2.2 Alternate Mode Electrical Requirements

Signaling during the use of Alternate Modes shall comply with all relevant cable assembly, adapter assembly and electrical requirements of Chapter 3.

Two requirements are specified in order to minimize risk of damage to the USB SuperSpeed transmitters and receivers in a USB host or device:

- When operating in an Alternate Mode and pin pairs A11, A10 (RX1) and B11, B10 (RX2) are used, these shall be AC coupled in or before the USB Type-C plug.
- When operating in an Alternate Mode and pin pairs A2, A3 (TX1) and B2, B3 (TX2) are used, the DC blocking capacitors in the system used on these pin pairs for USB SuperSpeed signaling shall also be used for Alt Mode signaling.
- Alternate Mode signals being received at the USB Type-C receptacle shall not exceed the value specified for VTX-DIFF-PP in Table 6-17 of the *USB 3.1* specification.

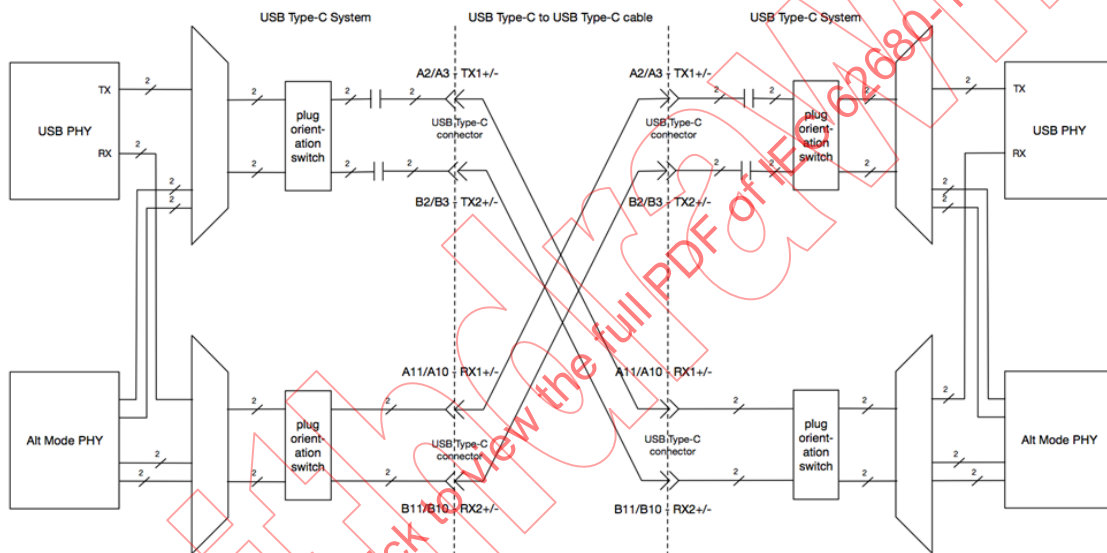
Direct connect applications shall ensure that any stubs introduced by repurposing the extra D+/D– pair do not interfere with USB communication with compliant hosts that short the pairs of pins together on the receptacle. This can be ensured by placing the Alternate Mode switch close to the plug, by adding inductors to eliminate the stubs at USB 2.0 frequencies, by AC-terminating the long stubs to remove reflections at the cost of attenuated signal, or by other means.

When in an Alternate Mode, activity on the SBU lines shall not interfere with *USB PD* BMC communications or interfere with detach detection.

The AC coupling requirement results from the use of AC coupling in the *USB 3.1* specification. This requires that the TX signals are AC coupled within the system before the physical connector. Note that the RX signals may be AC coupled within the system as well.

Figure 5-3 shows the key components in a typical Alternate Mode implementation using a USB Type-C to USB Type-C full featured cable. This implementation meets the AC coupling requirements, as the capacitors required to be in or before the USB Type-C plug are implemented behind the TX pins in the port partner.

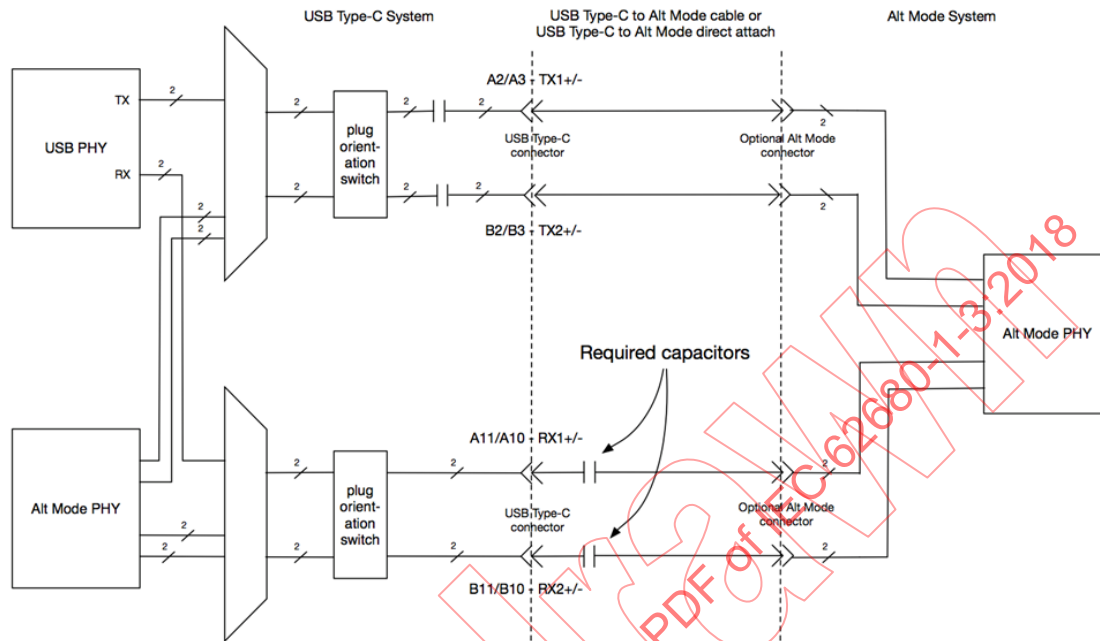
Figure 5-3 Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to USB Type-C Cable



It should be noted that the AC capacitor is placed in the system next to the USB Type-C receptacle, so that the system components (the orientation switch, the Alternate Mode selection multiplexer, and other system components) operate within the common mode limits set by the local PHY. This applies, in the USB SuperSpeed operation, to both the transmit path and the receive path within the local system. The receive path is isolated from the common mode of the port partner by the AC cap that is implemented on the TX path in the port partner.

Figure 5-4 shows the key components in a typical Alternate Mode implementation using either a USB Type-C to Alternate Mode connector cable, or a USB Type-C Alternate Mode Direct Attach device. In both cases it is necessary that the system path behind the RX pins on the USB receptacle be isolated from external common mode. This requirement is met by incorporating capacitors in or behind the USB Type-C plug on the Alternate Mode cable or Alternate Mode device.

Figure 5-4 Alternate Mode Implementation using a USB Type-C to Alternate Mode Cable or Device



In the case where the Alt Mode System is required to implement DC blocking capacitors within the system between active system components and the Alt Mode connector, then this provides the necessary isolation and further capacitors in the USB Type-C to Alt Mode adapter cable are not necessary, and may indeed impair signal integrity.

The USB Safe State is defined by the *USB PD* specification. The USB Safe State defines an electrical state for the SBU1/2 and SSTX/SSRX for DFPs, UFPs, and Active Cables when transitioning between USB and an Alternate Mode. SBU1/2 and SSTX/SSRX must transition to the USB Safe State before entering to or exiting from an Alternate Mode. Table 5-1 defines the electrical requirements for the USB Safe State. See the *USB-PD* Specification for more detail on entry/exit mechanisms to the USB Safe State.

Table 5-1 USB Safe State Electrical Requirements

	SBU1/2	SSTX^{1,2}	SSRX²	B6/B7⁴
Common-mode voltage	0 to 1.5 V	0 to 1.5 V	0 to 1.5 V	0 to 1.5 V
Impedance to ground³	< 4 MΩ	< 4 MΩ	25 KΩ – 4 MΩ	< 4 MΩ

Notes:

1. SSTX common-mode voltage is defined on the integrated circuit side of the AC coupling capacitors.
2. Unused SSTX and SSRX signals should transition to USB Safe State if wired to the connector but not used.
3. The DFP and UFP shall provide a discharge path to ground in USB Safe State when a connection to the USB Type-C receptacle is present.
4. Applies to docking solutions that redefine pins B6 and B7.

5.1.3 Parameter Values

Table 5-2 provides the timeout requirement for a device that supports Alternate Modes to enable a *USB Billboard Device Class* interface when none of the modes supported by the device are successfully recognized and configured by the DFP to which the device is attached.

Table 5-2 USB Billboard Device Class Availability Following Alternate Mode Entry Failure

	Maximum	Description
tAMETimeout	1000 ms	The time between a Sink attach until a <i>USB Billboard Device Class</i> interface is exposed when an Alternate Mode is not successfully entered

While operating in an Alternate Mode, the signaling shall not cause noise ingress on USB signals operating concurrently that exceeds the Vnoise parameters given in Table 5-3.

Table 5-3 Alternate Mode Signal Noise Ingression Requirements

	Limit	Bandwidth
Vnoise on BMC during BMC Active	30 mV	100 ns time constant filter
Vnoise on BMC during BMC Idle	100 mV	100 ns time constant filter
Vnoise on D+/D– (Single-ended)	40 mV	500 MHz
Vnoise on D+/D– (Differential)	10 mV	500 MHz

Note: Each Vnoise parameter is the max noise ingress level allowed onto the respective interface that is due to two SBU aggressors from the Alternate Mode signaling, under respective worst case scenarios. The coupling between SBU_A/SBU_B and CC within a USB Type-C cable shall meet the requirement described in Section 3.7.2.3.4. The coupling between SBU_A/SBU_B and USB D+/D– within a USB Type-C cable shall meet the requirement described in Section 3.7.2.3.5.

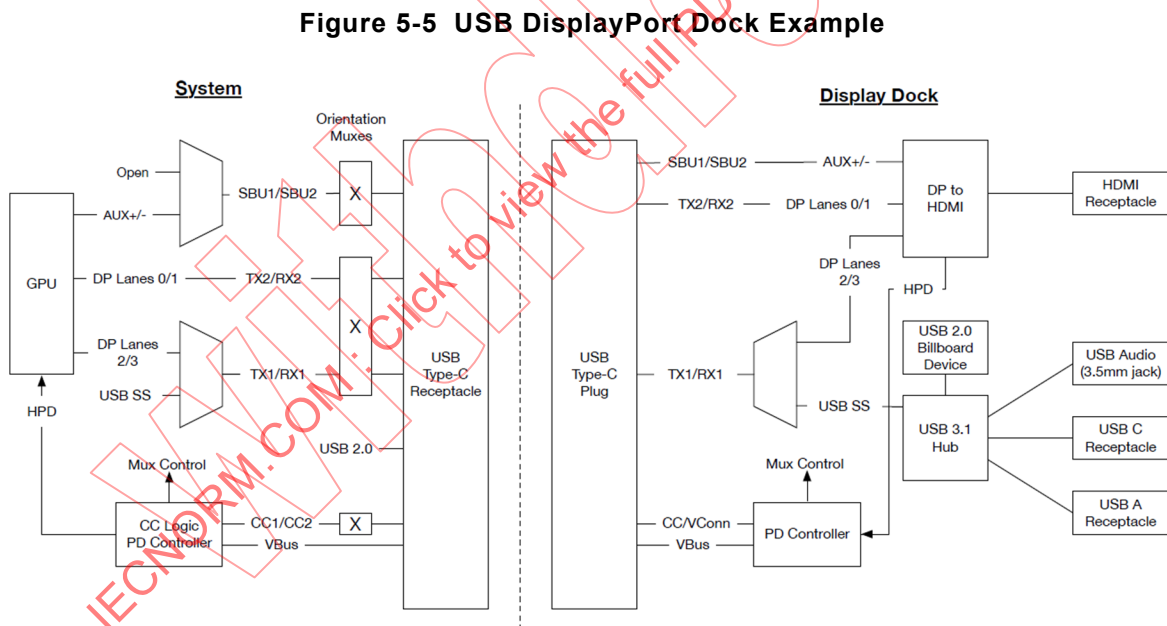
5.1.4 Example Alternate Mode – USB DisplayPort™ Dock

This example illustrates the use of Structured VDMs to expose and access functionality beyond the basic functionality defined by the USB Type-C Connector. The device uses its USB Type-C connector to make connection when placed in a cradle dock. This example only illustrates the functional connections.

5.1.4.1 USB DisplayPort Dock Example

- The cradle dock provides mechanical alignment and attachment in addition to those provided by the USB Type C connector allowing for only one orientation eliminating the need for an orientation MUX in the dock.
- The dock and system use *USB PD* to manage charging and power.
- The dock uses DisplayPort to drive a DisplayPort-to-HDMI adapter to support connecting an HDMI monitor.
- The dock has a USB hub that exposes two external USB ports and attached internal USB Devices, e.g. a USB audio Device (a 3.5 mm audio jack), and a USB Billboard Device.

Figure 5-5 illustrates the USB DisplayPort Dock example in a block diagram form.



The system uses *USB PD* Structured VDMs to communicate with the dock to discover that it supports a compatible Alternate Mode. The system then uses a Structured VDM to enter the dock mode. Since *USB PD* is used, it may also be used to negotiate power for the system and dock. In this example, the USB SuperSpeed signals allow the dock to work as a USB-only dock when attached to a system that does not fully support the dock or even *USB PD*.

5.1.4.2 Functional Overview

The following summarizes the behavior resulting from attaching the example USB DisplayPort Dock for three likely host system cases.

1. Host system does not support *USB PD* or supports *USB PD* without Structured VDMs

- The host does not support *USB PD*, or supports *USB PD* but not Structured VDMs, so it will not look for SVIDs using the Structured VDM method.
 - The host will discover the USB hub and operates as it would when connected to any USB hub.
 - Since the host will not send an Enter Mode command, after *tAMETimeout* the dock will expose a *USB Billboard Device Class* interface that the host will enumerate. The host then reports to the user that an unsupported Device has been connected, identifying the type of Device from the *USB Billboard Device Class* information.
2. Host system supports *USB PD* and Structured VDMs but does not support this specific USB DisplayPort Dock
- The host discovers the USB hub and operates as it would when connected to any USB hub.
 - The Host looks for SVIDs that it recognizes. The VID associated with this USB DisplayPort Dock may or may not be recognized by the Host.
 - If that VID is recognized by the Host, the Host then requests the modes associated with this VID. The mode associated with this USB DisplayPort Dock is not recognized by the Host.
 - Since the host does not recognize the mode as being supported hence will not send the Enter Mode command, after *tAMETimeout* the dock will expose a *USB Billboard Device Class* interface that the host will enumerate. The host then reports to the user that an unsupported Device has been connected, identifying the type of Device from the *USB Billboard Device Class* information.
3. Host system supports this specific USB DisplayPort Dock
- The Host looks for SVIDs that it recognizes. The VID associated with this USB DisplayPort Dock is recognized by the Host.
 - The Host then requests the modes associated with this VID. The mode associated with this USB DisplayPort Dock is recognized by the Host.
 - Since this mode is recognized as supported, the Host uses the Enter Mode command to reconfigure the USB Type-C receptacle and enter the USB DisplayPort Dock mode.
 - The USB DisplayPort Dock may optionally expose the *USB Billboard Device Class* interface to provide additional information to the OS.

5.1.4.3 Operational Summary

The following summarizes the basic process of discovery through configuration when the USB DisplayPort Dock is attached to the Host.

1. Host detects presence of a device (CC pins) and connector orientation
2. Host applies default VBUS
3. Host applies VCONN because the dock presents Ra
4. Host uses *USB PD* to make power contract with the USB DisplayPort Dock

5. Host runs the Discover Identify process
 - a. Sends Discover Identity message
 - b. Receives an ACK message with information identifying the cable
6. Host runs the Discover SVIDs process
 - a. Sends Discover SVID message
 - b. Receives an ACK message with list of SVIDs for which the Dock device has modes
7. Host runs the Discover Modes process
 - a. Sends Discover Modes VDM for the VIDs previously discovered
 - b. Receives an ACK message with a list of modes associated with each VID
 - c. If USB DisplayPort Dock mode not found, dock will timeout and present the *USB Billboard Device Class* interface and the OS will inform the user of the error - done
 - d. Else
8. Host runs the Enter Mode process
 - a. Sends Enter Mode VDM with VID and USB DisplayPort Dock mode
 - b. Receives an ACK message – Host is now attached to the USB DisplayPort Dock and supports DisplayPort signaling to interface additional functions in combination with USB signaling
9. Host stays in the USB DisplayPort Dock mode until
 - a. Explicitly exited by an Exit Mode VDM
 - b. System physically disconnected from the USB DisplayPort Dock
 - c. Hard Reset on *USB PD*
 - d. VBUS is removed

5.2 Managed Active Cables

Managed active cables may have a single *USB PD* controller in the cable that responds to *USB PD* Structured VDMs sent to SOP' if independent management of each end is not required.

All managed active cables shall identify if they respond to SOP' only or to both SOP' and SOP'' using the Discover Identity command defined in *USB Power Delivery*.

5.2.1 Requirements for Managed Active Cables that respond to SOP' and SOP''

Managed active cables shall implement the Cable State Machine defined in Section 4.5.2.4 and Figure 4-20.

A managed active cable which supports two *USB PD* controllers shall ensure the cable plugs are uniquely assigned via the mechanism described here, one as SOP' and the other as SOP''.

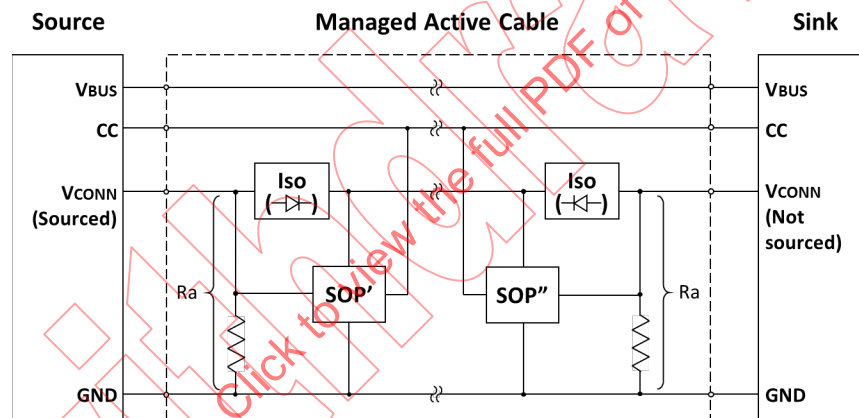
USB PD supports three types of USB Type-C-related swaps that may or may not impact VCONN:

- **USB PD VCONN_Swap** – The port previously not supplying VCONN sources VCONN and the assignment of SOP' and SOP'' remain unchanged.
- **USB PD DR_Swap** – The assignment of SOP' and SOP'' remain unchanged.
- **USB PD PR_Swap** – The assignment of SOP' and SOP'' remain unchanged.

Managed active USB Type-C to USB Type-C cables shall by default support USB operation. Modal cables (e.g., an active cable that supports an Alternate Mode in addition to USB SuperSpeed) that use the TX/RX signal pairs shall minimally support *USB 3.1 Gen 1* operation and are encouraged to support both Gen 1 and Gen 2 operation.

Figure 5-6 illustrates a typical managed active cable. The isolation elements (Iso) shall prevent VCONN from traversing end-to-end through the cable. R_a must be present when no VCONN is applied to allow the DFP to determine that VCONN is needed.

Figure 5-6 Managed Active Cable



5.2.2 Cable Message Structure

USB PD Structured VDMs shall be used to identify and manage active cables. Cables that require additional functionality, for example to program parameters in the active electronics, may define proprietary Structured VDMs to provide the necessary functionality. In all cases, these messages shall only use SOP' and SOP''. They shall not use SOP.

SOP' and SOP'' are defined to allow a vendor to communicate individually with each cable end.

The Discover Identity message shall start with SOP'.

5.2.3 Modal Cable Management

In addition to supporting the Discover Identity message, managed active cables shall support the following *USB Power Delivery* Structured VDMs. These VDMs shall start with SOP'.

5.2.3.1 Discover SVIDs

The managed active cable shall return a list of SVIDs that it supports.

5.2.3.2 Discover Modes

The managed active cable shall return a list of Alternate Modes it supports for each SVID.

5.2.3.3 Enter Mode

The managed active cable shall use the Enter Mode command to enter an Alternate Mode. The behavior of the cable following Enter Mode is vendor specific.

5.2.3.4 Exit Mode

The managed active cable shall use the Exit Mode command to exit an Alternate Mode previously entered. Exit Mode shall return the cable to its default USB operation.

A Audio Adapter Accessory Mode

A.1. Overview

Analog audio headsets are supported by multiplexing four analog audio signals onto pins on the USB Type-C™ connector when in the Audio Adapter Accessory Mode. The four analog audio signals are the same as those used by a traditional 3.5 mm headset jack. This makes it possible to use existing analog headsets with a 3.5 mm to USB Type-C adapter. The audio adapter architecture allows for an audio peripheral to provide up to 500 mA back to the system for charging.

An analog audio adapter could be a very basic USB Type-C adapter that only has a 3.5 mm jack or it could be an analog audio adapter with a 3.5 mm jack and a USB Type-C receptacle to enable charge-through. The analog audio headset shall not use a USB Type-C plug to replace the 3.5 mm plug.

A USB host that implements support for USB Type-C Analog Audio Adapter Accessory mode shall also support USB Type-C Digital Audio (TCDA) with nominally equivalent functionality and performance. A USB device that implements support for USB Type-C Analog Audio Adapter Accessory mode should also support TCDA with nominally equivalent audio functionality and performance.

A.2. Detail

An analog audio adapter shall use a captive cable with a USB Type-C plug or include an integrated USB Type-C plug.

The analog audio adapter shall identify itself by presenting a resistance to GND of $\leq R_a$ on both A5 (CC) and B5 (VCONN) of the USB Type-C plug. If pins A5 and B5 are shorted together, the effective resistance to GND shall be less than $R_a/2$.

A DFP that supports analog audio adapters shall detect the presence of an analog audio adapter by detecting a resistance to GND of less than R_a on both A5 (CC) and B5 (VCONN).

Table A-1 shows the pin assignments at the USB Type-C plug that shall be used to support analog audio.

Table A-1 USB Type-C Analog Audio Pin Assignments

Plug Pin	USB Name	Analog Audio Function	Location on 3.5 mm Jack	Notes
A5	CC			Connected to digital GND with resistance $\leq R_a$. System uses for presence detect.
B5	VCONN			Connected to digital GND with resistance $\leq R_a$. System uses for presence detect.
A6/B6	Dp	Right	Ring 1	Analog audio right channel A6 and B6 shall be shorted together in the adapter.
A7/B7	Dn	Left	Tip	Analog audio left channel A7 and B7 shall be shorted together in the adapter.
A8	SBU1	Mic/AGND	Ring 2	Analog audio microphone (OMTP & YD/T) or Audio GND (CTIA).
B8	SBU2	AGND/Mic	Sleeve	Audio GND (OMTP & YD/T or analog audio microphone (CTIA).
A1/A12 B1/B12	GND			Digital GND (DGND) used as the ground reference and current return for CC1, CC2, and VBUS.
A4/A9 B4/B9	VBUS			Not connected unless the audio adapter uses this connection to provide 5 V @ 500 mA for charging the system's battery.
Others				Other pins shall not be connected.

The analog audio signaling presented by the headset on the 3.5 mm jack is expected to comply with at least one of the following:

- The traditional American headset jack pin assignment, with the jack sleeve used for the microphone signal, supported by CTIA-The Wireless Association
- "Local Connectivity: Wired Analogue Audio" from the Open Mobile Terminal Forum (OMTP) forum
- "Technical Requirements and Test Methods for Wired Headset Interface of Mobile Communication Terminal" (YT/D 1885-2009) from the China Communications Standards Association

When in the Audio Adapter Accessory Mode, the system shall not provide VCONN power on either CC1 or CC2. Failure to do this may result in VCONN being shorted to GND when an analog audio peripheral is present.

The system shall connect A6/B6, A7/B7, A8 and B8 to an appropriate audio codec upon entry into the Audio Adapter Accessory Mode. The connections for A8 (SBU1) and B8 (SBU2) pins are dependent on the adapter's orientation. Depending on the orientation, the microphone and analog ground pins may be swapped. These pins are already reversed between the two major standards for headset jacks and support for this is built into the headset connection of many codecs or can be implemented using an autonomous audio headset switch. The system shall work correctly with either configuration.

A.3. Electrical Requirements

The maximum ratings for pin voltages are referenced to GND (pins A1, A12, B1, and B12). The non-GND pins on the plug shall be isolated from GND on the USB Type-C connector and shall be isolated from the USB plug shell. To minimize the possibility of ground loops between systems, AGND shall be connected to GND only within the system containing the USB Type-C receptacle. Both the system and audio device implementations shall be able to tolerate the Right, Left, Mic, and AGND signals being shorted to GND. The current provided by the amplifier driving the Right and Left signals shall not exceed ± 150 mA per audio channel, even when driving a 0Ω load.

Table A-2 shows allowable voltage ranges on the pins in the USB Type-C plug that shall be met.

Table A-2 USB Type-C Analog Audio Pin Electrical Parameter Ratings

Plug Pin	USB Name	Analog Audio Function	Min	Max	Units	Notes
A6/B6	Dp	Right	-3.0	3.0	V	A6 and B6 shall be shorted together in the analog audio adapter
A7/B7	Dn	Left	-3.0	3.0	V	A7 and B7 shall be shorted together in the analog audio adapter
A8	SBU1	Mic/AGND	-0.4	3.3	V	
B8	SBU2	AGND/Mic	-0.4	3.3	V	

The maximum voltage ratings for Left and Right signals are selected to encompass a 2 Vrms sine wave ($2.828 V_p = 5.657 V_{pp} = 6$ dBV) which is a common full-scale voltage for headset audio output.

Headset microphones operate on a positive bias voltage provided by the system's audio codec and AC-couple the audio signal onto it. Some headsets may produce an audio signal level up to 0.5 Vrms ($0.707 V_p = 1.414 V_{pp} = -6$ dBV) but this is biased so that the voltage does not swing below GND. The bias voltage during operation is typically around 1.25 V but it varies quite a bit depending on the specifics of the manufacturer's design, therefore the maximum voltage rating for the SBU pins is selected to allow a variety of existing solutions.

While one SBU pin carries the Mic signal, the other SBU pin serves as AGND carrying the return current for Left, Right, and Mic. If we assume a worst-case headset speaker impedance of 16Ω per speaker, then the worst-case return current for the speakers is ± 0.2 A. If we assume that the worst-case resistance from the AGND pin to GND within the USB Type-C system is 1Ω (due to FET R_{ON} within the signal multiplexer, contact, and trace resistances), then the voltage of the AGND pin with respect to USB Type-C GND can vary between ± 0.2 V. The minimum voltage rating for the SBU pins has been selected to allow for this scenario with some additional margin to account for Mic signal return current and tolerances.

The system shall exhibit no more than -48 dB linear crosstalk between the Left and Right audio channels and exhibit no more than -51 dB linear crosstalk from the Left or Right channel to the Mic channel. Crosstalk measurements shall be made using a measurement adapter plug that supports USB Type-C analog audio connections according to Table A-1. In the measurement adapter, the Left and Right channels are terminated with 32Ω resistors to AGND, the Mic channel is terminated with $2k \Omega$ resistor to AGND; AGND is connected to USB Type-C Plug Pin A8, and the Mic channel is connected to USB Type-C Plug Pin B8.

Crosstalk shall be measured by using the system to drive a sine wave signal to the Left output channel and zero signal to the Right output channel. The system shall configure the Mic channel

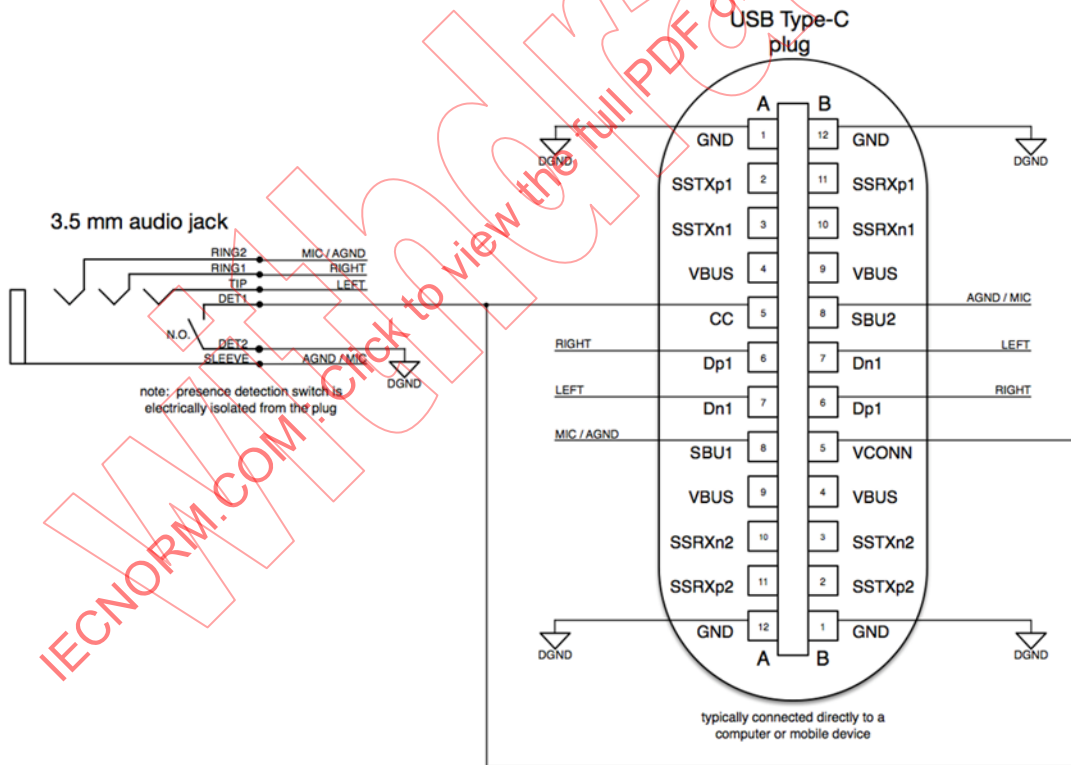
according to the default Mic operating mode supported by the system. AC voltage levels at the Left, Right and Mic channels are measured across the corresponding termination resistors using a third-octave filter at the sine signal frequency. Left – Right crosstalk is reported as ratio of the Right channel voltage to the Left channel voltage expressed in decibels. Similarly, the Left – Mic crosstalk is reported. The measurements shall be conducted at 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 and 16000 Hz frequencies. The measurements shall be repeated so that the sine wave signal is driven to the Right channel and Right – Left and Right – Mic crosstalk results are obtained. Both USB Type-C plug orientations shall be measured."

A.4. Example Implementations

A.4.1. Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter – Single Pole Detection Switch

Figure A-1 illustrates how a simple 3.5 mm analog audio adapter can be made. In this design, there is an audio plug that contains a single-pole detection switch that is used to completely disconnect the CC and VCONN pins from digital GND when no 3.5 mm plug is inserted. This has the effect of triggering the USB Type-C presence detect logic upon insertion or removal of either the 3.5 mm plug or the audio adapter itself.

Figure A-1 Example Passive 3.5 mm to USB Type-C Adapter



A.4.2. 3.5 mm to USB Type-C Adapter Supporting 500 mA Charge-Through

Figure A-2 illustrates a 3.5 mm analog audio adapter that supports charge-through operation. Charging power comes into the adapter through a USB Type-C receptacle and is routed directly to the adapter's USB Type-C plug, which is plugged into the device being charged. This design is limited to providing 500 mA of charge-through current since it has no way to advertise greater current-sourcing capability. The USB Type-C receptacle presents R_d on both of its CC pins because a CC pull-down must be present for the receptacle to indicate that it wants to consume

VBUS current. USB Type-C systems that support analog audio should ensure that charging is not interrupted by insertion or removal of the 3.5 mm audio plug and that audio is not interrupted by insertion or removal of the cable connected to the audio adapter's USB Type-C receptacle by using the system's presence detection logic monitoring the states of both the CC1 and CC2 pins and VBUS.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62680-1-3:2018

3.5 mm audio jack

RING2 MIC / AGND
RING1 RIGHT
TIP LEFT
DET1
DET2
SLEEVE AGND / MIC

note: presence detection switch is electrically isolated from the plug

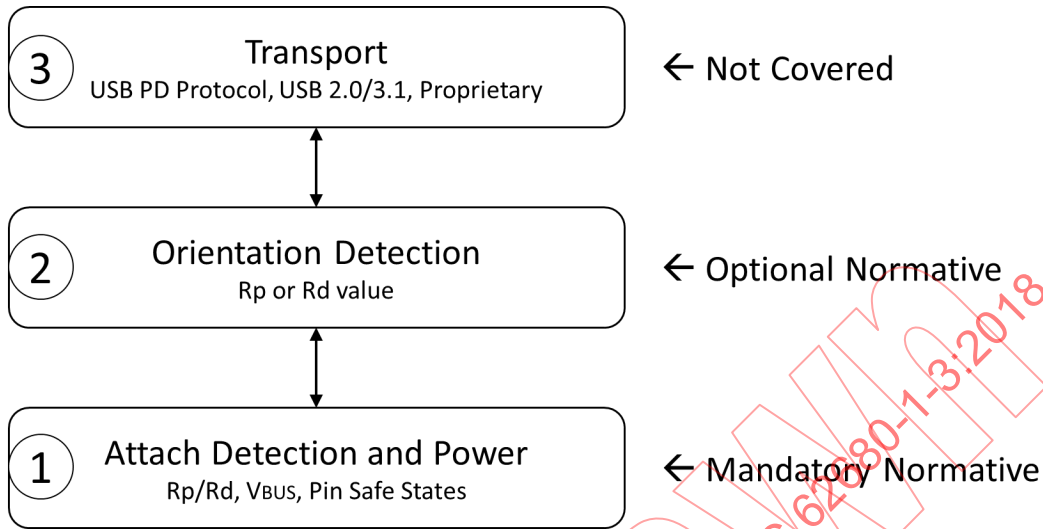
USB Type-C receptacle

USB Type-C plug

view the full PDF of ECN 130013-2018

Copyright © 2017 USB 3.0 Promoter Group. All rights reserved.

Figure B-1 USB Type-C Debug Accessory Layered Behavior



B.2.1. Signal Summary

Figure B-2 shows the pin assignments of the DTS plug that are used to support DAM. The pins highlighted in yellow are those available to be configured for debug signals. Both CC1 and CC2 are used for current advertisement and optional orientation detection.

Figure B-2 DTS Plug Interface

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2-	VBUS	SBU1	D-	D+	CC1	VBUS	TX1-	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2-	VBUS	CC2	D+	D-	SBU2	VBUS	RX1-	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12

The DTS and TS must follow the USB Safe State detailed in Section 5.1.2.2 at all times (whether in DAM or not).

B.2.2. Port Interoperability

Table B-1 summarizes the expected results when interconnecting a DTS Source, Sink or DRP port to a TS Source, Sink or DRP port.

Table B-1 DTS to TS Port Interoperability

	DTS Source	DTS Sink	DTS DRP
TS Sink	Functional	Non-functional ¹	Functional
TS Sink w/ Accessory Support	Functional	Non-functional ¹	Functional
TS DRP	Functional	Functional	Functional
TS Source	Non-functional ¹	Functional	Functional

1. In the cases where no function results, neither port shall be harmed by this connection. Following the USB Safe State ensures this.

B.2.3. Debug Accessory Mode Entry

The typical flow for the configuration of the interface in the general case of a DTS to a TS is as follows:

1. Detect a valid connection between the DTS (Source, Sink, or DRP) and TS (Source, Sink, or DRP)
2. Optionally determine orientation of the plug in the receptacle
3. Optionally establish *USB PD* communication over CC for advanced power delivery negotiation and alternate modes. *USB PD* communication is allowed only if the optional orientation of the plug is determined.
4. Establish test access connections with the available USB Type-C signals

The DTS DRP will connect as either a Source or a Sink, but its state diagram gives preference to the Source role.

B.2.3.1. Detecting a Valid DTS-to-TS Connection

The general concept for setting up a valid connection between a DTS and TS is based on being able to detect the typical USB Type-C termination resistances. However, detecting a Debug Accessory Mode connection requires that both CC pins must detect a pull-up (Rp) or pull-down (Rd) termination. A USB Type-C Cable does not pass both CC wires so a receptacle to receptacle Debug Accessory Mode connection cannot be detected.

A DTS is only allowed to connect to a TS that is presenting either Rp/Rp or Rd/Rd. Otherwise, the TS does not support Debug Accessory Mode.

To detect either an Rp/Rp or Rd/Rd, the DTS must be a captive cable or a direct-attach device with a USB Type-C plug and the TS must have a USB Type-C receptacle.

B.2.4. Connection State Diagrams

This section provides reference connection state diagrams for CC-based behaviors of the DTS. The TS connection state diagrams are found in Section 4.5.2.

Refer to Section B.2.4.1 for the specific state transition requirements related to each state shown in the diagrams.

Refer to Section B.2.4.3 for a description of which states are mandatory for each port type and a list of states where *USB PD* communication is permitted.

Figure B-3 illustrates a connection state diagram for a DTS Source.

Figure B-3 Connection State Diagram: DTS Source

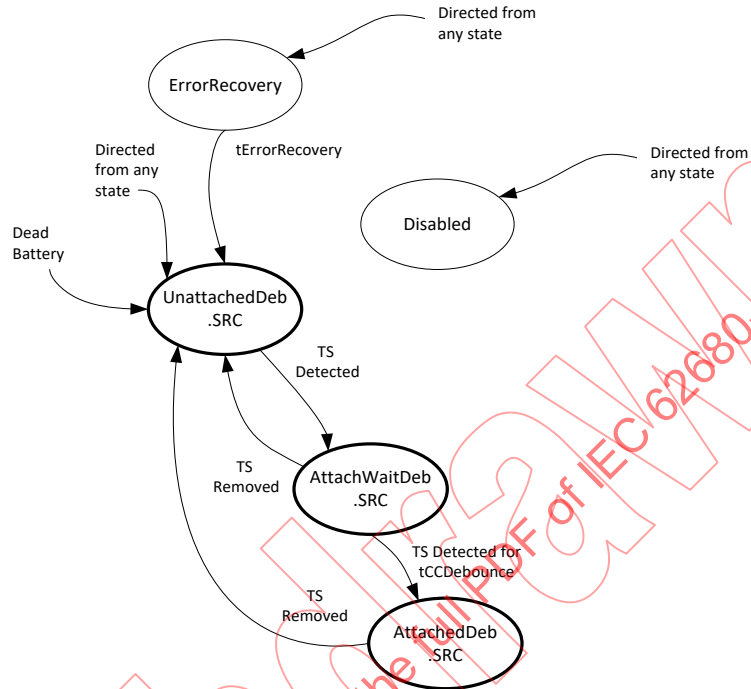


Figure B-4 illustrates a connection state diagram for a simple DTS Sink.

Figure B-4 Connection State Diagram: DTS Sink

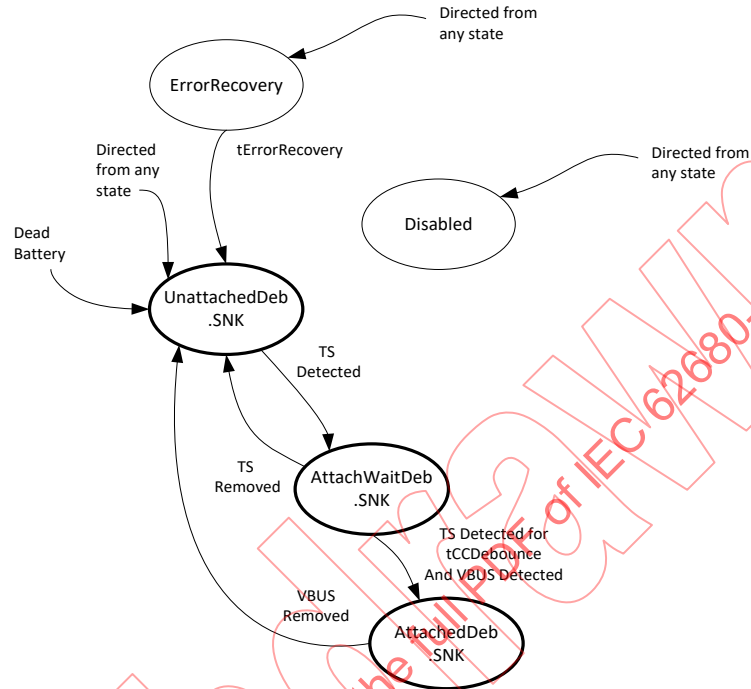
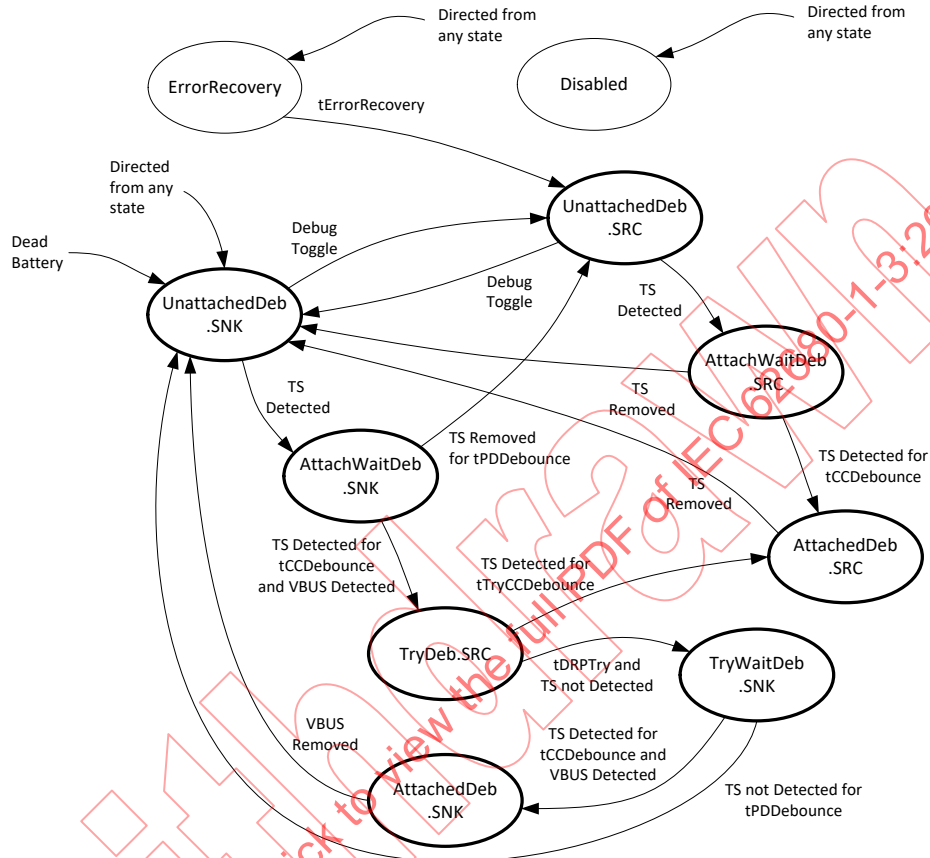


Figure B-5 illustrates a connection state diagram for a DTS DRP.

Figure B-5 Connection State Diagram: DTS DRP



B.2.4.1. Connection State Machine Requirements

The DTS state machine requirements follow those outlined in Section 4.5.2.2 for the general USB Type-C state machines with the additional following states defined.

Note, VCONN shall not be driven by any DTS or TS port in any state.

B.2.4.1.1. Exiting From ErrorRecovery State

This state appears in Figure B-3, Figure B-4, and Figure B-5.

The ErrorRecovery state is where the DTS cycles its connection by removing all terminations from the CC pins for tErrorRecovery followed by transitioning to the appropriate UnattachedDeb.SNK or UnattachedDeb.SRC state based on DTS type.

The DTS should transition to the ErrorRecovery state from any other state when directed.

A DTS may choose not to support the ErrorRecovery state. If the ErrorRecovery state is not supported, the DTS shall be directed to the Disabled state if supported. If the Disabled state is

not supported, the DTS shall be directed to either the UnattachedDeb.SNK or UnattachedDeb.SRC states.

A DTS Sink shall transition to UnattachedDeb.SNK after tErrorRecovery.

A DTS Source shall transition to UnattachedDeb.SRC after tErrorRecovery.

A DTS DRP shall transition to UnattachedDeb.SRC after tErrorRecovery.

B.2.4.1.2. UnattachedDeb.SNK State

This state appears in Figure B-4 and Figure B-5.

When in the UnattachedDeb.SNK state, the DTS is waiting to detect the presence of a TS Source.

A DTS with a dead battery shall enter this state while unpowered.

B.2.4.1.2.1 UnattachedDeb.SNK Requirements

The DTS shall not drive VBUS.

Both CC pins shall be independently terminated to ground through Rd.

B.2.4.1.2.2 Exiting from UnattachedDeb.SNK State

The DTS shall transition to AttachWaitDeb.SNK when a TS Source connection is detected, as indicated by the SNK.Rp state on both of its CC pins.

A DTS DRP shall transition to UnattachedDeb.SRC within tDRPTransition after the state of one or both CC pins is SNK.Open for $tDRP - dcSRC.DRP \cdot tDRP$, or if directed.

B.2.4.1.3. AttachWaitDeb.SNK State

This state appears in Figure B-4 and Figure B-5.

When in the AttachWaitDeb.SNK state, the DTS has detected the SNK.Rp state on both CC pins and is waiting for VBUS.

B.2.4.1.3.1 AttachWaitDeb.SNK Requirements

The requirements for this state are identical to UnattachedDeb.SNK.

B.2.4.1.3.2 Exiting from AttachWaitDeb.SNK State

A DTS Sink shall transition to UnattachedDeb.SNK when the state of one or both CC pins is SNK.Open for at least tPDDebounce.

A DTS DRP shall transition to UnattachedDeb.SRC when the state of one or both CC pins is SNK.Open for at least tPDDebounce.

A DTS Sink shall transition to AttachedDeb.SNK when neither CC pin is SNK.Open after tCCDebounce and VBUS is detected.

A DTS DRP shall transition to TryDeb.SRC when neither CC pin is SNK.Open after tCCDebounce and VBUS is detected.

B.2.4.1.4. AttachedDeb.SNK State

This state appears in Figure B-4 and Figure B-5.

When in the AttachedDeb.SNK state, the DTS is attached and operating as a DTS Sink.

B.2.4.1.4.1 AttachedDeb.SNK Requirements

This mode is for debug only

The port shall not drive VBUS.

The port shall provide an Rd as specified in Table 4-15 on both CC pins if orientation is not needed. See Section B.2.6 for orientation detection.

The port shall source current on both CC pins and monitor to detect when VBUS is removed.

If the DTS needs to establish a *USB PD* communications, it shall do so only after entry to this state. In this state, the DTS takes on the initial *USB PD* role of UFP/Sink.

The DTS shall connect the debug signals for Debug Accessory Mode operation only after entry to this state.

The DTS may follow the DAM Sink Power Sub-State behavior specified in Section 4.5.2.3.

B.2.4.1.4.2 Exiting from AttachedDeb.SNK State

A DTS shall transition to UnattachedDeb.SNK when VBUS is no longer present

B.2.4.1.5. UnattachedDeb.SRC State

This state appears in Figure B-3 and Figure B-5.

When in the UnattachedDeb.SRC state, the DTS is waiting to detect the presence of a TS Sink

B.2.4.1.5.1 UnattachedDeb.SRC Requirements

The DTS shall not drive VBUS.

The DTS shall source current on both CC pins independently.

The DTS shall provide a unique Rp value on each CC pin as specified in Section 4.5.2.3.

B.2.4.1.5.2 Exiting from UnattachedDeb.SRC State

The DTS shall transition to AttachWaitDeb.SRC when the SRC.Rd state is detected on both CC pins.

A DTS DRP shall transition to UnattachedDeb.SNK within tDRPTransition after dcSRC.DRP · tDRP, or if directed.

B.2.4.1.6. AttachWaitDeb.SRC State

This state appears in Figure B-3 and Figure B-5.

The AttachWaitDeb.SRC state is used to ensure that the state of both of the CC pins is stable after a TS Sink is connected.

B.2.4.1.6.1 AttachWaitDeb.SRC Requirements

The requirements for this state are identical to UnattachedDeb.SRC.

B.2.4.1.6.2 Exiting from AttachWaitDeb.SRC State

The DTS shall transition to AttachedDeb.SRC when VBUS is at vSafe0V and the SRC.Rd state is detected on both of the CC pins for at least tCCDebounce.

A DTS Source shall transition to UnattachedDeb.SRC and a DTS DRP to UnattachedDeb.SNK when the SRC.Open state is detected on either of the CC pins.

B.2.4.1.7. AttachedDeb.SRC State

This state appears in Figure B-3 and Figure B-5.

When in the AttachedDeb.SRC state, the DTS is attached and operating as a DTS Source.

B.2.4.1.7.1 AttachedDeb.SRC Requirements

The DTS shall provide a unique Rp value on each CC pin as specified in Section B.2.4.2.

The DTS shall supply VBUS current at the level it advertises. See Section B.2.6.1.1 for advertising current level.

The DTS shall supply VBUS within tVBUSON of entering this state, and for as long as it is operating as a power source.

If the DTS needs to establish *USB PD* communications, it shall do so only after entry to this state. The DTS shall not initiate any *USB PD* communications until VBUS reaches vSafe5V. In this state, the DTS takes on the initial *USB PD* role of DFP/Source.

The DTS shall connect the debug signals for Debug Accessory Mode operation only after entry to this state.

B.2.4.1.7.2 Exiting from AttachedDeb.SRC State

A DTS Source shall transition to UnattachedDeb.SRC when the SRC.Open state is detected on either CC pin.

A DTS DRP shall transition to UnattachedDeb.SNK when SRC.Open is detected on either CC pin.

A DTS shall cease to supply VBUS within tVBUSOFF of exiting AttachedDeb.SRC.

B.2.4.1.8. TryDeb.SRC State

This state appears in Figure B-5.

When in the TryDeb.SRC state, the DTS DRP is querying to determine if the TS is also a DRP, to favor the DTS taking the Source role.

B.2.4.1.8.1 TryDeb.SRC Requirements

The DTS shall not drive VBUS.

The DTS shall source current on both CC pins independently.

The DTS shall provide a unique Rp value on each CC pin as specified in Section B.2.4.2.

B.2.4.1.8.2 Exiting from TryDeb.SRC State

The DTS shall transition to AttachedDeb.SRC when the SRC.Rd state is detected on both CC pins for at least tTryCCDebounce.

The DTS shall transition to TryWaitDeb.SNK after tDRPTry if the state of both CC pins is not SRC.Rd.

B.2.4.1.9. TryWaitDeb.SNK State

This state appears in Figure B-5.

When in the TryWaitDeb.SNK state, the DTS has failed to become a DTS Source and is waiting to attach as a DTS Sink.

B.2.4.1.9.1 TryWaitDeb.SNK Requirements

The DTS shall not drive VBUS.

Both CC pins shall be independently terminated to ground through Rd.

B.2.4.1.9.2 Exiting from TryWaitDeb.SNK State

The DTS shall transition to AttachedDeb.SNK when neither CC pin is SNK.Open after tCCDebounce and VBUS is detected.

The DTS shall transition to UnattachedDeb.SNK when the state of one of the CC pins is SNK.Open for at least tPDDebounce or if VBUS is not detected within tPDDebounce.

B.2.4.2. Power Sub-State Requirements

B.2.4.2.1. TS Sink Power Sub-State Requirements

When in the DebugAccessory.SNK state and the DTS Source is supplying default VBUS, the TS Sink shall operate in one of the sub-states shown in Figure B-6. The initial TS Sink Power Sub-State is PowerDefaultDeb.SNK. Subsequently, the TS Sink Power Sub-State is determined by the DTS Source's USB Type-C current advertisement determined by the Rp value on each CC pin as shown in Table B-2. The TS Sink in the attached state shall remain within the TS Sink Power Sub-States until either VBUS is removed or a USB PD contract is established with the Source.

The TS Sink is only required to implement TS Sink Power Sub-State transitions if the TS Sink wants to consume more than default USB current.

Note, a TS Source will not use the values in Table B-2. A TS Source will present the same R_p on each CC pin using the standard R_p value for the desired current advertisement.

Figure B-6 TS Sink Power Sub-States

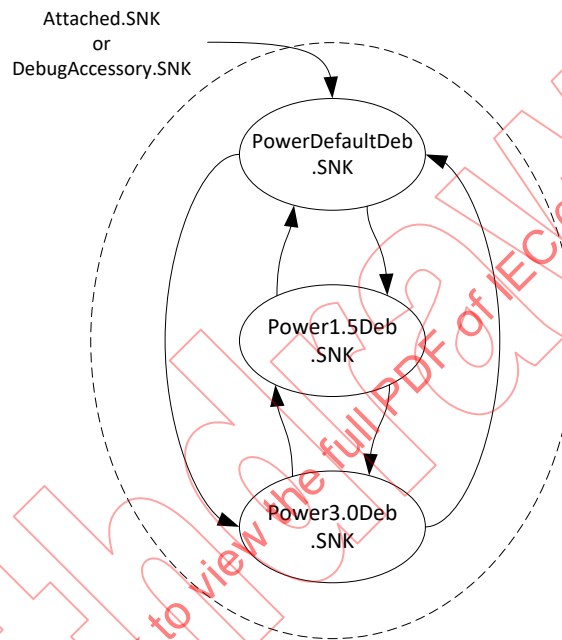


Table B-2 R_p/R_p Charging Current Values for a DTS Source

Mode of Operation	CC1	CC2
Default USB Power	R_p for 3 A	R_p for 1.5 A
USB Type-C Current @ 1.5 A	R_p for 1.5 A	R_p for Default
USB Type-C Current @ 3 A	R_p for 3 A	R_p for Default

B.2.4.2.2. PowerDefaultDeb.SNK Sub-State

This sub-state supports DAM Sinks consuming current within the lowest range (default) of Source-supplied current.

B.2.4.2.2.1 PowerDefaultDeb.SNK Requirements

The port shall draw no more than the default USB power from VBUS. See Section 4.6.2.1.

If the DTS Sink wants to consume more than the default USB power, it shall monitor v_{Rd} on both CC pins to determine if more current is available from the Source.

B.2.4.2.2.2 Exiting from PowerDefaultDeb.SNK

For any change on CC indicating a change in allowable power, the DAM Sink shall not transition until the new v_{Rd} voltages on each CC pin have been stable for at least $t_{RpValueChange}$.

For v_{Rd} voltages on the CC pins indicating 1.5 A mode, the DAM Sink shall transition to the Power1.5Deb.SNK Sub-State.

For v_{Rd} voltages on the CC pins indicating 3 A mode, the DAM Sink shall transition to the Power3.0Deb.SNK Sub-State.

B.2.4.2.3. Power1.5Deb.SNK Sub-State

This sub-state supports DAM Sinks consuming current within the two lower ranges (default and 1.5 A) of DAM Source-supplied current.

B.2.4.2.3.1 Power1.5Deb.SNK Requirements

The DAM Sink shall draw no more than 1.5 A from VBUS.

The DAM Sink shall monitor both v_{Rd} voltages while it is in this sub-state.

B.2.4.2.3.2 Exiting from Power1.5Deb.SNK

For any change on the CC pins indicating a change in allowable power, the DAM Sink shall not transition until the new v_{Rd} voltages on both CC pins have been stable for at least $t_{RpValueChange}$.

For v_{Rd} voltages on the CC pins indicating Default USB Power mode, the port shall transition to the PowerDefaultDeb.SNK Sub-State and reduce its power consumption to the new range within $t_{SinkAdj}$.

For v_{Rd} voltages on the CC pins indicating 3 A mode, the port shall transition to the Power3.0Deb.SNK Sub-State.

B.2.4.2.4. Power3.0Deb.SNK Sub-State

This sub-state supports DAM Sinks consuming current within all three ranges (default, 1.5 A and 3.0 A) of DAM Source-supplied current.

B.2.4.2.4.1 Power3.0Deb.SNK Requirements

The port shall draw no more than 3.0 A from VBUS.

The port shall monitor both v_{Rd} voltages while it is in this sub-state.

B.2.4.2.4.2 Exiting from Power3.0Deb.SNK

For any change on the CC pins indicating a change in allowable power, the port shall not transition until the new v_{Rd} voltages on both CC pins have been stable for at least $t_{RpValueChange}$.

For vRd voltages on the CC pins indicating Default USB Power mode, the port shall transition to the PowerDefaultDeb.SNK Sub-State and reduce its power consumption to the new range within tSinkAdj.

For vRd voltages on the CC pins indicating 1.5 A mode, the DAM Sink shall transition to the Power1.5Deb.SNK Sub-State.

B.2.4.2.5. DTS Sink Power Sub-State Requirements

A DTS Sink follows the same power sub-states defined in Section 4.5.2.3. The TS Source will be advertising current with a standard Rp value that is the same for each CC pin. If optional orientation detection is performed, the DTS Sink will only be able to determine the Rp value from the CC pin that is set for *USB PD* communication.

B.2.4.3. Connection States Summary

Table B-3 defines the mandatory and optional states for each type of port. For states allowing *USB PD* communication, DAM connections requiring *USB PD* communication shall determine orientation by the steps described in Section B.2.6.

Table B-3 Mandatory and Optional States

	DTS Source	DTS SINK	DTS DRP	USB PD Communication and/or Debug Signal Activity
UnattachedDeb.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Not Permitted
AttachWaitDeb.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Not Permitted
AttachedDeb.SNK	N/A	Mandatory	Mandatory	Permitted
UnattachedDeb.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Not Permitted
AttachWaitDeb.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Not Permitted
AttachedDeb.SRC	Mandatory	N/A	Mandatory	Permitted
TryDeb.SRC	N/A	N/A	Mandatory	Not Permitted
TryWaitDeb.SNK	N/A	N/A	Mandatory	Not Permitted

B.2.5. DTS Port Interoperability Behavior

This section describes interoperability behavior between DTS ports and TS ports.

B.2.5.1. DTS Port to TS Port Interoperability Behaviors

The following sub-sections describe typical port-to-port interoperability behaviors for the various combinations of DTS and TS Sources, Sinks and DRPs as presented in Table B-1.

B.2.5.1.1. DTS Source to TS Sink Behavior

The following describes the behavior when a DTS Source is connected to a TS Sink.

1. DTS Source and TS Sink in the unattached state
2. DTS Source transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachedDeb.SRC through AttachWaitDeb.SRC
 - DTS Source detects the TS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SRC. After tCCDebounce it then enters AttachedDeb.SRC
 - DTS Source turns on VBUS
3. TS Sink transitions from Unattached.SNK to DebugAccessory.SNK through AttachWait.SNK
 - TS Sink in Unattached.SNK detects the DTS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWait.SNK. After that state persists for tCCDebounce and it detects VBUS, it enters DebugAccessory.SNK
4. While the DTS Source and TS Sink are in the attached state:
 - DTS Source adjusts both Rp values as needed for offered current
 - TS Sink detects and monitors vRd on the CC pins for available current on VBUS and performs any orientation required
 - DTS Source monitors both CC pins for detach and when detected on either pin, enters UnattachedDeb.SRC
 - TS Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

B.2.5.1.2. DTS Source to TS DRP Behavior

The following describes the behavior when a DTS Source is connected to a TS DRP.

1. DTS Source and TS DRP in the unattached state
 - TS DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DTS Source transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachedDeb.SRC through AttachWaitDeb.SRC
 - DTS Source detects the TS DRP's pull-downs on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SRC. After tCCDebounce it then enters AttachedDeb.SRC
 - DTS Source turns on VBUS
3. TS DRP transitions from Unattached.SNK to DebugAccessory.SNK through AttachWait.SNK
 - TS DRP in Unattached.SNK detects the DTS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWait.SNK. After that state persists for tCCDebounce and it detects VBUS, it enters DebugAccessory.SNK
4. While the DTS Source and TS DRP are in their respective attached states:
 - DTS Source adjusts both Rp values as needed for offered current
 - TS DRP detects and monitors vRd on both CC pins for available current on VBUS and performs any orientation required

- DTS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SRC
- TS DRP monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK (and resumes toggling between Unattached.SNK and Unattached.SRC)

B.2.5.1.3. DTS Sink to TS Source Behavior

The following describes the behavior when a DTS Sink is connected to a TS Source.

1. TS Source and DTS Sink in the unattached state
2. TS Source transitions from Unattached.SRC to UnorientedDebugAccessory.SRC through AttachWait.SRC
 - TS Source detects the DTS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.SRC. After tCCDebounce, it enters UnorientedDebugAccessory.SRC.
 - TS Source turns on VBUS
3. DTS Sink transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachedDeb.SNK through AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK detects the TS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in AttachWaitDeb.SNK detects that the pull-ups on both CC pins persist for tCCDebounce and it detects VBUS. It enters AttachedDeb.SNK
 - DTS sink determines advertised current from vRd on either CC pin.
4. If orientation supported, DTS Sink adjusts Rd on the non-CC communication pin as needed for orientation detection.
5. If orientation supported, TS Source detects change in vRd of one of the CC pins and transitions from UnorientedDebugAccessory.SRC to OrientedDebugAccessory.SRC and performs any orientation required.
6. While the TS Source and DTS Sink are in the attached state:
 - If orientation is supported, DTS sink determines any change in advertised current from vRd of the CC pin that has been set as the CC communication pin.
 - TS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SRC
 - DTS Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK

B.2.5.1.4. DTS Sink to TS DRP Behavior

The following describes the behavior when a DTS Sink is connected to a TS DRP.

1. DTS Sink and TS DRP in the unattached state
 - TS DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. TS DRP transitions from Unattached.SRC to UnorientedDebugAccessory.SRC through AttachWait.SRC

- TS DRP in Unattached.SRC detects both CC pull-downs of DTS Sink in UnattachedDeb.SNK and enters AttachWait.SRC
 - TS DRP in AttachWait.SRC detects that the pull-downs on both CC pins persist for tCCDebounce. It then enters UnorientedDebugAccessory.SRC and turns on VBUS
3. DTS Sink transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachedDeb.SNK through AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK detects the TS DRP's pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK. After that state persists for tCCDebounce and it detects VBUS, it enters AttachedDeb.SNK
 - DTS sink determines advertised current from vRd on either CC pin.
 7. If orientation is supported, DTS Sink adjusts Rd on the non-CC communication pin as needed for orientation detection.
 8. If orientation supported, TS DRP detects change in vRd on one of the CC pins and transitions to OrientedDebugAccessory.SRC and performs the required orientation.
 9. While the TS DRP and DTS Sink are in the attached state:
 - If orientation is supported, DTS sink determines any change in advertised current from vRd of the CC pin that has been set as the CC communication pin.
 - TS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SNK
 - DTS Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK

B.2.5.1.5. DTS DRP to TS Sink Behavior

The following describes the behavior when a DTS DRP is connected to a TS Sink.

1. DTS DRP and TS Sink in the unattached state
 - DTS DRP alternates between UnattachedDeb.SRC and UnattachedDeb.SNK
2. DTS DRP transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachedDeb.SRC through AttachWaitDeb.SRC
 - DTS DRP in UnattachedDeb.SRC detects both of the CC pull-downs of TS Sink enters AttachWaitDeb.SRC
 - DTS DRP in AttachWaitDeb.SRC detects that the pull-downs on both CC pins persist for tCCDebounce. It then enters AttachedDeb.SRC
 - DTS DRP turns on VBUS
3. TS Sink transitions from Unattached.SNK to DebugAccessory.SNK through AttachWait.SNK
 - TS Sink in Unattached.SNK detects the DTS DRP's pull-ups on both CC pins and enters AttachWait.SNK
 - TS Sink in AttachWait.SNK detects that the pull-ups on both CC pins persist for tCCDebounce and it detects VBUS. It enters DebugAccessory.SNK

4. While the DTS DRP and TS Sink are in their respective attached states:

- DTS DRP adjusts Rp as needed for offered current
- TS Sink detects and monitors vRd on the CC pins for available current on VBUS and performs any orientation required
- DTS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK
- TS Sink monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

B.2.5.1.6. DTS DRP to TS DRP Behavior

The following describes the behavior when a DTS DRP is connected to TS DRP.

Case #1:

1. Both DRPs in the unattached state
 - DTS DRP alternates between UnattachedDeb.SRC and UnattachedDeb.SNK
 - TS DRP alternate between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DTS DRP transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachWaitDeb.SRC
 - DTS DRP in UnattachedDeb.SRC detects both CC pull-downs of TS DRP in Unattached.SNK and enters AttachWaitDeb.SRC
3. TS DRP transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - TS DRP in Unattached.SNK detects both CC pull-ups of DTS DRP and enters AttachWait.SNK
4. DTS DRP transitions from AttachWaitDeb.SRC to AttachedDeb.SRC
 - DTS DRP in AttachWaitDeb.SRC continues to see both CC pull-downs of TS DRP for tCCDebounce, enters AttachedDeb.SRC and turns on VBUS
5. TS DRP transitions from AttachWait.SNK to DebugAccessory.SNK
 - TS DRP detects DTS DRP's pull-ups on both CC pins for tCCDebounce and detects VBUS and enters DebugAccessory.SNK
 - TS DRP detects and monitors vRd on the CC pins for available current on VBUS and performs any orientation required
6. While the TS DRP and DTS DRP are in the attached state:
 - TS DRP monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK
 - DTS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK

Case #2:

1. Both DRPs in the unattached state

- DTS DRP alternates between UnattachedDeb.SRC and UnattachedDeb.SNK
 - TS DRP alternate between Unattached.SRC and Unattached.SNK
2. DTS DRP transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK
 - DTS DRP in UnattachedDeb.SNK detects both CC pull-ups of TS DRP in Unattached.SRC and enters AttachWaitDeb.SNK
 3. TS DRP transitions from Unattached.SRC to UnorientedDebugAccessory.SRC through AttachWait.SRC
 - TS DRP in Unattached.SRC detects both CC pull-downs of DTS DRP and enters AttachWait.SRC
 - TS DRP in AttachWait.SRC continues to see both CC pull-downs of TS DRP for tCCDebounce, enters UnorientedDebugAccessory.SRC and turns on VBUS
 4. DTS DRP transitions from AttachWaitDeb.SNK to TryDeb.SRC
 - DTS DRP in AttachWaitDeb.SNK continues to see both CC pull-ups of TS DRP for tCCDebounce and detects VBUS, enters TryDeb.SRC
 5. TS DRP transitions from UnorientedDebugAccessory.SRC to Unattached.SNK
 - TS DRP in UnorientedDebugAccessory.SRC detects the removal of both CC pull-downs of DTS DRP and enters Unattached.SNK
 6. TS DRP transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK
 - TS DRP in Unattached.SNK detects both CC pull-ups of DTS DRP and enters AttachWait.SNK
 7. DTS DRP transitions from TryDeb.SRC to AttachedDeb.SRC
 - DTS DRP in TryDeb.SRC detects both CC pull-downs of TS DRP for tTryCCDebounce and enters AttachedDeb.SRC
 - DTS DRP turns on VBUS
 8. TS DRP transitions from AttachWait.SNK to DebugAccessory.SNK
 - TS DRP detects DTS DRP's pull-ups on both CC pins for tCCDebounce and detects VBUS and enters DebugAccessory.SNK
 9. While the DTS DRP and TS DRP are in their respective attached states:
 - DTS DRP adjusts R_p as needed for offered current
 - TS DRP detects and monitors v_{Rd} on the CC pins for available current on VBUS and performs any orientation required
 - DTS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK
 - TS DRP monitors VBUS for detach and when detected, enters Unattached.SNK

B.2.5.1.7. DTS DRP to TS Source Behavior

The following describes the behavior when a DTS DRP is connected to TS Source.

1. DTS DRP and TS Source in the unattached state
 - DTS DRP alternates between UnattachedDeb.SRC and UnattachedDeb.SNK
 - TS Source in Unattached.SRC
2. DTS DRP transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK
 - DTS DRP in UnattachedDeb.SNK detects pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK
3. TS Source transitions from Unattached.SRC to UnorientedDebugAccessory.SRC through AttachWait.SRC
 - TS Source in Unattached.SRC detects both CC pull-downs of DTS DRP and enters AttachWait.SRC
 - TS Source in AttachWait.SRC continues to see both CC pull-downs of DTS DRP for tCCDebounce, enters UnorientedDebugAccessory.SRC and turns on VBUS
4. DTS DRP transitions from AttachWaitDeb.SNK to TryDeb.SRC
 - DTS DRP in AttachWaitDeb.SNK continues to see both CC pull-ups of TS DRP for tCCDebounce and detects VBUS, enters TryDeb.SRC
5. TS Source transitions from UnorientedDebugAccessory.SRC to Unattached.SRC
 - TS Source in UnorientedDebugAccessory.SRC detects the removal of both CC pull-downs of DTS DRP and enters Unattached.SRC
6. DTS DRP transitions from TryDeb.SRC to TryWaitDeb.SNK
 - After tDRPTry, DTS DRP does not see pull-downs on both CC pin and enters TryWaitDeb.SNK
7. TS Source transitions from Unattached.SRC to UnorientedDebugAccessory.SRC
 - TS Source in Unattached.SRC detects pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.SRC
 - TS Source continues to detect pull-downs on both CC pins for tCCDebounce and enters UnorientedDebugAccessory.SRC and outputs VBUS
8. DTS DRP transitions from TryWaitDeb.SNK to AttachedDeb.SNK
 - DTS DRP sees pull-ups on both CC pins for tCCDebounce and detects VBUS and enters AttachedDeb.SNK
 - If orientation required, DTS DRP adjusts Rd on the non-CC communication pin as needed for orientation detection
9. If orientation supported, TS Source detects change in vRd on one of the CC pins and transitions to OrientedDebugAccessory.SRC and performs the required orientation.
10. While the TS Source and DTS DRP are in the attached state:

- If orientation is supported, DTS DRP determines any change in advertised current from vRd of the CC pin that has been set as the CC communication pin.
- TS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SRC
- DTS DRP monitors VBUS for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SNK

B.2.5.2. DTS Port to non-DAM TS Port Interoperability Behaviors

The following sub-sections describe the non-functional port-to-port interoperability behaviors for the various combinations of DTS and TS Sources, Sinks, and DRPs that do not support DAM.

B.2.5.2.1. DTS Source to non-DAM TS Sink Behavior

The following describes the behavior when a DTS Source is connected to a non-DAM TS Sink.

1. DTS Source and TS Sink in the unattached state
2. DTS Source transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachedDeb.SRC through AttachWaitDeb.SRC
 - DTS Source detects the non-DAM TS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SRC. After tCCDebounce it then enters AttachedDeb.SRC
 - DTS Source turns on VBUS
3. Non-DAM TS Sink transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK.
 - Non-DAM TS Sink in Unattached.SNK detects the DTS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWait.SNK.
 - Non-DAM TS Sink continues to detect pull-ups on both CC pins and stays in AttachWait.SNK because it does not support DAM (will not enter Attached.SNK because it does not detect SNK.Open on either pin)
4. While the DTS Source and non-DAM TS Sink are in their final state:
 - DTS Source adjusts R_p as needed for offered current
 - Non-DAM TS Sink may draw USB default current from DTS Source as permitted by Section 4.5.2.2 but will not enter DAM
 - DTS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SRC
 - Non-DAM TS Sink monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SNK

B.2.5.2.2. DTS Source to non-DAM TS DRP Behavior

The following describes the behavior when a DTS Source is connected to a non-DAM TS DRP.

1. DTS Source and non-DAM TS DRP in the unattached state
 - Non-DAM TS DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK

2. DTS Source transitions from UnattachedDeb.SRC to AttachedDeb.SRC through AttachWaitDeb.SRC
 - DTS Source detects the non-DAM TS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SRC. After tCCDebounce it then enters AttachedDeb.SRC
 - DTS Source turns on VBUS
3. Non-DAM TS DRP transitions from Unattached.SNK to AttachWait.SNK.
 - Non-DAM TS DRP in Unattached.SNK detects the DTS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWait.SNK.
 - Non-DAM TS DRP continues to detect pull-downs on both CC pins and stays in AttachWait.SNK because it does not support DAM (will not enter Attached.SNK because it does not detect SNK.Open on either pin)
4. While the DTS Source and non-DAM TS DRP are in their final state:
 - DTS Source adjusts Rp as needed for offered current
 - Non-DAM TS DRP may draw USB default current from DTS Source as permitted by Section 4.5.2.2 but will not enter DAM
 - DTS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters UnattachedDeb.SRC
 - Non-DAM TS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SRC

B.2.5.2.3. DTS Sink to non-DAM TS Source Behavior

The following describes the behavior when a DTS Sink is connected to a non-DAM TS Source.

1. Non-DAM TS Source and DTS Sink in the unattached state
2. Non-DAM TS Source transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - Non-DAM TS Source detects the DTS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.SRC.
 - Non-DAM TS Source continues to detect pull-downs on both CC pins and stays in AttachWait.SRC because it does not support DAM (will not enter Attached.SRC because it does not detect SRC.Rd on only one CC pin)
3. DTS Sink transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK detects the non-DAM TS Source's pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK
 - DTS Sink remains in AttachWaitDeb.SNK because it does not detect VBUS
4. While the non-DAM TS Source and DTS Sink are in their final state:
 - Non-DAM TS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SRC

- DTS Sink monitors VBUS for attach and both CC pins for detach and enters UnattachedDeb.SNK when both CC pins go to SNK.Open

B.2.5.2.4. DTS Sink to non-DAM TS DRP Behavior

The following describes the behavior when a DTS Sink is connected to a non-DAM TS DRP.

1. DTS Sink and non-DAM TS DRP in the unattached state
 - Non-DAM TS DRP alternates between Unattached.SRC and Unattached.SNK
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK
2. Non-DAM TS DRP transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - Non-DAM TS DRP detects the DTS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.SRC.
 - Non-DAM TS DRP continues to detect pull-downs on both CC pins and stays in AttachWait.SRC because it does not support DAM (will not enter Attached.SRC because it does not detect SRC.Rd on only one CC pin)
3. DTS Sink transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK detects the non-DAM TS DRP's pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK
 - DTS Sink remains in AttachWaitDeb.SNK because it does not detect VBUS
4. While the non-DAM TS DRP and DTS Sink are in their final state:
 - Non-DAM TS DRP monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SNK
 - DTS Sink monitors VBUS for attach and both CC pins for detach and enters UnattachedDeb.SNK when both CC pin go to SNK.Open

B.2.5.2.5. DTS DRP to non-DAM TS Sink Behavior

The DTS DRP to non-DAM TS Sink behavior follows the flow in Section B.2.5.2.1.

B.2.5.2.6. DTS DRP to non-DAM TS DRP Behavior

The DTS DRP to non-DAM TS DRP behavior follows the flows in Section B.2.5.2.2 and Section B.2.5.2.4 depending on the role forced by the non-DAM TS DRP

B.2.5.2.7. DTS DRP to non-DAM TS Source Behavior

The following describes the behavior when a DTS DRP is connected to non-DAM TS Source.

1. DTS DRP and non-DAM TS Source in the unattached state
 - DTS DRP alternates between UnattachedDeb.SRC and UnattachedDeb.SNK
 - Non-DAM TS Source in Unattached.SRC
2. DTS DRP transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK

- DTS DRP in UnattachedDeb.SNK detects pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK
3. Non-DAM TS Source transitions from Unattached.SRC to AttachWait.SRC
 - Non-DAM TS Source in Unattached.SRC detects pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.SRC
 - Non-DAM TS Source continues to detect pull-downs on both CC pins and stays in AttachWait.SRC because it does not support DAM (will not enter Attached.SRC because it does not detect SRC.Rd on only one CC pin)
 - DTS Sink remains in AttachWaitDeb.SNK because it does not detect VBUS
 5. While the non-DAM TS Source and DTS DRP are in their final state:
 - Non-DAM TS Source monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SRC
 - DTS DRP monitors VBUS for attach and both CC pins for detach and enters UnattachedDeb.SRC when both CC pin go to SNK.Open

B.2.5.2.8. DTS Sink to non-DAM TS Sink with Accessory Support Behavior

The following describes the behavior when a DTS Sink is connected to a non-DAM USB Type-C TS Sink with Accessory Support.

1. DTS Sink and non-DAM TS Sink with Accessory Support ("non-DAM TS Sink" for the remainder of this flow) in the unattached state
 - Non-DAM TS Sink alternates between Unattached.SNK and Unattached.Accessory
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK
2. Non-DAM TS Sink transitions from Unattached.Accessory to AttachWait.Accessory
 - Non-DAM TS Sink detects the DTS Sink's pull-downs on both CC pins and enters AttachWait.Accessory
 - Non-DAM TS Sink continues to detect pull-downs on both CC pins and enters USB Type-C Debug Accessory Mode
3. DTS Sink transitions from UnattachedDeb.SNK to AttachWaitDeb.SNK.
 - DTS Sink in UnattachedDeb.SNK detects the non-DAM TS Sinks pull-ups on both CC pins and enters AttachWaitDeb.SNK
 - DTS Sink remains in AttachWaitDeb.SNK because it does not detect VBUS
4. While the non-DAM TS DRP and DTS Sink are in their final state:
 - Non-DAM TS Sink monitors both CC pins for detach and when detected, enters Unattached.SNK
 - DTS Sink monitors both CC pins for detach and enters UnattachedDeb.SNK when both CC pins go to SNK.Open

B.2.6. Orientation Detection

Orientation detection is optional normative. A USB Type-C port supporting Debug Accessory Mode is not required to perform orientation detection. If orientation detection is required, this method shall be followed.

B.2.6.1. Orientation Detection using Rd and/or Rp Values

In this optional normative flow, the DTS shall always initiate an orientation detection sequence, independent of its role as Source, Sink, or DRP. This means that the TS must detect this orientation sequence and perform multiplexing to orient and connect the port signals to the proper channels as well as determine the proper CC pin for *USB-PD* communication.

B.2.6.1.1. Orientation Detection with DTS as a Source

When the DTS is presenting an Rp, it shall present asymmetric Rp values (Rp1/Rp2) on CC1/CC2 to indicate orientation to the TS. The DTS as a source shall indicate a weaker resistive value on CC2. Table B-2 shows the values of Rp resistance on each CC pin to indicate orientation and advertise the USB Type-C current available on VBus. See Table 4-20 for the Rp resistance ranges.

Once the TS sink enters the DebugAccessory.SNK state, after the vRd on both CC pins is stable for tRpValueChange, it will orient its signal multiplexor based on the detected orientation indicated by the relative voltages of the CC pins. The CC pin with the greater voltage is the plug CC pin, which establishes the orientation of the DTS plug in the TS receptacle and also indicates the *USB-PD* CC communication wire. The TS Sink cannot perform *USB-PD* communication or connect any orientation-sensitive debug signals until orientation is determined.

B.2.6.1.2. Orientation Detection with DTS as a Sink

When the DTS is a sink, it shall follow a two-step approach.

1. The DTS sink shall present Rd/Rd on the CC pins of the debug accessory plug. This will put the system into debug accessory mode
2. Once the DTS sink enters AttachedDeb.SNK state, it shall present a resistance to GND of $\leq R_a$ on B5 (CC2)

The asymmetric signaling is detected by the TS Source in the UnorientedDebugAccessory.SRC state. Once Detected, the TS Source will move to the OrientedDebugAccessory.SRC. Once the TS source enters the OrientedDebugAccessory.SRC state, after the SRC.Ra level is detected on one of the CC pins, it will orient its signal multiplexor based on the detected orientation indicated by the relative voltages of the CC pins. The CC pin with the greater voltage is the plug CC pin, which establishes the orientation of the DTS plug in the TS receptacle and also indicates the *USB-PD* CC communication wire. The TS Source cannot perform *USB-PD* communication or connect any orientation-sensitive debug signals until orientation is determined.

B.3. Security/Privacy Requirements:

Debug port(s) typically provide system access beyond the normal operation of USB hardware and protocol. Additional protection against unintended use is needed. The design must incorporate appropriate measures to prohibit unauthorized access or modification of the unit under test and to prevent exposure of private user data on the unit under test. The method of protection is not explicitly defined in this specification.

The vendor shall assert as part of USB compliance certification that:

- The device has met the requirement to protect the system's security and user's privacy in its vendor-specific implementation of the port, and
- The device requires the user to take an explicit action to authorize access to or modification of the unit.

C USB Type-C Digital Audio

C.1. Overview

One of the goals of USB Type-C™ is to help reduce the number of I/O connectors on a host platform. One connector type that could be eliminated is the legacy 3.5 mm audio device jack. While USB Type-C does include definition of an analog audio adapter accessory (see Appendix A), that solution requires a separate adapter that can be readily lost and the host implementation in support of analog audio is technically challenging. To best serve the user experience, a simplified USB Type-C digital audio solution based on native USB protocol is simpler/more interoperable with both the host platform and audio device being connected directly without the need for adapters and operates seamlessly through existing USB topologies (e.g. through hubs and docks).

This appendix is for the optional normative definition of digital audio support on USB Type-C-based products. Any USB Audio Class product, having either a USB Type-C plug or receptacle, and whether it is a host system, typically an audio source, and an audio device, typically an audio sink, shall meet the requirements of this appendix in addition to all other applicable USB specification requirements.

C.2. USB Type-C Digital Audio Specifications

USB Type-C Digital Audio (TCDA), when implemented per this specification, shall be compliant with either the USB Audio Device Class 1.0, 2.0 or 3.0 specifications as listed below. While allowed, basing a TCDA on USB Audio Device Class 1.0 is not recommended. Given the number of benefits in terms of audio profile support, simplified enumeration and configuration, and improved low-power operation, use of the USB Audio Device Class 3.0 is *strongly recommended*.

USB Audio Device Class 1.0 including:

- USB Device Class Definition for Audio Devices, Release 1.0
- USB Device Class Definition for Audio Data Formats, Release 1.0
- USB Device Class Definition for Audio Terminal Types, Release 1.0

USB Audio Device Class 2.0 including:

- USB Device Class Definition for Audio Devices, Release 2.0
- USB Device Class Definition for Audio Data Formats, Release 2.0
- USB Device Class Definition for Audio Terminal Types, Release 2.0

USB Audio Device Class 3.0 including:

- USB Device Class Definition for Audio Devices, Revision 3.0

- USB Device Class Definition for Audio Data Formats, Release 3.0
- USB Device Class Definition for Audio Terminal Types, Release 3.0
- USB Device Class Definition for Basic Audio Functions, Release 3.0

USB Audio Device Class 3.0 specifications now include the definition of basic audio function profiles (Basic Audio Device Definition, BADD). TCDA devices based on USB Audio Device Class 3.0 will implement one of the defined profiles. TCDA-capable hosts based on USB Audio Device Class 3.0 will recognize and typically implement all of the profiles that are relevant to the capabilities and usage models for the host.

TCDA devices shall fall into one of the following two configurations:

- a traditional VBUS-powered USB device that has a USB Type-C receptacle for use with a standard USB Type-C cable, or
- a VCONN-Powered USB Device (VPD) that has a captive cable with a USB Type-C plug (including thumb drive style products).

USB Type-C plug-based TCDA devices shall not be implemented as a variant of the USB Type-C Analog Audio Adapter Accessory (Appendix A).

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERFACES DE BUS UNIVERSEL EN SÉRIE POUR LES DONNÉES ET L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE –

Partie 1-3: Composants communs – Spécification des câbles et des connecteurs USB Type-C™

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC - entre autres activités - publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62680-1-3 a été établie par le Domaine technique 14: Interfaces et méthodes de mesure pour les équipements d'ordinateur personnel, du comité d'études 100 de l'IEC: Systèmes et équipements audio, vidéo et services de données.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2017, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme a été élaboré par USB Implementers Forum (USB-IF). Les règles structurelles et éditoriales utilisées dans la présente publication reflètent les pratiques en vigueur au sein de l'organisme responsable de sa soumission.

La présente version bilingue (2019-01) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2018-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 100/3011/CDV et 100/3099/RVC.

Le rapport de vote 100/3099/RVC donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 62680 est issue d'une série de spécifications initialement établies par USB Implementers Forum (USB-IF). Ces spécifications ont été soumises à l'IEC dans le cadre d'un accord particulier conclu entre l'IEC et USB-IF.

La présente norme est la spécification relative à l'USB Type-C™, révision 1.3, publiée par USB-IF vendredi 14 juillet 2017.

USB Implementers Forum, Inc. (USB-IF) est un organisme à but non lucratif fondé par le groupe de sociétés qui a développé la spécification du bus universel en série. USB-IF a été créé dans le but de proposer un organisme et un forum à même de favoriser la progression et l'adoption de la technologie des Bus Universels en Série; Le forum facilite le développement de dispositifs USB (dispositifs) compatibles et de haute qualité et promeut les avantages de la technologie USB et la qualité des produits qui ont été validés par des essais de conformité.

L'ENSEMBLE DES SPÉCIFICATIONS USB CI-APRÈS VOUS SONT FOURNIES "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, EN CE COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADAPTATION À UN USAGE PARTICULIER. USB IMPLEMENTERS FORUM ET LES AUTEURS DE L'ENSEMBLE DES SPÉCIFICATIONS USB CI-APRÈS DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ, Y COMPRIS TOUTE RESPONSABILITÉ RELATIVE À LA VIOLATION DE DROITS DE PROPRIÉTÉ, EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION OU LA MISE EN ŒUVRE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION.

LA MISE À DISPOSITION D'UNE SPÉCIFICATION USB, QUELLE QU'ELLE SOIT, N'IMPLIQUE L'OCTROI D'AUCUNE LICENCE, EXPRESSE OU IMPLICITE, PAR PERCLUSION OU AUTRE, SUR AUCUN DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE.

La conclusion des accords des adoptants d'USB peut toutefois permettre à une société signataire de participer à un accord de licence réciproque RAND-Z pour les produits conformes. Pour plus d'informations, voir:

<http://www.usb.org/developers/docs/>

http://www.usb.org/developers/devclass_docs#approved

L'IEC NE PREND PAS POSITION SUR LA QUESTION DE SAVOIR S'IL VAUT LA PEINE QUE VOUS CONCLUIEZ UN QUELCONQUE ACCORD USB ADOPTERS AGREEMENT OU QUE VOUS PARTICIPIEZ À USB IMPLEMENTERS FORUM.

Bus universel en série Spécification des câbles et connecteurs de Type C

**Edition 1.3
Vendredi 14 juillet 2017**

**Copyright © 2014-2017, USB 3.0 Promoter Group:
Apple Inc., Hewlett-Packard Inc., Intel Corporation, Microsoft
Corporation, Renesas, STMicroelectronics, and Texas Instruments
Tous droits réservés.**

NOTE: Les adoptants ne peuvent utiliser que les câbles et connecteurs USB Type-C™ pour mettre en œuvre une fonctionnalité USB ou tierce, comme expressément décrit dans la présente Spécification; toutes les autres utilisations sont interdites.

LICENCE DE COPYRIGHT LIMITÉE Les Promoteurs USB 3.0 accordent une licence de copyright conditionnelle, en vertu des droits d'auteur intégrés à la spécification des câbles et connecteurs USB Type-C, pour utiliser et reproduire la Spécification, dans l'unique but de déterminer s'il convient d'appliquer la Spécification aux produits qui y seraient conformes, et uniquement dans les limites nécessaires à cet objectif. Sans limiter la portée de ce qui précède, l'utilisation de la Spécification dans le but d'archiver ou de modifier une quelconque demande de brevet afin de cibler les produits conformes à la Spécification ou à la norme USB n'est pas autorisée. A l'exception de la présente licence de copyright explicite, aucun autre droit ni aucune autre licence ne sont accordés, entre autres les licences de brevet. Afin d'obtenir une éventuelle licence de propriété intellectuelle supplémentaire ou un éventuel engagement de licence supplémentaire en lien avec la Spécification, toute partie prenante doit appliquer USB 3.0 Adopters Agreement. NOTE: En utilisant la présente Spécification, vous acceptez ces termes de licence en votre nom et, si vous êtes un employé, au nom de votre employeur.

DÉNI DE RESPONSABILITÉ SUR LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION VOUS EST FOURNIE "EN L'ÉTAT", SANS GARANTIE D'AUCUNE SORTE, Y COMPRIS TOUTE GARANTIE DE QUALITÉ MARCHANDE, DE NON-VIOLATION OU D'ADAPTATION À UN USAGE PARTICULIER. LES AUTEURS DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION DÉCLINENT TOUTE RESPONSABILITÉ, Y COMPRIS TOUTE RESPONSABILITÉ RELATIVE À LA VIOLATION DE DROITS DE PROPRIÉTÉ, EN CE QUI CONCERNE L'UTILISATION OU LA MISE EN ŒUVRE DES INFORMATIONS CONTENUES DANS LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION. LA DISPOSITION DE LA PRÉSENTE SPÉCIFICATION N'IMPLIQUE L'OCTROI D'AUCUNE LICENCE, EXPRESSE OU IMPLICITE, PAR PERCLUSION OU AUTRE, SUR AUCUN DROIT DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE.

L'ensemble des exemples d'implémentation et des conceptions de référence contenus dans la présente Spécification est inclus dans le cadre de la licence de brevet limitée pour les sociétés qui appliquent USB 3.0 Adopters Agreement.

USB Type-C™ et USB-C™ sont des marques de l'Universal Serial Bus Implementers Forum (USB-IF). Tous les noms de produits sont des marques, des marques déposées ou des marques de service de leurs propriétaires respectifs.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	260
INTRODUCTION	262
1 Introduction	279
1.1 Objet	279
1.2 Domaine d'application	280
1.3 Documents connexes	280
1.4 Conventions	280
1.4.1 Priorité	280
1.4.2 Mots-clés	280
1.4.3 Numérotation	281
1.5 Termes et acronymes	281
2 Vue d'ensemble	285
2.1 Introduction	285
2.2 Connecteurs mâle et femelle, ainsi que câbles USB Type-C	287
2.3 Processus de configuration	288
2.3.1 Détection des branchements/débranchements entre la Source et le Collecteur	289
2.3.2 Détection de l'orientation du connecteur mâle ou des câbles torsadés	289
2.3.3 Détection de l'alimentation initiale (Source vers Collecteur) et établissement de la relation avec les données (hôte vers dispositif)	289
2.3.4 Détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C	290
2.3.5 Communication USB PD	291
2.3.6 Extensions fonctionnelles	291
2.4 VBUS	291
2.5 VCONN	292
2.6 Hubs	292
3 Mécanique	293
3.1 Vue d'ensemble	293
3.1.1 Connecteurs conformes	293
3.1.2 Ensembles câbles-connecteurs conformes	293
3.1.3 Ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs existants conformes	293
3.1.4 Ensembles d'adaptateur USB Type-C vers connecteurs existants conformes	294
3.2 Interfaces de couplage de connecteurs USB Type-C	295
3.2.1 Définition de l'interface	295
3.2.2 Schémas de référence	324
3.2.3 Affectation des broches et descriptions	334
3.3 Construction des câbles et affectation des fils	337
3.3.1 Construction des câbles (informative)	337
3.3.2 Affectation des fils	339
3.3.3 Calibres de fil et diamètres de câble (informatifs)	341
3.4 Ensembles de câble USB Type-C normalisés	343
3.4.1 Ensemble de câbles USB Type-C Complet	343

3.4.2	Ensemble de câbles USB 2.0 Type-C	345
3.4.3	Ensembles de câble captif USB Type-C	345
3.5	Ensembles de câble existants	346
3.5.1	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Norme-A	346
3.5.2	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Norme-A	348
3.5.3	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Norme-B	349
3.5.4	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Norme-B	351
3.5.5	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B	352
3.5.6	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B	354
3.5.7	Ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B	356
3.6	Ensembles d'adaptateurs existants	358
3.6.1	Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Norme-A	358
3.6.2	Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 2.0</i> Micro-B	360
3.7	Caractéristiques électriques	361
3.7.1	Câble brut (informatif)	361
3.7.2	Ensembles câble-connecteur passifs USB Type-C vers Type-C (normatifs)	362
3.7.3	Connecteur couplé (informatif)	381
3.7.4	Ensembles de câble USB Type-C vers connecteurs existants (normatifs)	387
3.7.5	Ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers USB existants (normatifs)	392
3.7.6	Exigences concernant l'efficacité de l'écrantage (normatives)	395
3.7.7	Exigences électriques en CC (normatives)	397
3.8	Exigences mécaniques et environnementales (normatives)	401
3.8.1	Exigences mécaniques	402
3.8.2	Exigences environnementales	408
3.9	Applications d'accueil (informatives)	409
3.10	Notes d'implémentation et guides de conception	411
3.10.1	Gestion de la CEM (informative)	411
3.10.2	Espacement physique des connecteurs empilés et adjacents (informatif)	414
3.10.3	Considérations sur le couplage des câbles (informatives)	414
4	Fonctionnel	415
4.1	Résumé des signaux	416
4.2	Description des broches de signal	416
4.2.1	Broches USB SuperSpeed	416
4.2.2	Broches USB 2.0	417
4.2.3	Broches de signal auxiliaire	417
4.2.4	Broches d'alimentation et de terre	417
4.2.5	Broches de configuration	417
4.3	Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)	417
4.4	Alimentation et terre	418
4.4.1	Chute de tension ohmique	418
4.4.2	VBUS	419
4.4.3	VCONN	421
4.5	Canal de configuration (CC)	425

4.5.1	Vue d'ensemble de l'architecture	425
4.5.2	Exigences fonctionnelles et comportementales pour broches CC.....	443
4.5.3	Comportement d'interopérabilité des ports USB	477
4.6	Alimentation.....	495
4.6.1	Exigences relatives à l'alimentation pendant la veille USB	496
4.6.2	Alimentation de la VBUS par câble USB Type-C	497
4.7	Hubs USB	502
4.8	Alimentation et chargement.....	502
4.8.1	DFP comme Source d'alimentation	503
4.8.2	Méthodes de chargement non-USB.....	506
4.8.3	Hôte de Collecteur.....	506
4.8.4	Dispositif d'alimentation	506
4.8.5	Chargement d'un système avec une batterie déchargée	507
4.8.6	Chargeurs multiports USB Type-C	507
4.9	Câbles marqués électroniquement	510
4.9.1	Valeurs de paramètres	511
4.9.2	Câbles actifs.....	512
4.10	Accessoires alimentés par VCONN (VPA) et dispositifs USB alimentés par VCONN(VPD)	512
4.10.1	Accessoires alimentés par VCONN (VPA).....	512
4.10.2	Dispositifs USB alimentés par VCONN (VPD).....	513
4.11	Valeurs de paramètres	513
4.11.1	Paramètres de terminaison.....	513
4.11.2	Paramètres de temporisation.....	515
4.11.3	Paramètres de tension.....	518
5	Extensions fonctionnelles	519
5.1	Modes alternatifs	519
5.1.1	Architecture des modes alternatifs.....	520
5.1.2	Exigences relatives aux modes alternatifs	520
5.1.3	Valeurs de paramètres	524
5.1.4	Exemple de mode alternatif – Station d'accueil USB DisplayPort	525
5.2	Câbles actifs gérés	529
5.2.1	Exigences relatives aux câbles actifs gérés qui répondent à la SOP' et à la SOP"	529
5.2.2	Structure des messages relatifs aux câbles	530
5.2.3	Gestion des câbles modaux.....	530
A	Mode accessoire d'adaptateur audio.....	531
A.1.	Vue d'ensemble	531
A.2.	Description	531
A.3.	Exigences électriques	533
A.4.	Exemples de mise en œuvre.....	534
A.4.1.	Adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C – Commutateur de détection à pôle unique	534
A.4.2.	Adaptateur 3,5 mm-USB Type-C prenant en charge un chargement de 500 mA.....	535
B	Mode accessoire Debug Accessory Mode.....	537

B.1.	Vue d'ensemble	537
B.2.	Fonctionnel.....	537
B.2.1.	Résumé des signaux	538
B.2.2.	Interopérabilité des ports	538
B.2.3.	Entrée en mode accessoire Debug Accessory Mode.....	539
B.2.4.	Diagrammes d'états de connexion	539
B.2.5.	Comportement d'interopérabilité des ports DTS	550
B.2.6.	Détection de l'orientation	562
B.3.	Exigences de sécurité/confidentialité	563
C	USB Type-C Digital Audio.....	564
C.1.	Vue d'ensemble	564
C.2.	Spécifications USB Type-C Digital Audio	564

FIGURES

Figure 2-1	– Interface d'un connecteur femelle USB Type-C (vue de face).....	286
Figure 2-2	– Interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (vue de face).....	287
Figure 3-1	– Dimensions d'interface d'un connecteur femelle USB Type-C.....	299
Figure 3-2	– Schéma de référence des zones de contact d'un ressort CEM externe pour un connecteur mâle USB Type-C	303
Figure 3-3	– Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet.....	304
Figure 3-4	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à la verticale (informative)	309
Figure 3-5	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à angle droit, en surface et sur deux rangées (informative)	310
Figure 3-6	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C hybride monté à angle droit (informative).....	311
Figure 3-7	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté en surface, au centre et sur deux rangées (informative).....	312
Figure 3-8	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C hybride monté au centre (informative).....	313
Figure 3-9	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB 2.0 Type-C à insérer monté à angle droit (informative)	315
Figure 3-10	– Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB 2.0 Type-C monté à angle droit sur une rangée (informative).....	316
Figure 3-11	– Dimensions d'interface d'un connecteur mâle <i>USB 2.0</i> Type-C.....	318
Figure 3-12	– Exigences concernant la pointe du ressort d'écrantage CEM d'un connecteur mâle USB Type-C	323
Figure 3-13	– Schéma de référence d'une plaque médiane de connecteur femelle.....	325
Figure 3-14	– Schéma de référence d'un système latéral de fermeture	326
Figure 3-15	– Représentation du verrou soudé à la terre de la carte d'accès	326
Figure 3-16	– Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle USB Type-C Complet.....	327
Figure 3-17	– Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle <i>USB 2.0</i> Type-C.....	329

Figure 3-18 – Schéma de référence d'une plaque CEM interne	330
Figure 3-19 – Schéma de référence d'un connecteur USB Type-C équipé de ressorts CEM externes	332
Figure 3-20 – Conception de référence de la carte d'accès d'un connecteur mâle USB Type-C Complet.....	334
Figure 3-21 – Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet, exemple de fil coaxial avec VCONN	338
Figure 3-22 – Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet, exemple de fil coaxial sans VCONN	339
Figure 3-23 – Ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé.....	343
Figure 3-24 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 Norme-A	346
Figure 3-25 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A	348
Figure 3-26 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 Norme-B	349
Figure 3-27 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-B	351
Figure 3-28 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Mini-B	352
Figure 3-29 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 Micro-B	354
Figure 3-30 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Micro-B	356
Figure 3-31 – Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle USB 3.1 Norme-A	358
Figure 3-32 – Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle USB 2.0 Micro-B	360
Figure 3-33 – Représentation des points d'essai pour un ensemble de câbles couplé	362
Figure 3-34 – Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée	363
Figure 3-35 – Exigence concernant le facteur d'adaptation différentiel recommandé	364
Figure 3-36 – Exigence concernant la diaphonie différentielle recommandée	365
Figure 3-37 – Exigence concernant la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles recommandées entre la paire USB D+/D- et la paire USB SuperSpeed	366
Figure 3-38 – Représentation de l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist	367
Figure 3-39 – Spectre d'une impulsion en entrée	369
Figure 3-40 – Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq.....	369
Figure 3-41 – Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq.....	372
Figure 3-42 – Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun ...	373
Figure 3-43 – Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D-	375
Figure 3-44 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB 2.0 Type-C.....	375
Figure 3-45 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D- dans les câbles USB Type-C Complet.....	376
Figure 3-46 – Exigence concernant le couplage différentiel entre VBUS et D+/D-	377
Figure 3-47 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B.....	378
Figure 3-48 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A/SBU_B et CC ...	379
Figure 3-49 – Exigence concernant le couplage entre SBU_A et D+/D- en mode différentiel, et entre SBU_B et D+/D- en mode différentiel.....	380

Figure 3-50 – Représentation du connecteur couplé USB Type-C	381
Figure 3-51 – Limites d'impédance recommandées d'un connecteur couplé USB Type-C.....	382
Figure 3-52 – Dimensions recommandées des vides de terre pour un connecteur femelle USB Type-C	383
Figure 3-53 – Limites recommandées pour la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire D+/D- et la paire SuperSpeed	386
Figure 3-54 – Limites recommandées pour la conversion du mode différentiel en mode commun.....	387
Figure 3-55 – Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq pour un ensemble de câbles USB Type-C vers connecteur existant.....	390
Figure 3-56 – Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq pour un ensemble de câbles USB Type-C vers connecteur existant.....	391
Figure 3-57 – Essai d'efficacité de l'écrantage d'un ensemble de câbles.....	395
Figure 3-58 – Critères de réussite/échec pour l'efficacité de l'écrantage.....	396
Figure 3-59 – Diagramme de mesure de la LLCR.....	398
Figure 3-60 – Point de mesure de la température	400
Figure 3-61 – Exemple de configuration de la trace de montage pour l'essai du courant assigné.....	401
Figure 3-62 – Exemple de montage d'essai de continuité sur 4 axes.....	403
Figure 3-63 – Exemple de montage d'essai de résistance à l'arrachement pour les connecteurs mâles sans surmoulage	406
Figure 3-64 – Montage d'essai de continuité/résistance à l'arrachement de référence.....	406
Figure 3-65 – Exemple de point de défaillance mécanique pour l'essai de résistance à l'arrachement.....	407
Figure 3-66 – Essai de résistance à l'arrachement avec un câble dans le montage.....	407
Figure 3-67 – Exemple de collerette pour un connecteur femelle de câble USB Type-C.....	410
Figure 3-68 – Lignes directrices concernant la CEM pour les verrous latéraux et la plaque médiane.....	412
Figure 3-69 – Connexions du doigt CEM sur l'enveloppe du connecteur mâle	412
Figure 3-70 – Connexions de la plaque CEM sur l'enveloppe du connecteur femelle.....	413
Figure 3-71 – Exemples d'ouvertures de connecteur.....	414
Figure 3-72 – Espacement minimal recommandé entre les connecteurs.....	414
Figure 3-73 – Espace minimal recommandé pour le surmoulage du connecteur mâle	415
Figure 3-74 – Surmoulage du connecteur mâle de câble et surface inclinée.....	415
Figure 4-1 – Chute de tension ohmique du câble	418
Figure 4-2 – Chute de tension ohmique pour les câbles alimentés	419
Figure 4-3 – Modèle logique pour le routage du bus de données sur les ports basés sur USB Type-C.....	427
Figure 4-4 – Modèle logique pour les ports basés sur USB Type-C du dispositif à connexion directe	428
Figure 4-5 – Modèle CC de polarisation/dépolarisation	430
Figure 4-6 – Modèle CC de Source de courant/dépolarisation.....	430
Figure 4-7 – Modèle fonctionnel Source pour broches CC1 et CC2.....	434

Figure 4-8 – Modèle fonctionnel Source prenant en charge USB PD PR_Swap.....	435
Figure 4-9 – Modèle fonctionnel de Collecteur pour broches CC1 et CC2	436
Figure 4-10 – Modèle fonctionnel de Collecteur prenant en charge USB PD PR_Swap et VCONN_Swap	437
Figure 4-11 – Modèle fonctionnel de DRP pour broches CC1 et CC2	438
Figure 4-12 – Diagramme d'états de connexion: Source	444
Figure 4-13 – Diagramme d'états de connexion: Collecteur.....	445
Figure 4-14 – Diagramme d'états de connexion: Collecteur avec prise en charge des modes accessoires	446
Figure 4-15 – Diagramme d'états de connexion: DRP	448
Figure 4-16 – Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et des modes accessoires	449
Figure 4-17 – Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et des modes accessoires.....	451
Figure 4-18 – Sous-état Sink Power.....	469
Figure 4-19 – Diagramme d'états de connexion par câble passif avec marqueur électronique.....	471
Figure 4-20 – Diagramme d'états de connexion par câble actif avec marqueur électronique.....	472
Figure 4-21 – Modèle fonctionnel d'une Source branchée à un Collecteur.....	477
Figure 4-22 – Modèle fonctionnel d'une Source branchée à une DRP	479
Figure 4-23 – Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un Collecteur	480
Figure 4-24 – Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS n°1	482
Figure 4-25 – Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à une DRP – CAS N° 2 ET 3	483
Figure 4-26 – Modèle fonctionnel d'une Source branchée à une Source	487
Figure 4-27 – Modèle fonctionnel d'un Collecteur branché à un Collecteur.....	488
Figure 4-28 – Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un VPD	489
Figure 4-29 – Modèle fonctionnel d'une Source branchée à un port de dispositif existant....	490
Figure 4-30 – Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à un Collecteur	492
Figure 4-31 – Modèle fonctionnel d'une DRP branchée à un port de dispositif existant	493
Figure 4-32 – Modèle fonctionnel d'un port hôte existant branché à une DRP	494
Figure 4-33 – Surveillance du courant par le Collecteur avec les modèles de broches CC à polarisation/dépolarisation	499
Figure 4-34 – Surveillance du courant par le Collecteur avec les modèles de broches CC à Source de courant/dépolarisation.....	499
Figure 4-35 – USB PD sur broches CC	500
Figure 4-36 – Signalisation BMC USB PD sur broche CC.....	501
Figure 4-37 – Sortie d'un câble USB Type-C en tant que fonction de chargement USB Type-C non basé sur PD.....	504
Figure 4-38 – Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur basé sur USB PD de 0-3 A en tant que fonction de chargement.....	505
Figure 4-39 – Sortie d'un câble USB Type-C de chargeur basé sur USB PD de 3-5 A en tant que fonction de chargement.....	506
Figure 4-40 – Câble à marquage électronique avec VCONN connectée par le câble	510

Figure 4-41 – Câble à marquage électronique avec SOP' à chaque extrémité	511
Figure 4-42 – Temporisation des DRP	516
Figure 5-1 – Broches disponibles pour une reconfiguration dans un câble complet	521
Figure 5-2 – Broches disponibles pour une reconfiguration dans des applications à connexion directe	521
Figure 5-3 – Mise en œuvre de mode alternatif avec un câble USB Type-C-USB Type-C....	522
Figure 5-4 – Mise en œuvre de mode alternatif avec un câble ou un dispositif de mode alternatif	523
Figure 5-5 – Exemple de station d'accueil USB DisplayPort	526
Figure 5-6 – Câble actif géré	530
Figure A-1 – Exemple d'adaptateur passif 3,5 mm-USB Type-C	535
Figure A-2 – Exemple d'adaptateur 3,5 mm-USB Type-C prenant en charge un chargement de 500 mA	536
Figure B-1 – Comportement par couche du mode accessoire Debug Accessory Mode avec USB Type-C	537
Figure B-2 – Interface du connecteur mâle DTS	538
Figure B-3 – Diagramme d'états de connexion: Source DTS	540
Figure B-4 – Diagramme d'états de connexion: Collecteur DTS	541
Figure B-5 – Diagramme d'états de connexion: DRP DTS	542
Figure B-6 – Sous-état TS Sink Power	548

TABLEAUX

Tableau 2-1 – Récapitulatif des options d'alimentation	292
Tableau 3-1 – ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés	293
Tableau 3-2 – ensembles câble-connecteur USB Type-C existants	294
Tableau 3-3 – Ensembles d'adaptateurs USB Type-C existants	295
Tableau 3-4 – Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C	335
Tableau 3-5 – Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C pour la prise en charge d'USB 2.0 uniquement	336
Tableau 3-6 – Affectation des fils pour un câble USB Type-C normalisé	340
Tableau 3-7 – Affectation des fils d'un câble USB Type-C pour les câbles/adaptateurs existants	341
Tableau 3-8 – Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés	342
Tableau 3-9 – Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteur existant	342
Tableau 3-10 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé	344
Tableau 3-11 – Câblage de l'ensemble de câbles <i>USB 2.0</i> Type-C normalisé	345
Tableau 3-12 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Norme-A	347
Tableau 3-13 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Norme-A	348
Tableau 3-14 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Norme-B	350
Tableau 3-15 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Norme-B	352

Tableau 3-16 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Mini-B.....	353
Tableau 3-17 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Micro-B.....	355
Tableau 3-18 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 2.0</i> Micro-B.....	357
Tableau 3-19 – Câblage de l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Norme-A	359
Tableau 3-20 – Câblage de l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 2.0</i> Micro-B.....	360
Tableau 3-21 – Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB SuperSpeed avec une construction en paire torsadée	361
Tableau 3-22 – Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB SuperSpeed avec une construction coaxiale	362
Tableau 3-23 – Exigences électriques concernant les fils CC et SBU.....	374
Tableau 3-24 – Matrice de couplage pour les signaux à basse vitesse.....	374
Tableau 3-25 – Inductance mutuelle maximale (M) entre VBUS et les lignes de signaux à basse vitesse.....	377
Tableau 3-26 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles câble-connecteur passif USB Type-C vers USB Type-C.....	380
Tableau 3-27 – Caractéristiques recommandées d'intégrité de signal pour un connecteur couplé USB Type-C (informatives)	385
Tableau 3-28 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers USB existant	388
Tableau 3-29 – Objectifs de conception pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> deuxième génération existants (informatifs).....	389
Tableau 3-30 – Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble de câbles USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> deuxième génération existant (normatives)	389
Tableau 3-31 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers USB existants (normatives).....	392
Tableau 3-32 – Objectifs de conception pour les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers <i>USB 3.1</i> Norme-A (informatifs)	393
Tableau 3-33 – Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle <i>USB 3.1</i> Norme-A (normatives).....	394
Tableau 3-34 – PCB d'essai du courant assigné	400
Tableau 3-35 – Exigences concernant la force et le moment.....	404
Tableau 3-36 – Conditions d'essai environnementales	408
Tableau 3-37 – Matériaux de référence.....	409
Tableau 4-1 – Liste des signaux utilisés sur les connecteurs USB Type-C.....	416
Tableau 4-2 – Caractéristiques d'une Source VBUS.....	420
Tableau 4-3 – Caractéristiques d'un Collecteur VBUS	420
Tableau 4-4 – Résumé des exigences concernant la tension VCONN du port Source USB Type-C.....	421
Tableau 4-5 – Caractéristiques d'une Source VCONN	422
Tableau 4-6 – Caractéristiques d'un Collecteur VCONN de câble	423
Tableau 4-7 – Caractéristiques d'un Collecteur VPA (accessoire alimenté par VCONN).....	424
TABLEAU 4-8 – Caractéristiques d'un Collecteur VPD (dispositif USB alimenté par Vconn) ..	425

Tableau 4-9 – Interopérabilité d'un port basé sur USB Type-C	429
Tableau 4-10 – Point de vue de la Source	431
Tableau 4-11 – Comportements de la Source (hôte) et du Collecteur (dispositif) par état....	432
Tableau 4-12 – Résumé du comportement d'échange des ports USB PD	441
Tableau 4-13 – Résumé du modèle comportemental des rôles d'alimentation	442
Tableau 4-14 – États des broches CC d'un port Source	453
Tableau 4-15 – États des broches CC d'un port de Collecteur.....	453
Tableau 4-16 – Etats obligatoires et facultatifs.....	476
Tableau 4-17 – Ordre de priorité pour l'utilisation des Sources d'alimentation.....	496
Tableau 4-18 – Annonce USB Type-C Current et étiquetage PDP.....	498
Tableau 4-19 – Temporisation SOP' et SOP"	512
Tableau 4-20 – Exigences relatives aux terminaisons CC de la Source (Rp).....	513
Tableau 4-21 – Exigences relatives aux terminaisons CC du Collecteur (Rd).....	514
Tableau 4-22 – Exigences relatives aux terminaisons des câbles alimentés.....	514
Tableau 4-23 – Exigences relatives aux terminaisons CC du Collecteur.....	514
Tableau 4-24 – Exigences relatives aux terminaisons SBU	514
Tableau 4-25 – Paramètres de temporisation de la VBUS et de la VCONN	515
Tableau 4-26 – Paramètres de temporisation des DRP	516
Tableau 4-27 – Paramètres de temporisation des broches CC	517
Tableau 4-28 – Tension CC côté Source – USB par défaut	518
Tableau 4-29 – Tension CC côté Source – 1,5 A à 5 V	518
Tableau 4-30 – Tension CC côté Source – 3,0 A à 5 V	518
Tableau 4-31 – Tension sur les broches CC de Collecteur (USB Type-C Current par défaut uniquement).....	518
Tableau 4-32 – Tension sur les broches CC de Collecteur (annonces de courant de Source multiples).....	519
Tableau 5-1 – Exigences électriques relatives à USB Safe State	524
Tableau 5-2 – Disponibilité USB Billboard Device Class à l'issue d'un échec d'entrée en mode alternatif.....	524
Tableau 5-3 – Exigences relatives l'introduction de bruits sur les signaux en mode alternatif	525
Tableau A-1 – Affectation des broches audio analogiques USB Type-C	532
Tableau A-2 – Paramètres électriques assignés des broches audio analogiques USB Type-C.....	533
Tableau B-1 – Interopérabilité des ports DTS-TS	538
Tableau B-2 – Valeurs du courant de chargement Rp/Rp pour une Source DTS	548
Tableau B-3 – Etats obligatoires et facultatifs	550

Présidence du groupe de travail/Éditeurs de la spécification

Intel Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Yun Ling – Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor Brad Saunders – Plenary/Functional WG chair, Specification Co-author
Renesas Electronics Corp. (USB 3.0 Promoter company)	Bob Dunstan – Functional WG co-chair, Specification Co-author
Seagate	Alvin Cox, Mechanical WG co-chair, Mechanical Chapter Co-editor

Contributeurs du groupe de travail de la spécification

Advanced-Connectek, Inc. (ACON)	Glen Chandler Jeff Chien Lee (Dick Lee) Ching Conrad Choy	Vicky Chuang Aven Kao Danny Liao Alan MacDougall	Alan Tsai Stephen Yang
Advanced Micro Devices	Steve Capezza	Walter Fry	Will Harris
Agilent Technologies, Inc.	James Choate		
Analogix Semiconductor, Inc.	Mehran Badii	Greg Stewart	
Apple Inc. (USB 3.0 Promoter company)	Mahmoud Amini Sree Anantharaman Paul Baker Jason Chung David Conroy Bill Cornelius William Ferry	Zheng Gao Girault Jones Keong Kam Min Kim Chris Ligtenberg Nathan Ng James Orr	Keith Porthouse Sascha Tietz Jennifer Tsai Colin Whitby- Stevens Dennis Yarak
Cypress Semiconductor	Mark Fu Rushil Kadakia	Anup Nayak Jagadeesan Raj	Sanjay Sancheti Subu Sankaran
Dell	Mohammed Hijazi David Meyers	Sean O'Neal Ernesto Ramirez	Thomas Voor
DisplayLink (UK) Ltd.	Pete Burgers		
Electronics Testing Center, Taiwan	Sophia Liu		
Foxconn	Asroc Chen Allen Cheng Jason Chou Edmond Choy Fred Fons Bob Hall	Chien-Ping Kao Ji Li Ann Liu Terry Little Steve Sedio	Pei Tsao AJ Yang Yuan Zhang Jessica Zheng Andy Yao
Foxlink/Cheng Uei Precision Industry Co., Ltd.	Robert Chen Sunny Chou Carrie Chuang Wen-Chuan Hsu Alex Hsue	Armando Lee Dennis Lee Justin Lin Tse Wu Ting	Steve Tsai Wen Yang Wiley Yang Junjie Yu

Google	Joshua Boillard	Mark Hayter	Adam Rodriguez
	Alec Berg	Nithya Jagannathan	David Schneider
	Todd Broch	Lawrence Lam	Ken Wu
	Jim Guerin	Ingrid Lin	
	Jeffrey Hayashida	Richard Palatin	
Granite River Labs	Mike Engbretson	Johnson Tan	
Hewlett Packard Inc. (USB 3.0 Promoter company)	Alan Berkema	Michael Krause	Linden McClure
	Robin Castell	Jim Mann	Mike Pescetto
Hirose Electric Co., Ltd.	Jeremy Buan	Gourgen Oganessyan	Sid Tono
	William MacKillop		
Intel Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Dave Ackelson	Luke Johnson	Chee Lim Nge
	Mike Bell	Jerzy Kolinski	Sridharan Ranganathan
	Kuan-Yu Chen	Rolf Kuhn	Brad Saunders
	Hengju Cheng	Christine Krause	Amit Srivastava
	Paul Durley	Henrik Leegaard	Ron Swartz
	Howard Heck	Yun Ling	Karthi Vadivelu
	Hao-Han Hsu	Xiang Li	Rafal Wielicki
	Abdul (Rahman) Ismail	Guobin Liu	
	James Jausi	Steve McGowan	
		Sankaran Menon	
Japan Aviation Electronics Industry Ltd. (JAE)	Kenji Hagiwara	Kimaki Saito	Jussi Takaneva
	Masaki Kimura	Yuichi Saito	Tomohiko Tamada
	Toshio Masumoto	Mark Saubert	Kentaro Toda
	Joe Motojima	Toshio Shimoyama	Kouhei Ueda
	Ron Muir	Tatsuya Shioda	Takakazu Usami
	Tadashi Okubo	Atsuo Tago	Masahide Watanabe
	Kazuhiro Saito	Masaaki Takaku	Youhei Yokoyama
JPC/Main Super Inc.	Sam Tseng	Ray Yang	
LeCroy Corporation	Daniel H. Jacobs		
Lenovo	Rob Bowser	Wei Liu	Howard Locker
	Tomoki Harada		
Lotes Co., Ltd.	Ariel Delos Reyes	Regina Liu-Hwang	John Lynch
	Ernest Han	Charles Kaun	JinYi Tu
	Mark Ho	Max Lo	Jason Yang
LSI Corporation	Dave Thompson		
Luxshare-ICT	Josue Castillo	CY Hsu	Stone Lin
	Daniel Chen	Alan Kinningham	Pat Young
	Lisen Chen	John Lin	
MegaChips Corporation	Alan Kobayashi		
Microchip (SMSC)	Josh Averyt	Donald Perkins	Mohammed Rahman
	Mark Bohm	Richard Petrie	

Microsoft Corporation (USB 3.0 Promoter company)	Randy Aull	Robert Hollyer	Ivan McCracken
	Fred Bhesania	Kai Inha	Toby Nixon
	Anthony Chen	Jayson Kastens	Gene Obie
	Marty Evans	Andrea Keating	Srivatsan Ravindran
	Vivek Gupta	Eric Lee	David Voth
	Robbie Harris		
Monolithic Power Systems	Chris Sporck		
MQP Electronics Ltd.	Sten Carlsen	Pat Crowe	
Nokia Corporation	Daniel Gratiot	Samuli Makinen	Timo Toivola
	Pekka Leinonen	Pekka Talmola	Panu Ylihaavisto
NXP Semiconductors	Vijendra Kuroodi	Guru Prasad	
Renesas Electronics Corp. (USB 3.0 Promoter company)	Bob Dunstan	Philip Leung	Kiichi Muto
	Nobuo Furuya		
Rohm Co., Ltd.	Mark Aaldering	Arun Kumar	Takashi Sato
	Kris Bahar	Chris Lin	Hiroshi Yoshimura
	Yusuke Kondo		
Samsung Electronics Co., Ltd.	Cheolyoon Chung	Woonki Kim	Cheolho Lee
	Soondo Kim	Jagoun Koo	Jun Bum Lee
Seagate	Alvin Cox	Tom Skaar	Dan Smith
	Tony Priborsky		
SiliConch Systems Private Limited	Jaswanth Ammineni	Aniket Mathad	Rakesh Polasa
	Pavitra Balasubramanian	Shubham Paliwal	Abhishek Sardeshpande
	Kaustubh K		
STMicroelectronics (USB 3.0 Promoter company)	Nathalie Ballot	Christophe Lorin	Federico Musarra
	Nicolas Florenchie	Patrizia Milazzo	Pascal Legrand
	Joel Huloux		
Tektronix, Inc.	Randy White		
Texas Instruments (USB 3.0 Promoter company)	Jawaid Ahmad	Win Maung	Anwar Sadat
	Richard Hubbard	Lauren Moore	Sue Vining
	Scott Jackson	Martin Patoka	Deric Waters
	Yoon Lee	Brian Quach	
	Grant Ley	Wes Ray	
Tyco Electronics Corp. (TE Connectivity Ltd.)	Max Chao	Jim McGrath	Scott Shuey
	Robert E. Cid	Takeshi Nakashima	Hidenori Taguchi
	Kengo Ijiri	Luis A. Navarro	Bernard Vetten
	Eiji Ikematsu	Masako Saito	Ryan Yu
	Joan Leu	Yoshiaki Sakuma	Sjoerd Zwartkruis
	Clark Li	Gavin Shih	
	Mike Lockyer	Hiroshi Shirai	
VIA Technologies Inc.	Terrance Shih	Jay Tseng	Fong-Jim Wang

Sociétés de révision industrielle en pré-édition en support

Aces	Joinsoon Electronics Mfg. Co. Ltd.	Parade Technology
Allion Labs, Inc.	JST Mfg. Co., Ltd.	Pericom
BizLink International Corp.	Korea Electric Terminal	Qualcomm
Corning Optical Communications LLC	Marvell Semiconductor	Semtech Corporation
Cypress Semiconductor	Motorola Mobility LLC	Shenzhen Deren Electronic Co., Ltd.
Etron Technology Inc.	NEC	Silicon Image
Fairchild Semiconductor	Newnex Technology Corp.	Simula Technology Corp.
Fujitsu Ltd.	NXP Semiconductors	SMK Corporation
Industrial Technology Research Institute (ITRI)	PalCONN/PalNova (Palpilot International Corp.)	Sony Corporation
		Sumitomo Electric Industries
		Toshiba Corporation

Historique des révisions

Révision	Date	Description
1.0	lundi 11 août 2014	Publication initiale
1.1	vendredi 3 avril 2015	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que la correction éditoriale.
1.2	vendredi 25 mars 2016	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que la correction éditoriale.
1.3	vendredi 14 juillet 2017	Réédition papier comprenant l'incorporation de l'ensemble des ECN approuvés à la date de révision, ainsi que la correction éditoriale.

1 Introduction

Le succès confirmé de l'interface USB a engendré le besoin d'adapter la technologie USB à la desserte de plateformes et de dispositifs informatiques plus récents, dont la forme tend à être plus petite, plus fine et plus légère. Un grand nombre de ces plateformes et dispositifs récents ont atteint un stade auquel les connecteurs mâles et femelles USB actuellement en usage constituent un frein à l'innovation, en particulier en raison de leur taille relativement importante et des contraintes de volume interne des versions Norme-A et Norme-B des connecteurs USB. De plus, en raison de l'évolution des modèles d'utilisation de ces plateformes, les conditions en matière de facilité d'utilisation et de robustesse ont évolué. Or, à l'origine, les connecteurs USB existants n'ont pas été conçus pour répondre à ces récentes exigences. La présente spécification vise à établir un nouvel écosystème de connecteurs USB, qui répond aux besoins changeants des plateformes et des dispositifs tout en conservant tous les avantages fonctionnels d'USB, qui sont le fondement de la plus populaire des équipements d'interconnexion informatique.

1.1 Objet

La présente spécification définit les connecteurs mâles et femelles, ainsi que les câbles USB Type-C™.

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C est guidée par les principes suivants:

- favoriser des critères de forme d'hôtes et dispositifs innovants et agréables, pour lesquels la taille, la conception industrielle et le style sont des paramètres importants;
- travailler en toute fluidité à partir des solutions USB existantes pour les hôtes et dispositifs en silicium;
- améliorer la facilité d'utilisation pour la connexion de dispositifs USB, en réduisant autant que possible le risque de confusion du sens d'insertion du connecteur mâle et des câbles.

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C définit de nouvelles techniques de connexion et détection des ports et des câbles USB, compatibles avec les spécifications électriques et fonctionnelles d'interface USB existantes. La présente spécification couvre les aspects suivants, nécessaires à la production et à l'utilisation de cette nouvelle solution de câble/connecteur USB pour les plateformes et les dispositifs récents, qui interagissent avec les plateformes et les dispositifs existants:

- connecteur femelle USB Type-C, y compris la description électromécanique et les exigences de performance;
- connecteurs mâles et ensembles câble-connecteur USB Type-C, y compris la description électromécanique et les exigences de performance;
- ensembles câble-connecteur et adaptateurs USB Type-C permettant la connexion vers les solutions existantes;
- configuration d'interface et détection des dispositifs basées sur USB Type-C, y compris la prise en charge des solutions de connexion existantes;
- technologie d'alimentation électrique par USB optimisée pour les connecteurs USB Type-C.

La spécification des câbles et connecteurs USB Type-C définit une technique normalisée prenant en charge des modes alternatifs, tels que la reconversion du connecteur pour un usage spécifiquement lié au branchement.

1.2 Domaine d'application

La présente spécification complète les spécifications *USB 2.0*, *USB 3.1* et *USB Power Delivery* existantes. Elle ne s'applique qu'aux éléments exigés pour l'implémentation et la prise en charge des connecteurs mâles et femelles USB, ainsi que des câbles USB Type-C.

Des informations normatives sont fournies pour permettre l'interopérabilité des composants conçus selon cette spécification. Lorsqu'elles sont fournies, les informations indicatives peuvent en fournir des exemples de mises en œuvre.

1.3 Documents connexes

- USB 2.0** *Universal Serial Bus Revision 2.0 Specification (disponible en anglais seulement)*
Inclut l'édition intégrale du document.
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB 3.1** *Universal Serial Bus Revision 3.1 Specification (disponible en anglais seulement)*
Inclut l'édition intégrale du document.
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB PD** *USB Power Delivery Specification, Revision 2.0, Version 1.3, 12 janvier 2017 (disponible en anglais seulement)*
USB Power Delivery Specification, Revision 3.0, Version 1.1, 12 janvier 2017 (y compris les errata et les ECN jusqu'au 12 juin 2017 - disponible en anglais seulement)
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB BB** *USB Billboard Device Class Specification, Révision 1.21, 8 septembre 2016 (disponible en anglais seulement)*
<http://www.usb.org/developers/docs>
- USB BC** *Battery Charging Specification, Révision 1.2 (y compris les errata et les ECN jusqu'au 15 mars 2012 - disponible en anglais seulement), 15 mars 2012*
<http://www.usb.org/developers/docs>

1.4 Conventions

1.4.1 Priorité

En cas de contradiction entre les textes, les figures et les tableaux, l'ordre suivant doit prévaloir : tableaux, puis figures, puis textes.

1.4.2 Mots-clés

Les mots-clés suivants permettent de différencier les niveaux d'exigences et d'options.

1.4.2.1 Informatif/informative

Le mot-clé Informatif est utilisé pour décrire les informations de la présente spécification qui visent à aborder et clarifier les exigences et fonctionnalités (et non à les rendre obligatoires)

1.4.2.2 Pouvoir/Peut/Peuvent

Les mots-clés Pouvoir/Peut/Peuvent sont utilisés pour indiquer un choix sans préférence implicite

1.4.2.3 N/A

Le mot-clé N/A est utilisé pour indiquer qu'un champ (ou une valeur) n'est pas applicable, qu'il n'a pas de valeur définie et qu'il ne doit pas être vérifié ou utilisé par le destinataire

1.4.2.4 Normatif

Le mot-clé Normatif est utilisé pour décrire les fonctionnalités obligatoires de la présente spécification

1.4.2.5 Facultatif/facultative

Le mot clé Facultatif/facultative décrit des fonctionnalités non imposées par la présente spécification Toutefois, lorsqu'une fonctionnalité facultative est mise en œuvre, elle doit respecter la présente spécification (normative facultative)

1.4.2.6 Réserve

Le mot-clé Réserve est utilisé pour indiquer les valeurs réservées d'un bit, d'un octet, d'un mot, d'un champ ou d'un code, qui sont mises de côté pour une normalisation future. Leur utilisation et leur interprétation pourront être spécifiées par de futurs compléments à la présente spécification; sauf indication contraire, elles ne doivent pas être utilisées ou modifiées par la mise en œuvre d'un fournisseur. Un bit, octet, mot ou champ réservé doit être réglé sur zéro par l'expéditeur et doit être ignoré par le récepteur. Les valeurs d'un champ Réserve ne doivent pas être envoyées par l'expéditeur. S'il les reçoit, le destinataire doit les ignorer.

1.4.2.7 Doit/doivent

Le mot clé *doit/doivent* indique une exigence obligatoire (normative). Les concepteurs sont tenus de mettre en œuvre l'ensemble de ces exigences afin de garantir l'interopérabilité avec les autres produits conformes.

1.4.2.8 Il convient de

Le mot-clé *Il convient de* est utilisé pour indiquer la latitude concernant un choix avec alternative préférentielle. Il équivaut à la locution "*il est recommandé de*".

1.4.3 Numérotation

Les numéros immédiatement suivis de la lettre "b" en minuscule (01b, par exemple) sont des valeurs binaires. Les nombres qui sont immédiatement suivis de la lettre "B" en majuscule sont des valeurs d'octet. Les numéros immédiatement suivis de la lettre "h" en minuscule (3Ah, par exemple) sont des valeurs hexadécimales. Les nombres qui ne sont pas immédiatement suivis des lettres "b", "B" ou "h" sont des valeurs décimales.

1.5 Termes et acronymes

Terme	Description
mode accessoire	Reconfiguration du connecteur basée sur la présence de Rd/Rd ou Ra/Ra respectivement sur le CC1/CC2.
câble actif	Un câble marqué électroniquement avec des composants électroniques supplémentaires pour conditionner les signaux de chemin de données.

Terme	Description
mode alternatif	Opération définie par un fournisseur ou un organisme de normalisation, associée à un SVID attribué par USB-IF. L'entrée et la sortie du mode alternatif sont contrôlées par les commandes Enter Mode et Exit Mode des VDM dont la structure est définie par l' <i>USB PD</i> .
adaptateur en mode alternatif (Alternate Mode Adapter, AMA)	Dispositif <i>USB PD</i> qui prend en charge les modes alternatifs et qui joue le rôle d'UFP.
mode accessoire d'adaptateur audio	Mode accessoire défini par la présence de Ra/Ra respectivement sur le CC1/CC2. Voir Annexe A.
BFSK (Binary Frequency Shift Keying)	Modulation par déplacement de fréquence binaire utilisée pour la communication <i>USB PD</i> par le biais de V _{BUS} .
BMC (Biphase Mark Coding)	Codage de marques biphase, utilisé pour la communication USB PD par le biais du fil CC.
câble captif	Câble terminé à une extrémité par un connecteur mâle USB Type-C et dont l'extrémité opposée est composée d'un moyen de connexion spécifique au fournisseur (câblée ou amovible personnalisée).
CC	Canal de configuration (CC) utilisé dans la découverte, la configuration et la gestion des connexions par le biais d'un câble USB Type-C.
DAM (Debug Accessory Mode, mode accessoire de débogage)	Mode auxiliaire défini par la présence de Rd/Rd ou Rp/Rp respectivement sur le CC1/CC2. Voir Annexe B.
DTS (Debug and Test System, système de débogage et d'essai)	Système matériel et logiciel combiné qui offre à un développeur de système une visibilité et un contrôle sur le débogage, lorsqu'il est connecté à un système cible en mode accessoire de débogage.
V _{BUS} PAR DEFAUT	Tension V _{BUS} définie par les spécifications <i>USB 2.0</i> et <i>USB 3.1</i> Note: lorsqu'elle est mentionnée, une tension de 5 V porte la même signification.
DFP (Downstream Facing Port)	Port orienté vers la partie aval, spécifiquement associé au flux de données dans une connexion USB. Il s'agit généralement des ports placés sur un hôte ou sur un hub, auxquels les dispositifs sont connectés. Dans un premier temps, le DFP Source V _{BUS} et V _{CONN} , et prend en charge les données. Un port DFP dédié uniquement à la charge ne Source que V _{BUS} .
dispositif à connexion directe	Dispositif comportant un câble captif ou un connecteur mâle USB Type-C uniquement (p. ex., une clé USB).

Terme	Description
DRD (Prise en charge de double fonction)	Acronyme utilisé dans la présente spécification pour se référer à un port USB pouvant fonctionner comme DFP (hôte) ou UFP (dispositif). Le rôle joué initialement par le port est déterminé par la fonction d'alimentation du port lors du branchement. Un port Source prend le rôle de données d'un DFP et un port Collecteur prend le rôle de données d'un UFP. Le rôle de données du port peut être modifié dynamiquement avec la technique d'échange de rôle des données (Data Role Swap) de l' <i>USB PD</i> .
DRP (Prise en charge de double fonction)	Acronyme utilisé dans la présente spécification pour se référer à un port USB pouvant fonctionner comme Source ou Collecteur. Le rôle joué par le port peut être fixe (Source ou Collecteur), ou alterner entre ces deux états. Lors de son fonctionnement initial en tant que Source, le port prend également le rôle de données d'un DFP. Lorsqu'il fonctionne en tant que Collecteur, il prend aussi le rôle de données d'un UFP. Le rôle d'alimentation du port peut être modifié de manière dynamique avec le mécanisme d'échange de rôle d'alimentation (Power Role Swap) de l' <i>USB PD</i> .
DR_Swap	Mécanisme d'échange de rôle de données (Data Role Swap) de l' <i>USB PD</i> .
câble marqué électroniquement	Câble USB Type-C qui utilise l' <i>USB PD</i> pour fournir les caractéristiques du câble.
marqueur électronique	Élément d'un câble marqué électroniquement qui renvoie des informations sur le câble en réponse à une commande Discover Identity de l' <i>USB PD</i> .
initiateur	Port qui initie un message défini par le fournisseur (VDM, Vendor Defined Message). Il ne dépend pas du rôle PD du port (p. ex., fournisseur, consommateur, fournisseur/consommateur ou consommateur/fournisseur). Dans la plupart des cas, l'initiateur est un hôte.
câble passif	Câble qui ne comporte aucun composant électronique pour conditionner les signaux de chemin de données. Un câble passif peut ou non être marqué électroniquement.
port partenaire	Se rapporte à un port (dispositif ou hôte) auquel un autre port est branché.
batterie d'alimentation	Dispositif équipé d'une batterie, dont la fonction principale est de charger ou d'étendre la durée de fonctionnement d'autres dispositifs USB Type-C.
câble alimenté	Câble dont le connecteur mâle comporte des composants électroniques et qui exige que la tension VCONN soit indiquée par la présence de Ra entre la broche VCONN et la terre.
PR_Swap	Mécanisme d'échange de rôle d'alimentation (Power Role Swap) de l' <i>USB PD</i> .
répondeur	Port qui répond à l'initiateur d'un message défini par le fournisseur (VDM, Vendor Defined Message). Il ne dépend pas du rôle PD du port (p. ex., fournisseur, consommateur, fournisseur/consommateur ou consommateur/fournisseur). Dans la plupart des cas, le répondeur est un dispositif.

Terme	Description
SBU	Sideband Use (utilisation en bande latérale).
SID	Un identifiant normalisé (SID, Norme ID) est une valeur unique à 16 bits, attribuée par l'USB-IF pour identifier une norme industrielle.
collecteur	Port marqué par Rd sur le CC qui, lorsqu'il est branché, consomme de l'alimentation de VBUS. Dans la plupart des cas, il s'agit d'un dispositif.
Source	Port marqué par Rp sur le CC qui, lorsqu'il est branché, fournit de l'alimentation par VBUS. Dans la plupart des cas, il s'agit d'un hôte ou d'un hub DFP.
SVID	Référence générale à un SID ou un VID Utilisé par les VDM dont la structure est définie par l'USB PD lors d'une demande de SID et de VID auprès d'un dispositif.
système cible (TS, Target System)	Système en cours de débogage en mode accessoire de débogage.
type-A	Référence générale à l'ensemble des versions des connecteurs mâles et femelles USB "A".
type-B	Référence générale à l'ensemble des versions des connecteurs mâles et femelles USB "B".
connecteur mâle Type-C	Connecteur mâle USB conforme aux exigences électriques et mécaniques définies dans la présente spécification.
port Type-C	Port USB associé à un connecteur femelle USB Type-C inclut la signalisation USB, la logique du CC, les multiplexeurs et autre logique associée.
connecteur femelle Type-C	Connecteur femelle USB conforme aux exigences électriques et mécaniques définies dans la présente spécification.
UFP (Upstream Facing Port)	Port orienté vers la partie amont, spécifiquement associé au flux de données dans une connexion USB. Ce port se trouve sur un dispositif ou un hub et se connecte à un hôte ou au DFP d'un hub. A l'état initial, l'UFP reçoit la tension VBUS et prend en charge les données.
câble USB 2.0 Type-C	Câble USB Type-C vers Type-C qui ne prend en charge que l'exploitation des données USB 2.0. ce câble ne comporte pas de fils USB 3.1 ou SBU.
connecteur mâle USB 2.0 Type-C	Connecteur mâle USB Type-C, spécifiquement conçu pour implémenter le câble USB 2.0 Type-C.
câble USB Type-C Complet	Câble USB Type-C vers Type-C, qui prend en charge l'exploitation des données USB 2.0 et USB 3.1. Ce câble comporte des fils SBU.
connecteur mâle USB Type-C Complet	Connecteur mâle USB Type-C, spécifiquement conçu pour implémenter le câble USB Type-C Complet.
état de sécurité USB	État de sécurité USB, défini par la spécification <i>USB PD</i> .

Terme	Description
charge par VPD	Technique permettant à un dispositif USB alimenté par VCONN de transmettre l'alimentation et la communication CC d'un port vers un autre, sans aucun reparamétrage de réglementation. Sa définition sera incluse dans une future spécification.
accessoire alimenté par VCONN (VPA, VCONN-Powered Accessory)	Accessoire alimenté par la tension VCONN pour fonctionner en mode alternatif. Les VPA ne peuvent pas appliquer la technique de charge décrite pour les VPD. Ils doivent, en lieu et place, négocier le déclenchement de l'alimentation électrique par USB avec l'hôte connecté et la Source afin d'assurer une fonctionnalité similaire.
dispositif USB alimenté par VCONN (VPD, VCONN-Powered USB Device)	Dispositif USB à connexion directe ou à câble captif pouvant être alimenté exclusivement par la tension VCONN ou VBUS. Les VPD peuvent éventuellement prendre en charge la capacité de charge par VPD.
VCONN_Swap	Mécanisme d'échange de Vconn (Vconn Swap) <i>USB PD</i> .
VDM (Vendor Defined Message)	Message défini par le fournisseur, défini par la spécification <i>USB PD</i> .
VID	Un identifiant de fournisseur (Vendor ID) est une valeur unique à 16 bits attribuée par l'USB-IF pour identifier un fournisseur.
vSafe0V	Tension Vbus de "0 volts" définie par la spécification <i>USB PD</i> .
vSafe5V	Tension Vbus de "5 volts" définie par la spécification <i>USB PD</i> .

2 Vue d'ensemble

2.1 Introduction

Les connecteurs mâles et femelles ainsi que le câble USB Type-C™ offrent une alternative plus petite, plus fine et plus robuste aux interconnexions *USB 3.1* existantes (câbles et connecteurs normalisés et micro-USB). Cette nouvelle solution est prévue pour une utilisation sur des plateformes très fines (des ordinateurs portables ultrafins aux téléphones intelligents), sur lesquelles les connecteurs femelles Norme-A et Micro-AB existants sont jugés trop imposants, difficilement utilisables ou insuffisamment robustes. Les principales améliorations sont les suivantes:

- le connecteur femelle USB Type-C peut être utilisé sur des plateformes très fines, compte tenu la hauteur totale du dispositif après montage, qui est inférieure à 3 mm;
- le connecteur mâle USB Type-C est plus facile à utiliser, puisqu'il est enfichable face vers le haut ou face vers le bas;
- le câble USB Type-C est plus facile à utiliser, puisqu'il est enfichable dans le dispositif et l'hôte dans les deux sens.

L'interconnexion USB Type-C ne fait plus la distinction physique entre les connecteurs de type A ou de type B d'un câble, tandis que l'interface USB maintient cette relation logique entre l'hôte et le dispositif. La détermination de cette relation entre hôte et dispositif est réalisée par le biais d'un canal de configuration (CC) connecté par le câble. Le canal de configuration permet également de configurer et de gérer l'alimentation et les modes alternatif et accessoire.

Grâce au canal de configuration, l'interconnexion USB Type-C définit une solution simplifiée pour la charge et l'alimentation, basée sur une tension VBUS de 5 V, qui vient compléter la *Spécification USB 3.1*. Les fonctionnalités plus avancées d'alimentation et de charge de batterie au moyen de l'interconnexion USB Type-C se basent sur la *Spécification USB Power Delivery*. Autre amélioration concernant l'implémentation du produit, l'interconnexion USB Type-C permet au protocole de communication *USB PD*, auparavant communiqué par VBUS, d'être distribué sur le canal de configuration USB Type-C.

Il est prévu que la conception même des connecteurs mâle et femelle, ainsi que celle du câble USB Type-C, prenne en charge les futures extensions fonctionnelles USB. À ce titre, une attention particulière a été accordée aux performances de gradation des fréquences, à la disposition des broches et aux mécanismes de configuration lors du développement de cette solution. La définition des futures extensions fonctionnelles USB ne relève pas du domaine d'application de la présente spécification. Elle sera fournie dans les futures éditions de la Spécification USB de base, c'est-à-dire ultérieures à la *Spécification USB 3.1* existante.

La Figure 2-1 représente le plan intégral des signaux fonctionnels pour le connecteur femelle USB Type-C Complet. Tous les signaux représentés ne sont pas exigés sur toutes les plateformes ou tous les dispositifs. Comme indiqué, la liste des signaux du connecteur femelle alimente fonctionnellement les bus de données *USB 2.0* (D+ et D-) et *USB 3.1* (paires TX et RX), l'alimentation USB (VBUS), la terre (GND), les signaux du canal de configuration (CC1 et CC2) et deux broches de signal SBU. Cet agencement, qui comprend plusieurs emplacements pour les signaux de bus de données USB, facilite la capacité à mettre les signaux USB en correspondance de manière fonctionnelle, quelle que soit l'orientation du connecteur mâle dans le connecteur femelle. Les broches de signal sont étiquetées à titre de référence. Les signaux *USB 3.1* ne sont pas appliqués au connecteur femelle *USB 2.0* Type-C.

Figure 2-1 – Interface d'un connecteur femelle USB Type-C (vue de face)

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1

La Figure 2-2 représente le plan complet des signaux fonctionnels pour le connecteur mâle USB Type-C. Une seule broche CC est connectée par le biais du câble pour établir l'orientation du signal. L'autre broche CC est reconvertie en VCONN pour alimenter les composants électroniques du connecteur mâle USB Type-C. De même, un seul jeu de fils D+/D- *USB 2.0* est implémenté dans un câble USB Type-C. Les signaux *USB 3.1* et SBU ne sont pas implémentés dans les câbles USB Type-C dont le seul but est de prendre en charge la fonctionnalité *USB 2.0*. Seuls neuf contacts sont implémentés pour prendre en charge les broches CC, VBUS ET GND dans le connecteur mâle USB Type-C, alimentation uniquement (destinée uniquement aux applications Collecteur USB Type-C).

Figure 2-2 – Interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (vue de face)

A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1
GND	RX2+	RX2–	VBUS	SBU1	D–	D+	CC	VBUS	TX1–	TX1+	GND
GND	TX2+	TX2–	VBUS	VCONN			SBU2	VBUS	RX1–	RX1+	GND
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12

2.2 Connecteurs mâle et femelle, ainsi que câbles USB Type-C

Les câbles et les connecteurs, notamment les câbles et adaptateurs USB Type-C vers USB, sont définis de manière explicite par la présente spécification. Il s'agit des seuls connecteurs et câbles autorisés par les termes de la licence de la présente spécification. Tous les câbles et connecteurs sous licence sont exigés pour satisfaire aux exigences de conformité et de certification établies et gérées par l'USB-IF.

Les connecteurs mâle et femelle USB Type-C suivants sont définis:

- connecteur femelle USB Type-C Complet pour les plateformes et dispositifs *USB 2.0, USB 3.1 Complet*;
- connecteur femelle *USB 2.0* Type-C pour les plateformes et dispositifs *USB 2.0*;
- connecteur mâle USB Type-C Complet;
- connecteur mâle *USB 2.0* Type-C;
- connecteur mâle USB Type-C, alimentation uniquement.

Les câbles USB Type-C suivants sont définis:

- câble USB Type-C Complet avec connecteur mâle USB Type-C Complet à chaque extrémité pour les applications *USB 3.1 Complet*;
- câble *USB 2.0* Type-C avec un connecteur mâle *USB 2.0* Type-C aux deux extrémités pour les applications *USB 2.0*;
- câble captif avec un connecteur mâle USB Type-C ou *USB 2.0* Type-C à une extrémité.

Tous les connecteurs mâle et femelle, ainsi que les câbles USB Type-C définis, prennent en charge les applications d'alimentation par USB, y compris l'implémentation facultative spécifique à USB Type-C de la *Spécification USB Power Delivery* (voir 4.6.2.4).

Tous les câbles USB Type-C Complètes sont marqués électroniquement. Les câbles *USB 2.0* Type-C peuvent être marqués électroniquement. Voir 4.9 sur les exigences concernant les câbles marqués électroniquement.

Les câbles et adaptateurs USB Type-C vers USB suivants sont définis:

- câble *USB 3.1* Type-C vers hôte existant avec un connecteur mâle USB Type-C Complet à une extrémité et un connecteur mâle *USB 3.1* Norme-A à l'autre extrémité (*ce câble prend en charge l'utilisation d'un dispositif basé sur USB Type-C avec un port USB existant*);
- câble *USB 2.0* Type-C vers hôte existant avec un connecteur mâle *USB 2.0* Type-C à une extrémité et un connecteur mâle *USB 2.0* Norme-A à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation d'un dispositif basé sur USB Type-C avec un hôte USB 2.0 existant (notamment pour les applications mobiles de synchronisation et de charge)*;

- câble *USB 3.1* Type-C vers dispositif existant avec un connecteur mâle *USB Type-C Complet* à une extrémité et un connecteur mâle *USB 3.1 Norme-B* à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation de hubs et de dispositifs USB 3.1 existants avec un hôte basé sur USB Type-C;*
- câble *USB 2.0* Type-C vers dispositif existant avec un connecteur mâle *USB 2.0 Type-C* à une extrémité et un connecteur mâle *USB 2.0 Norme-B* à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation de hubs et de dispositifs USB 2.0 existants avec un hôte basé sur USB Type-C;*
- câble *USB 2.0* Type-C vers mini-dispositif existant avec un connecteur mâle *USB 2.0 Type-C* à une extrémité et un connecteur mâle *USB 2.0 Mini-B* à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation de dispositifs existants avec un hôte basé sur l'USB 2.0 Type-C;*
- câble *USB 3.1* Type-C vers micro-dispositif existant avec un connecteur mâle *USB Type-C Complet* à une extrémité et un connecteur mâle *USB 3.1 Micro-B* à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation de hubs et de dispositifs USB 3.1 existants avec un hôte basé sur USB Type-C;*
- câble *USB 2.0* Type-C vers micro-dispositif existant avec un connecteur mâle *USB 2.0 Type-C* à une extrémité et un connecteur mâle *USB 2.0 Micro-B* à l'autre extrémité - *ce câble prend en charge l'utilisation de hubs et de dispositifs USB 2.0 existants avec un hôte basé sur USB Type-C;*
- adaptateur *USB 3.1* Type-C vers connecteur Norme-A existant avec un connecteur mâle *USB Type-C Complet* à une extrémité et un connecteur femelle *USB 3.1 Norme-A* à l'autre extrémité - *cet adaptateur prend en charge l'utilisation d'un dispositif de type "clés USB" existantes ou d'un dispositif USB ThinCard existant avec un hôte basé sur USB 3.1 Type-C;*
- adaptateur *USB 2.0* Type-C vers connecteur Micro-B existant avec un connecteur mâle *USB 2.0 Type-C* à une extrémité et un connecteur femelle *USB 2.0 Micro-B* à l'autre extrémité - *cet adaptateur prend en charge la charge d'un dispositif mobile basé sur USB Type-C avec des chargeurs existants basés sur USB Micro-B, avec un câble captif ou conjointement avec un câble USB 2.0 Norme-A vers Micro-B existant.*

Les adaptateurs pour connecteurs femelles USB Type-C vers USB existants ne sont explicitement ni définis ni admis. Ces adaptateurs admettraient de nombreux câblages non valides et potentiellement dangereux par les utilisateurs.

2.3 Processus de configuration

La solution des connecteurs mâle et femelle, ainsi que du câble USB Type-C, intègre un processus de configuration permettant de détecter une connexion entre un port orienté vers la partie aval et un port orienté vers la partie amont (Source vers Collecteur), dans le cadre de la gestion de la tension VBUS et la détermination des relations entre l'hôte et le dispositif connecté.

Le processus de configuration permet de réaliser les tâches suivantes:

- détection des branchements/débranchements entre la Source et le Collecteur;
- détection de l'orientation du connecteur mâle ou des câbles torsadés;
- détection de l'alimentation initiale (Source vers Collecteur) et établissement de la relation avec les données (hôte vers dispositif);
- détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C;
- communication *USB PD*;

- découverte et configuration des extensions fonctionnelles.

À ce titre, deux broches sont utilisées sur le connecteur femelle USB Type-C: CC1 et CC2. Dans un câble USB Type-C normalisé, une seule position de broche CC pour chaque connecteur du câble est connectée par le biais le câble.

2.3.1 Détection des branchements/débranchements entre la Source et le Collecteur

Le branchement d'une Source au Collecteur est initialement détecté par un accès hôte ou hub (Source), lorsque l'une des broches CC détecte la résistance de terre (GND) spécifiée au niveau de son connecteur femelle USB Type-C. Par la suite, le débranchement de la Source du Collecteur est détecté lorsque la broche CC qui a été branchée à son connecteur femelle USB Type-C n'est plus reliée à la terre (GND).

L'alimentation n'est pas appliquée au connecteur femelle hôte ou hub USB Type-C (VBUS ou VCONN), tant que la Source ne détecte pas la présence d'un port de dispositif (Collecteur) branché. Lorsqu'une connexion Source à Collecteur est détectée, il est prévu que la Source alimente le connecteur femelle et poursuive son fonctionnement USB normal avec le dispositif branché. Lorsqu'un débranchement Source du Collecteur est détecté, le port qui Source la tension VBUS coupe l'alimentation.

2.3.2 Détection de l'orientation du connecteur mâle ou des câbles torsadés

Le connecteur mâle USB Type-C pouvant être inséré dans un connecteur femelle dans les deux sens, les broches CC autorisent la détection de l'orientation du connecteur mâle, pour déterminer les paires de signaux de données USB SuperSpeed qui sont connectées de manière fonctionnelle par le biais du câble. Ceci permet d'établir, si nécessaire, le routage des signaux au sein d'un hôte ou d'un dispositif pour assurer la connexion.

2.3.3 Détection de l'alimentation initiale (Source vers Collecteur) et établissement de la relation avec les données (hôte vers dispositif)

Contrairement aux connecteurs mâle et femelle USB Type-A et USB Type-B, les caractéristiques mécaniques des connecteurs mâle et femelle USB Type-C n'établissent pas en eux-mêmes la relation entre les hôtes USB et les hôtes de dispositifs. Les broches CC sur le connecteur femelle servent également à établir des relations d'alimentation initiale (Source à Collecteur) et de données (hôte vers dispositif) avant le processus d'énumération USB normal.

Dans le but de définir la manière dont les broches CC sont utilisées pour établir la relation d'alimentation initiale, les modes de comportement suivants sont définis pour l'alimentation du port:

1. Source uniquement – dans ce mode, le port se comporte exclusivement comme une Source;
2. Collecteur uniquement – dans ce mode, le port se comporte exclusivement comme un Collecteur;
3. prise en charge de double fonction (DRP) – dans ce mode, le port peut se comporter comme une Source ou comme un Collecteur.

Par ailleurs, lorsqu'un port prend en charge l'exploitation des données USB, les modes de comportement des données d'un port sont définis:

1. DFP uniquement – dans ce mode, le port se comporte exclusivement comme un DFP;

2. UFP uniquement – dans ce mode, le port se comporte exclusivement comme un UFP;
3. prise en charge de double fonction (DRD) – dans ce mode, le port peut se comporter comme un DFP ou comme un UFP.

Le comportement des ports DFP uniquement et UFP uniquement est mis en correspondance avec les comportements traditionnels des ports respectivement USB hôte et dispositif, mais peuvent ne pas nécessairement établir une communication avec les données USB. Lorsque le port d'un hôte est branché à un port de dispositif, le comportement du point de vue de l'utilisateur suit le modèle du port USB classique hôte vers dispositif. Toutefois, la technique du connecteur USB Type-C n'empêche pas les connexions physiques entre hôtes ou entre dispositifs. Dans ce cas, la connexion entre hôtes ou entre dispositifs établie est certes sécurisée, mais n'est pas fonctionnelle.

Lors de la connexion initiale, la Source alimente en tension VBUS et se comporte comme un DFP, tandis que le Collecteur consomme de la tension VBUS et se comporte comme un UFP. Lorsqu'elle est prise en charge par les deux ports, l'*USB PD* peut ensuite être utilisée pour échanger les rôles d'alimentation et de données des ports de manière indépendante.

Un port est un DRP lorsqu'il prend en charge une double fonction, c'est à dire est en capacité de basculer vers le mode de connexion approprié selon qu'il est branché à un port Source uniquement, ou Collecteur uniquement. Dans le cas particulier d'un DRP branché à un autre DRP, un protocole d'initialisation des broches CC permet d'établir la relation initiale entre l'hôte et le dispositif. Sans l'intervention de l'échange de rôle, la détermination du DFP ou de l'UFP est aléatoire du point de vue de l'utilisateur.

Deux ensembles indépendants de mécanismes sont définis pour permettre à un DRP USB Type-C d'admettre un échange fonctionnel des rôles entre l'alimentation et les données. Lorsque l'*USB PD* est prise en charge, l'échange entre le rôle d'alimentation et le rôle de données est réalisé après le processus de connexion initiale. Pour les implémentations ne prenant pas en charge PD, l'échange des rôles alimentation/données peut éventuellement être traité dans le cadre du processus de connexion initiale. Dans le but d'améliorer l'expérience utilisateur lors de la connexion de dispositifs de types différents, des matériels peuvent être développés avec intégration d'un rôle préférentiel DFP ou UFP, de sorte que la détermination du DFP/UFP soit prévisible dès la connexion. Pour plus d'informations sur les mécanismes d'échange disponibles, voir 4.5.1.4.

Outre l'échange de rôles, un DRP USB Type-C peut également proposer une fonctionnalité utile: exposer une pile CDC/réseau (de préférence TCP/IP) lorsqu'il fonctionne en tant qu'hôte, ou exposer une interface CDC/réseau lorsqu'il fonctionne en tant que dispositif.

Les hubs USB possèdent deux types de ports: un UFP connecté à un DFP (hôte ou autre hub) qui fonctionne initialement comme un Collecteur, ainsi qu'un ou plusieurs DFP pour la connexion d'autres dispositifs qui fonctionnent initialement en tant que Sources.

2.3.4 Détection et utilisation du courant VBUS USB Type-C

Grâce à la technique du connecteur USB Type-C, une Source (port hôte ou port de hub vers partie aval) peut appliquer un courant Source plus élevé par le biais du VBUS, pour charger plus rapidement les dispositifs mobiles ou les dispositifs d'alimentation qui exigent un niveau de courant plus élevé que les niveaux définis dans la *Spécification USB 3.1*. Tous les ports USB hôte et hub annoncent, par le biais des broches CC, le niveau de courant actuellement disponible. Il est exigé que le port du dispositif USB gère sa charge pour s'aligner sur le niveau de courant fourni par l'hôte ou le hub. Il doit notamment réduire dynamiquement la charge si le port hôte ou hub annonce un niveau plus faible par le biais des broches CC.

Trois niveaux de courant à la tension VBUS par défaut sont définis par l'USB Type-C Current:

- valeurs par défaut pour la configuration d'un fonctionnement sous tension élevée, définies par une spécification USB (500 mA pour les ports USB 2.0 et 900 mA pour les ports USB 3.1);
- 1,5 A;
- 3,0 A.

Les niveaux supérieurs d'USB Type-C Current déclarables permettent aux hôtes et aux dispositifs qui n'appliquent pas l'*USB PD* d'utiliser un courant de charge supérieur.

2.3.5 Communication USB PD

USB Power Delivery est une fonctionnalité intégrée aux matériels (hôtes, hubs et dispositifs). Les communications *USB PD* sont utilisées pour:

- établir des accords d'alimentation qui admettent des valeurs de tension et de courant non comprises dans la plage définie par les spécifications *USB 2.0* et *USB 3.1*;
- modifier le port qui Source la tension VBUS;
- modifier le port qui Source la tension VCONN;
- échanger les rôles DFP et UFP;
- communiquer par l'intermédiaire de câbles.

Les communications BMC *USB PD* sont établies sur le fil CC du câble USB Type-C.

2.3.6 Extensions fonctionnelles

Les extensions fonctionnelles (voir Article 5) sont établies par le biais d'un canal de communications sur le CC, avec des méthodes définies par la *Spécification USB Power Delivery*.

2.4 VBUS

VBUS fournit un chemin permettant de déclencher l'alimentation entre un hôte et un dispositif, ou entre un chargeur USB et un hôte/dispositif. Une capacité d'alimentation simplifiée sous tension élevée est définie pour les hôtes et les chargeurs qui prennent disposent de l'option de prise en charge de niveaux de tension non définis par les spécifications *USB 2.0* et *USB 3.1*. La *Spécification USB Power Delivery* est prise en charge.

Le Tableau 2-1 résume les options d'alimentation disponibles entre un dispositif et un connecteur USB Type-C. Tous les ports hôte ou hub ne permettent pas au dispositif d'accéder à toutes les options - seules les deux premières options répertoriées correspondent aux obligations des spécifications USB de base et constituent le fondement de l'USB Type-C Current au niveau d'alimentation USB par défaut.

Tableau 2-1 – Récapitulatif des options d'alimentation

Mode de fonctionnement	Tension nominale	Courant maximal	Notes
<i>USB 2.0</i>	5 V	Voir <i>USB 2.0</i>	
<i>USB 3.1</i>	5 V	Voir <i>USB 3.1</i>	
<i>USB BC 1.2</i>	5 V	Jusqu'à 1.5 A ¹	Charge existante
USB Type-C Current à 1,5 A	5 V	1,5 A	Prend en charge les dispositifs d'alimentation supérieure
USB Type-C Current à 3,0 A	5 V	3 A	Prend en charge les dispositifs d'alimentation supérieure
<i>USB PD</i>	Paramétrable jusqu'à 20 V	Paramétrable jusqu'à 5 A	Commande directionnelle et gestion du niveau d'alimentation

Notes:

1. L'*USB BC 1.2* permet de désigner un fournisseur d'alimentation pour prendre en charge un niveau d'alimentation entre 0,5 A et 1,5 A. Si le fournisseur d'alimentation *USB BC 1.2* ne prend pas en charge 1,5 A, il est nécessaire qu'il respecte les exigences en matière de baisse d'alimentation. Un consommateur d'alimentation *USB BC 1.2* peut consommer jusqu'à 1,5 A sous réserve que la tension ne chute pas au-dessous de 2 V, ce qui peut survenir à tout niveau d'alimentation supérieur à 0,5 A.

Le connecteur femelle USB Type-C est spécifié pour une capacité électrique de 5 A, alors que le courant assigné des ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés est de 3 A. Une valeur assignée plus élevée pour le connecteur femelle permet aux systèmes de délivrer davantage d'alimentation, par le biais de solutions d'accueil directement branchées, ou avec des chargeurs adaptés avec des câbles captifs lors de l'implémentation de l'*USB PD*. Par ailleurs, il est admissible que les ensembles câble-connecteur USB Type-C, conçus pour l'*USB PD* et dûment identifiés par un marquage électronique, prennent en charge jusqu'à 5 A.

2.5 VCONN

Après avoir établi la connexion entre l'hôte et le dispositif, la broche CC (CC1 ou CC2) du connecteur femelle qui n'est pas connectée par le fil CC au sein du câble normalisé, est reconfigurée pour Sourcer VCONN vers les circuits d'alimentation dans le connecteur mâle nécessaire à l'implémentation des câbles marqués électroniquement (voir 4.9). À l'origine, la source alimente VCONN et la source de VCONN peut être échangée au moyen du mécanisme VCONN_Swap de l'*USB PD*.

Les câbles marqués électroniquement peuvent utiliser VBUS à la place de VCONN, puisque VBUS est disponible par le câble. Sur le plan fonctionnel, VCONN diffère de VBUS dans le sens où il est isolé de l'autre extrémité du câble. VCONN est indépendant de VBUS et, contrairement à VBUS qui peut utiliser l'*USB PD* pour prendre en charge des tensions plus élevées, la tension VCONN reste dans la plage comprise entre 3,0 V et 5,5 V (voir 4.4.3).

2.6 Hubs

Des hubs USB implémentés avec des connecteurs femelles USB Type-C sont exigés pour identifier clairement le port orienté vers la partie amont. Cette exigence est nécessaire, car un utilisateur ne peut plus savoir quel port d'un hub est orienté vers la partie amont et quels ports sont orientés vers la partie aval en fonction du type des connecteurs femelles visibles. En d'autres termes, USB Type-B est le port orienté vers la partie amont et USB Type-A est le port orienté vers la partie aval.

3 Mécanique

3.1 Vue d'ensemble

3.1.1 Connecteurs conformes

La spécification USB Type-C™ définit les connecteurs normalisés suivants:

- connecteur femelle USB Type-C Complet;
- connecteur femelle *USB 2.0* Type-C;
- connecteur mâle USB Type-C Complet;
- connecteur mâle *USB 2.0* Type-C;
- connecteur mâle USB Type-C, alimentation uniquement.

3.1.2 Ensembles câbles-connecteurs conformes

Le Tableau 3-1 résume les ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés, ainsi que les principales caractéristiques qui les différencient. Tous les câbles USB Type-C Complètes doivent prendre en charge la transmission de signaux indépendante et simultanée sur les deux bus de données *USB 3.1* (paires TX et RX). Les longueurs de câble répertoriées dans le tableau sont données à titre informatif et représentent les longueurs fonctionnelles, en se basant sur les exigences de performance des câbles. Tous les câbles, qu'ils soient complets et/ou assignés à un courant supérieur à 3 A, sont marqués électroniquement.

Tableau 3-1 – ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés

Réf. du câble	Connecteur mâle 1	Connecteur mâle 2	Version USB	Longueur du câble	Courant assigné	alimentation électrique par USB (BMC)	Câble USB Type-C marqué électroniquement
CC2-3	C	C	USB 2.0	≤ 4 m	3 A	Prise en charge	Facultatif
CC2-5					5 A		Exigé
CC3G1-3	C	C	USB 3.1 Gen1	≤ 2 m	3 A	Prise en charge	Exigé
CC3G1-5					5 A		
CC3G2-3	C	C	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A	Prise en charge	Exigé
CC3G2-5					5 A		

Il est par ailleurs permis que les matériels USB Type-C disposent d'un câble captif. Voir 3.4.3.

3.1.3 Ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs existants conformes

Le Tableau 3-2 résume les ensembles câble-connecteur USB Type-C existants, ainsi que les principales caractéristiques qui les différencient. Les longueurs de câble répertoriées dans le tableau sont données à titre informatif et représentent les longueurs fonctionnelles, en se basant sur les exigences de performance des câbles. Les ensembles de câbles *USB 3.1* Type-C existants, dont les performances se limitent à l'*USB 3.1* Gen1, ne sont pas admis par la présente spécification.

Pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C existants qui intègrent la terminaison Rp, il est exigé que la valeur de cette borne soit spécifiée au réglage par défaut du courant USB Type-C, y compris lorsque les ensembles câble-connecteur ont une valeur assignée de 3 A.

Il est prévu que la terminaison R_p de ces câbles représente le courant maximal d'un hôte USB hôte existant conforme, et non le courant assigné du câble en lui-même. Dans la mesure où de nombreux chargeurs non normalisés ne se limitent pas aux niveaux par défaut établis par les spécifications *USB 2.0* et *USB 3.1*, le courant assigné du câble est intentionnellement réglé sur un niveau plus élevé.

Tableau 3-2 – ensembles câble-connecteur USB Type-C existants

Réf. du câble	Connecteur mâle 1 ³	Connecteur mâle 2 ³	Version USB	Longueur du câble	Courant assigné
AC2-3	USB 2.0 Norme-A	USB 2.0 Type-C ¹	USB 2.0	≤ 4 m	3 A
AC3G2-3	USB 3.1 Norme-A	USB Type-C Complet ¹	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A
CB2-3	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Norme-B	USB 2.0	≤ 4 m	3 A
CB3G2-3	USB Type-C Complet ²	USB 3.1 Norme-B	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A
CmB2	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Mini-B	USB 2.0	≤ 4 m	500 mA
CμB2-3	USB 2.0 Type-C ²	USB 2.0 Micro-B	USB 2.0	≤ 2 m	3 A
CμB3G2-3	USB Type-C Complet ²	USB 3.1 Micro-B	USB 3.1 Gen2	≤ 1 m	3 A

Notes:

1. Il est exigé que les connecteurs mâles USB Type-C associés à l'extrémité "B" d'un câble d'adaptateur existant intègrent une terminaison R_p ($56 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$) dans l'ensemble de connecteurs mâles (voir 4.5.3.2.2).
2. Il est exigé que les connecteurs mâles USB Type-C associés à l'extrémité "A" d'un câble d'adaptateur existant intègrent une terminaison R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$) dans l'ensemble de connecteurs mâles (voir 4.5.3.2.1).
3. Voir 3.7.4.3 pour plus d'informations sur la résistance après branchement et la montée de température exigées pour les connecteurs mâles existants.

3.1.4 Ensembles d'adaptateur USB Type-C vers connecteurs existants conformes

Le Tableau 3-3 résume les ensembles d'adaptateurs USB Type-C existants ainsi que les principales caractéristiques qui les différencient. Les longueurs de câble répertoriées dans le tableau sont données à titre informatif et représentent les longueurs fonctionnelles, en se basant sur les exigences de performance des câbles.

Tableau 3-3 – Ensembles d'adaptateurs USB Type-C existants

Réf. de l'adaptateur	Connecteur mâle	Connecteur femelle ³	Version USB	Longueur du câble	Courant assigné
CμBR2-3	USB 2.0 Type-C ¹	USB 2.0 Micro-B	USB 2.0	≤ 0,15 m	3 A
CAR3G1-3	USB Type-C Complet ²	USB 3.1 Norme-A	USB 3.1 Gen1	≤ 0,15 m	3 A

Notes:

1. Il est exigé que les connecteurs mâles USB Type-C associés à l'extrémité "B" d'un adaptateur existant intègrent une terminaison Rp ($56 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$) dans l'ensemble de connecteurs mâles (voir 4.5.3.2.2).
2. Il est exigé que les connecteurs mâles USB Type-C associés à l'extrémité "A" d'un adaptateur existant intègrent une terminaison Rd ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20\%$) dans l'ensemble de connecteurs mâles (voir 4.5.3.2.1).
3. Voir 3.7.5.3 pour plus d'informations sur la résistance après branchement et la montée de température exigées pour les connecteurs femelles existants.

3.2 Interfaces de couplage de connecteurs USB Type-C

Le présent définit les interfaces de couplage de connecteurs, notamment les schémas d'interfaces de connecteurs, l'affectation des broches et leurs descriptions. Toutes les dimensions mentionnées par les figures sont données en millimètres.

3.2.1 Définition de l'interface

La Figure 3-1 et la Figure 3-3 représentent respectivement les dimensions d'interface du connecteur femelle USB Type-C et du connecteur mâle USB Type-C Complet.

La Figure 3-11 représente les dimensions d'interface du connecteur mâle USB 2.0 Type-C. Les dimensions qui régissent l'interopérabilité de couplage sont spécifiées. Toutes les dimensions REF sont fournies à titre indicatif uniquement et ne constituent pas des exigences contraignantes.

Les principales fonctionnalités, options de configuration et domaines de conception qu'il est nécessaire de prendre en compte sont les suivants:

1. La Figure 3-1 représente un connecteur femelle monté à la verticale. D'autres types de montages PCB, comme le montage à angle droit et le montage central, sont admis;
2. Une plaque médiane est exigée à l'intérieur de la languette du connecteur femelle, entre les signaux supérieur et inférieur, afin de gérer la diaphonie dans les applications complètes. La plaque médiane doit être reliée à la terre de la PCB en au moins deux points de mise à la terre. Le 3.2.2.1 fournit un schéma de référence pour la plaque médiane;
3. Le maintien de l'ensemble câble-connecteur au sein du connecteur femelle est assuré par un dispositif latéral de fermeture installé sur les côtés de la languette du connecteur femelle. Ce dispositif latéral de fermeture est exigé pour l'ensemble des connecteurs mâles, à l'exception des connecteurs sans fil utilisés pour les stations d'accueil. Il doit être relié à la terre à l'intérieur du connecteur femelle. Un schéma de référence pour le dispositif latéral de fermeture est fourni au 3.2.2.2, avec son diagramme de mise à la terre. Les applications d'accueil peuvent ne pas comporter de dispositif latéral de fermeture, et exigent alors d'accorder une attention particulière à la compatibilité électromagnétique (CEM);

4. Des ressorts d'écrantage CEM sont exigés à l'intérieur du connecteur mâle du câble. Le ressort d'écrantage doit être connecté à l'enveloppe du connecteur mâle. La pointe du ressort d'écrantage CEM du connecteur mâle USB Type-C Complet, ou du connecteur mâle USB 2.0 Type-C, ne doit pas être visible par l'ouverture du boîtier du connecteur mâle USB Type-C non couplé (voir Figure 3-12). Le 3.2.2.3 contient des schémas de référence pour le ressort CEM;
5. Il n'est pas admissible de court-circuiter le ressort de signal ou d'alimentation par contact sur l'enveloppe métallique du connecteur mâle. Il convient que le ressort, lorsqu'il est fléchi, ne soit pas en contact avec l'enveloppe du connecteur mâle. Il est recommandé d'utiliser une couche d'isolation (p. ex., ruban en Kapton apposé sur l'enveloppe du connecteur) pour empêcher tout court-circuit accidentel dû à la déformation de l'enveloppe du connecteur ;
6. Le connecteur femelle USB Type-C doit fournir un chemin de retour à la terre CEM par le biais de l'une des options suivantes:
 - un système de points de contact spécifiques sur l'enveloppe externe du connecteur femelle (p. ex., doigts de ressort ou doigts de ressort et bosses formées);
 - des plaques CEM internes, ou
 - une combinaison de points de contact sur l'enveloppe externe du connecteur femelle et des plaques CEM internes.

Si des points de contact sont utilisés sur le connecteur femelle, ils doivent être en contact avec le connecteur mâle couplé à l'intérieur des zones de contact définies à la Figure 3-2. Au moins quatre points de contact distincts sont exigés. Les points de contact supplémentaires sont admis. Pour accéder au schéma de référence pour l'enveloppe externe du connecteur femelle, voir 3.2.2.4. Le schéma de référence inclut quatre doigts de ressort utilisés comme points de contact. Les autres configurations peuvent inclure des doigts de ressort côté contact A et des saillies (par exemple des encoches) côté contact B, ou inversement. Des doigts de ressort sont exigés sur un côté au moins, afin que l'enveloppe du connecteur mâle soit ajustée par pression sur le côté opposé. Des saillies supplémentaires peuvent être utilisées; toutefois, si elles se trouvent sur des faces opposées de l'enveloppe du connecteur femelle, la distance minimale entre les saillies doit être supérieure aux dimensions maximales définies pour l'enveloppe du connecteur mâle.

Si des plaques CEM internes figurent dans le connecteur femelle, elles doivent satisfaire aux exigences définies à la Figure 3-1. Les plaques d'écrantage doivent être connectées à l'enveloppe du connecteur femelle. Si l'enveloppe du connecteur femelle a été retirée, celui-ci doit disposer d'un moyen de relier la plaque d'écrantage à la terre. Pour accéder au schéma de référence pour la plaque d'écrantage, voir 3.2.2.3;

7. La présente spécification établit la longueur de l'enveloppe du connecteur femelle USB Type-C à 6,20 mm, à titre de dimension de référence. Le connecteur femelle USB Type-C, dont la longueur d'enveloppe est de 6,20 mm $\pm$ 0,20 mm, est conçu pour assurer un couplage mécanique et électrique correct avec le connecteur mâle (p. ex., connecteur mâle correctement encastré dans le connecteur femelle, languette du connecteur femelle protégée lors de l'insertion/du retrait). Au niveau du système, il convient d'intégrer le connecteur femelle USB Type-C de sorte que la longueur effective de son enveloppe intégrée à la machine physique soit comprise entre 6,20 mm $\pm$ 0,20 mm;

8. L'interface de couplage du connecteur USB Type-C est définie de sorte que la connexion électrique puisse être établie sans l'enveloppe du connecteur femelle. Pour éviter que le connecteur mâle soit mal aligné lors de son insertion ou de son retrait du connecteur femelle, il convient que le boîtier soit équipé d'outils visant à guider le connecteur mâle lors de son insertion et de son retrait, lorsque l'enveloppe du connecteur femelle a été modifiée. Si la dimension spécifiée pour l'enveloppe du connecteur femelle USB Type-C a été modifiée, la dimension recommandée pour l'entrée de la languette du connecteur femelle au point d'entrée du connecteur mâle est alors de 1,5 mm au minimum lors du montage dans le système.

La présente spécification admet les configurations de connecteur femelle comprenant une enveloppe conductrice, une enveloppe non conductrice, ou aucune enveloppe. Les exigences suivantes s'appliquent aux dimensions de contact du connecteur femelle représentées en COUPE A-A et en COUPE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1:

- Si l'enveloppe du connecteur femelle est conductrice, les dimensions de contact du connecteur femelle représentées en COUPE A-A à la Figure 3-1 doivent être utilisées. Les dimensions de contact représentées en COUPE ALTERNATIVE A-A ne sont pas admises;
 - Si l'enveloppe du connecteur femelle n'est pas conductrice, les dimensions de contact du connecteur femelle représentées en COUPE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1 doivent être utilisées. Les dimensions de contact représentées en COUPE A-A ne sont pas admises;
 - Si l'enveloppe du connecteur femelle n'est pas présente, les dimensions de contact du connecteur femelle représentées en COUPE A-A ou en COUPE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1 peuvent être utilisées. Si l'enveloppe du connecteur femelle n'est pas présente et s'il est utilisé dans une implémentation qui ne fournit pas d'enveloppe conductrice, il convient alors d'utiliser un connecteur femelle dont les dimensions de contact sont représentées en COUPE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1.
9. Une carte d'accès (une carte à circuit imprimé par exemple) peut être utilisée dans le connecteur mâle USB Type-C pour gérer les terminaisons de fils et les performances électriques. Le 3.2.2.5 inclut les lignes directrices et un exemple de schéma d'une carte d'accès.
 10. La présente spécification ne définit pas les empreintes normalisées. La Figure 3-4 représente un exemple d'empreinte SMT (montage en surface) pour le connecteur femelle vertical représenté à la Figure 3-1. Des empreintes de référence supplémentaires et des configurations de montage sont données à la Figure 3-5, à la Figure 3-6, à la Figure 3-7, à la Figure 3-8, à la Figure 3-9 et à la Figure 3-10.
 11. L'enveloppe du connecteur femelle doit être reliée au plan de masse de la PCB.
 12. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
 13. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
 14. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble au niveau du connecteur femelle USB Type-C lorsqu'il est à l'état monté (p. ex., toutes les broches VBUS connectées en bus ensemble dans la PCB).

15. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble au niveau du connecteur femelle USB Type-C lorsqu'il est à l'état monté (p. ex., toutes les broches de retour à la terre connectées en bus ensemble dans la PCB).
16. Le connecteur mâle USB Type-C, alimentation uniquement, est une version vide du connecteur mâle USB Type-C Complet ou USB 2.0 Type-C. Les dimensions d'interface doivent être conformes à la Figure 3-3 ou à la Figure 3-11. Les contacts des broches CC, VBUS et GND (c'est-à-dire, A1, A4, A5, A9, A12, B1, B4, B9 et B12) doivent être présents. La présence physique de contacts dans les 15 autres points de contact est facultative. Le connecteur mâle USB Type-C, alimentation uniquement, ne doit être utilisé que sur une application à câble captif qui n'est pas un chargeur. L'implémentation de la communication Rp, Rd ou CC sur la broche A5 est exigée dans l'application.

Anglais	Français
(RETENTION SPRINGS)	(RESSORTS DE MAINTIEN)
DATUM C	RÉFÉRENCE C
(MIDDLE EMI GDN SPRING)	(RESSORTS GND EMI CENTRAUX)
(SIGNAL CONTACT PITCH)	(PAS POUR CONTACTS DU SIGNAL)
SECTION A-A	COUPE A-A
TOP AND BOTTOM CONTACTS SHALL NOT TOUCH	LES CONTACTS SUPERIEURS ET INFERIEURS NE DOIVENT PAS SE TOUCHER
GND SPRINGS	RESSORTS GND
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
SECTION B-B	COUPE B-B
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
SECTION C-C	COUPE C-C

Technical drawing of a 24-pin D-subminiature connector, showing a side view, a perspective view, and a detailed cross-section A-A.

Side View (Top Left): Shows the profile of the connector with dimensions B and A.

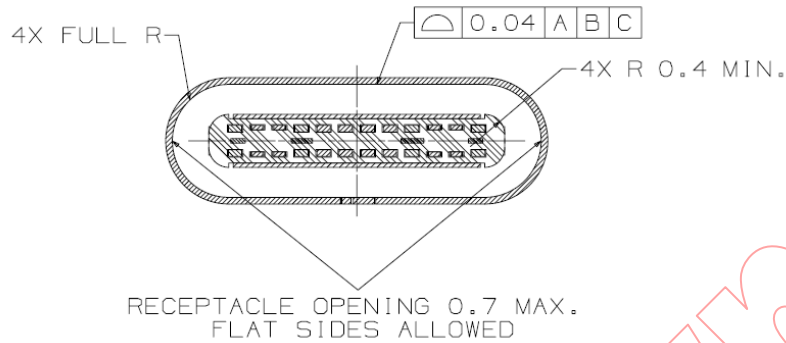
Perspective View (Top Right): Shows the connector with dimensions B.34 (+0.06/-0.02) and (0.70).

Cross-section A-A (Bottom): Detailed view of the connector's internal structure with the following dimensions and features:

- Signal Contact A11 and Signal Contact A12 (Shell Opening)
- Signal Contact B12 and Signal Contact B11
- Dimensions: 4.45 ± 0.10, 2X 3.2 ± 0.1, 2X 1.7 ± 0.1, 4X R 0.3 MAX., 2X 0.250 ± 0.025, 0.5 (Signal Contact Pitch), 1.75, 6.690 (+0.045/-0.055), 24X 0.25 ± 0.04 (Signal Contacts), 0.08 (Both Sides), 2X C 0.30 ± 0.05 X 0.75 ± 0.05, R 0.15 MAX. (All Around), (6.20), 16X 3.50 ± 0.15, 8X 0.50 ± 0.20, 2X 5.59 MIN. (Ground Plates), 2X (GND) BOTH SIDES, DATUM C.

LONGUEUR DE RÉFÉRENCE — VOIR NOTE 7.

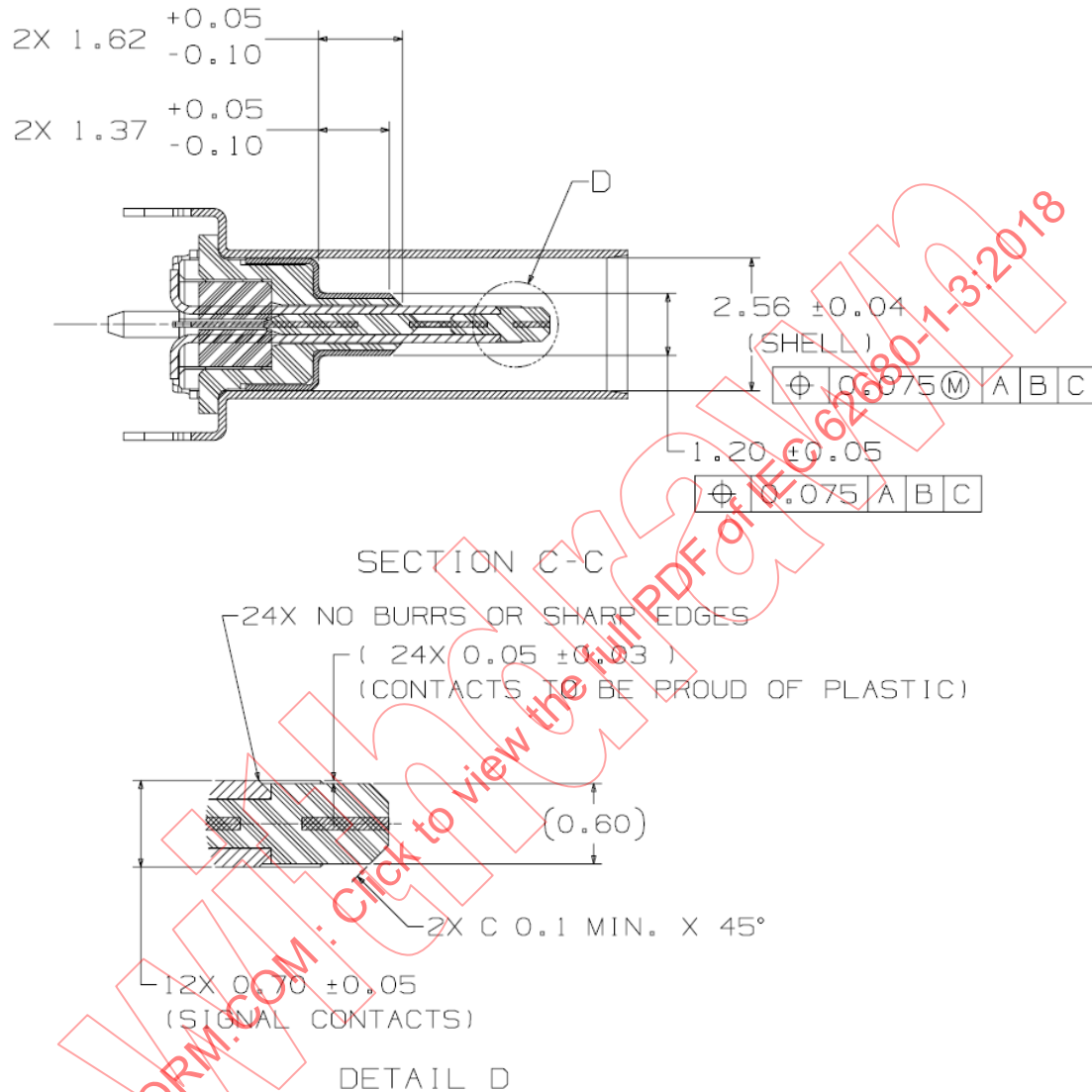
SECTION A-A



SECTION B-B

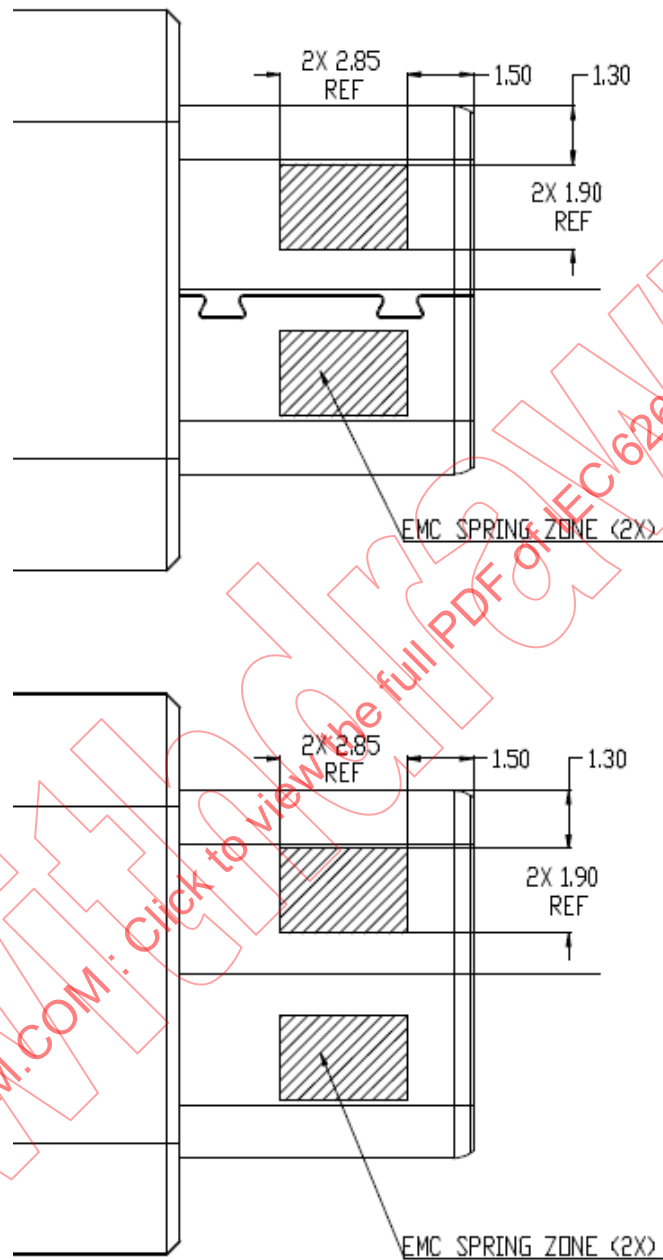
Anglais	Français
BOTH SIDES	POUR LES DEUX PAROIS
GROUND PLATES	PLAQUES GND
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
DATUM C	RÉFÉRENCE C
SIGNAL CONTACT PITCH	PAS POUR CONTACTS DU SIGNAL
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
ALTERNATE SECTION A-A	COUPE ALTERNATIVE A-A
MAX	MAX
RECEPTACLE OPENING 0.7 MAX	OUVERTURE DU CONNECTEUR FEMELLE 0,7 MAX.
FLAT SIDES ALLOWED	PAROIS PLATES ADMISES
SECTION B-B	COUPE B-B
FULL R	R COMPLET
0.04 ABC	0.04 FDR
4X R 0.4 MIN.	4X R 0.4 MIN.

Figure 3-1 – Dimensions d'interface d'un connecteur femelle USB Type-C (suite)



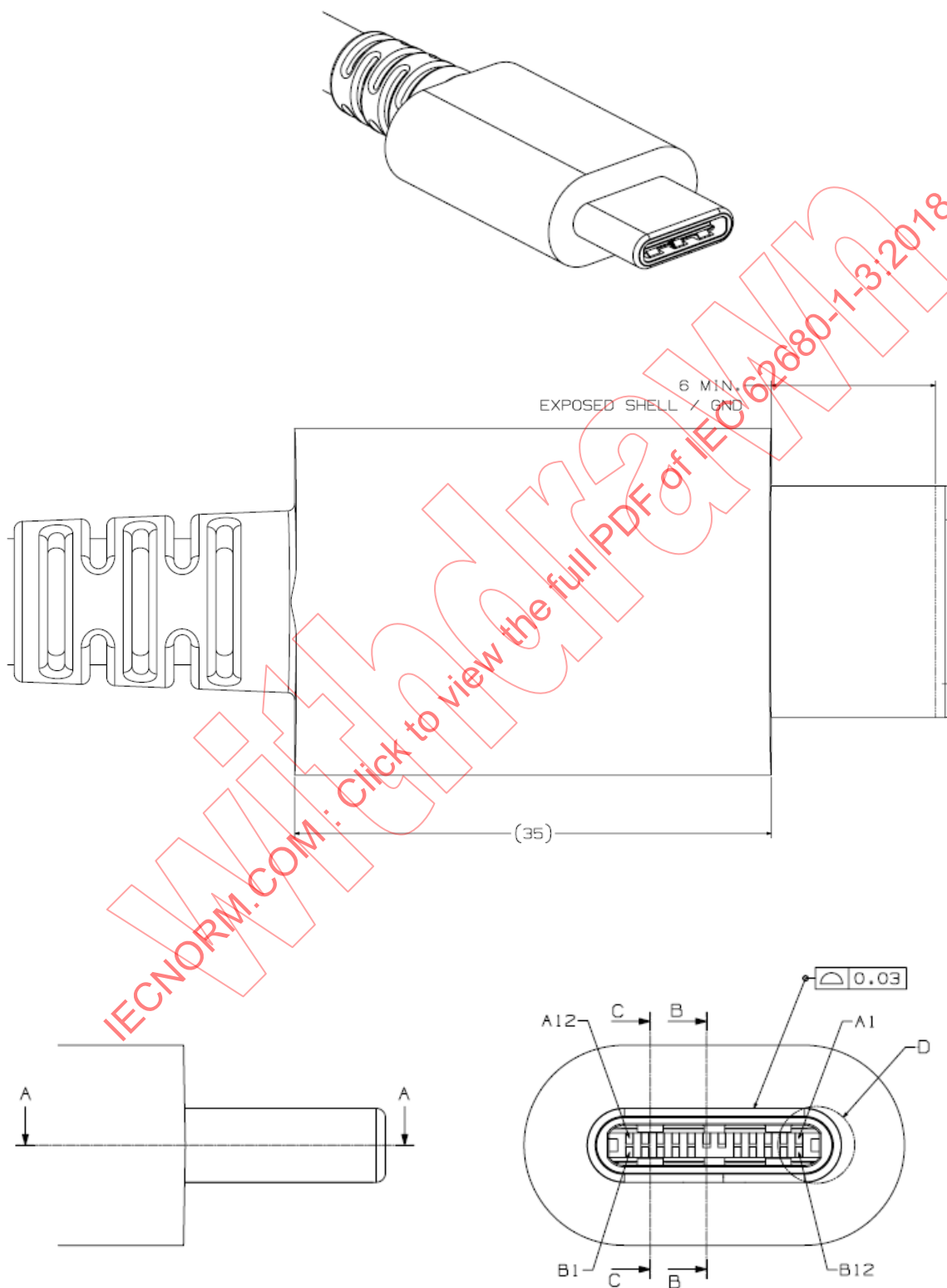
Anglais	Français
SECTION C-C	COUPE C-C
(SHELL)	(ENVELOPPE)
0.075 ABC	0.075 ABC
0.075 ABC	0.075 ABC
NO BURRS OR SHARP EDGES	BAVURE & ARÊTES TRANCHANTES INTERDITES
CONTACTS TO BE PROUD OF PLASTIC	LES CONTACTS DOIVENT DÉPASSER DU PLASTIQUE
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
DETAIL D	DÉTAIL D

Figure 3-2 – Schéma de référence des zones de contact d'un ressort CEM externe pour un connecteur mâle USB Type-C



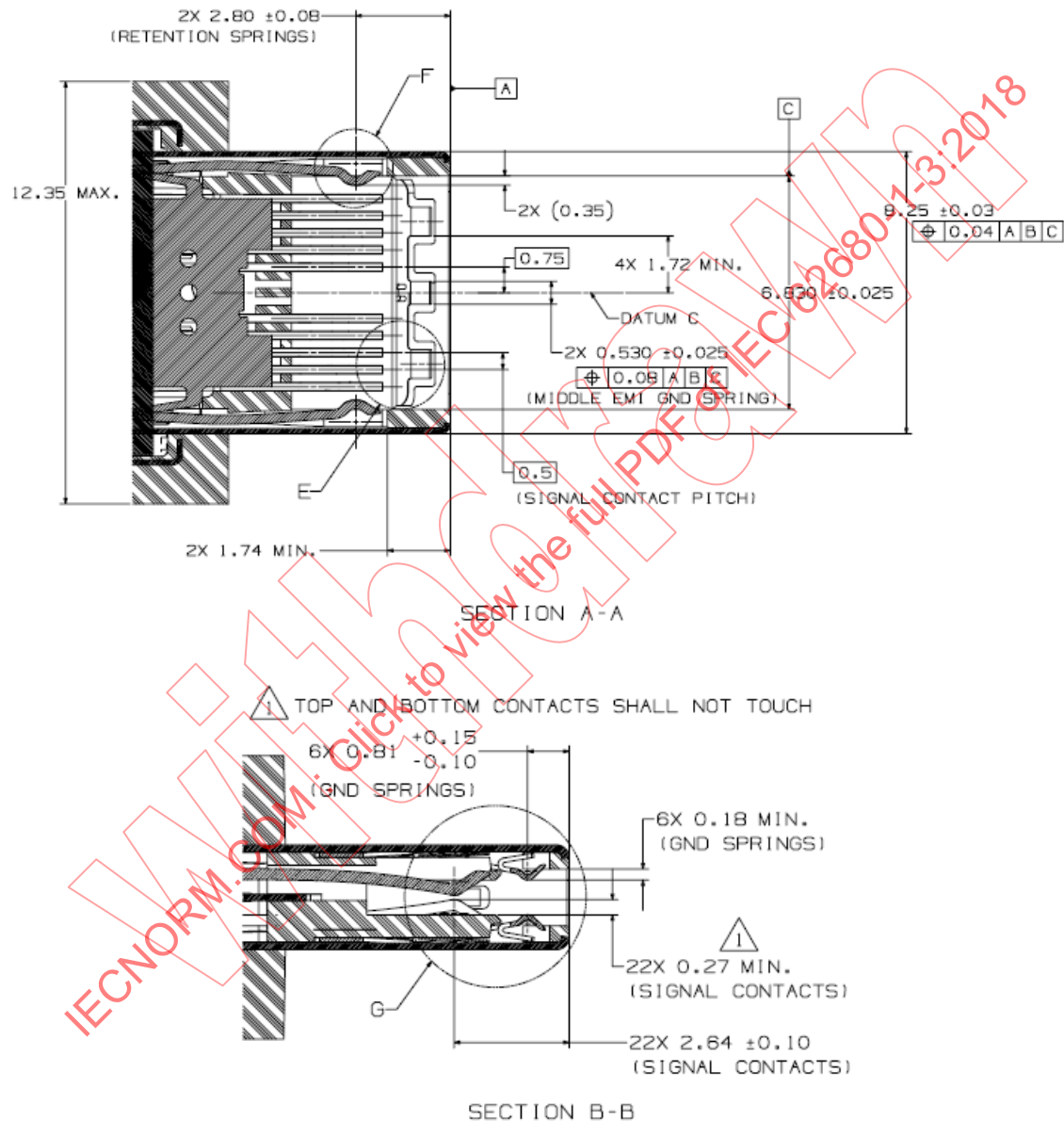
Anglais	Français
EMC SPRING ZONE (2X)	ZONE DE RESSORT CEM (X2)
REF	REF

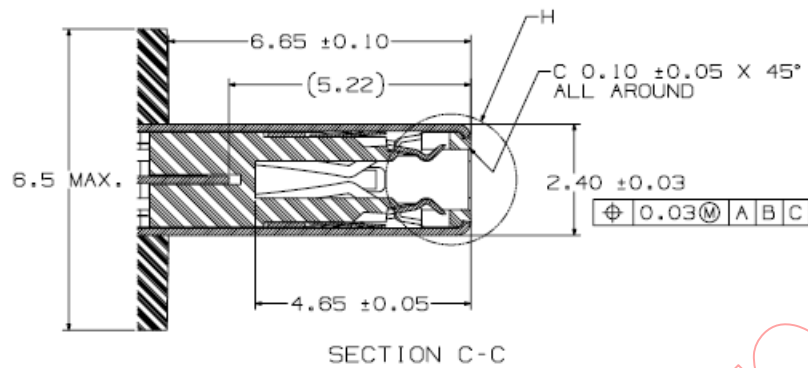
Figure 3-3 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet



Anglais	Français
EXPOSED SHELL / GND	Enveloppe / GND exposées
6 MIN	6 MIN

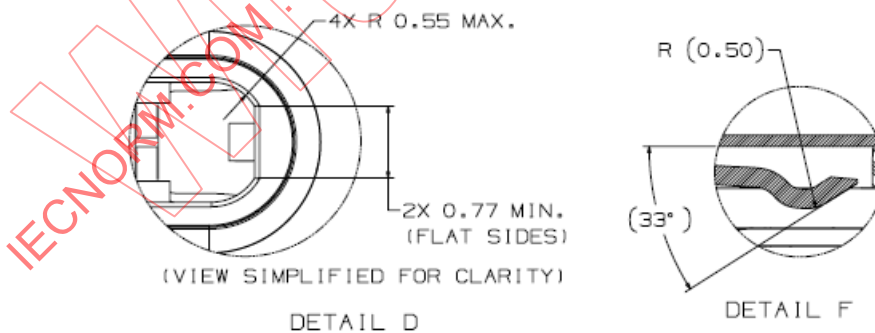
Figure 3-3 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (suite)

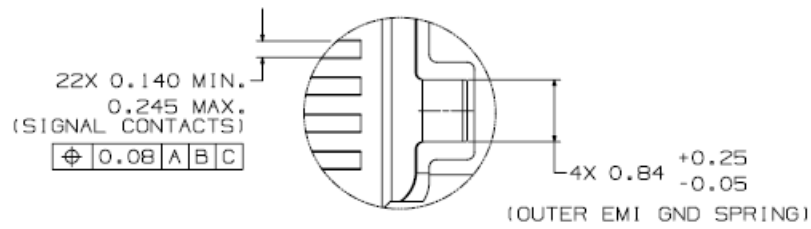




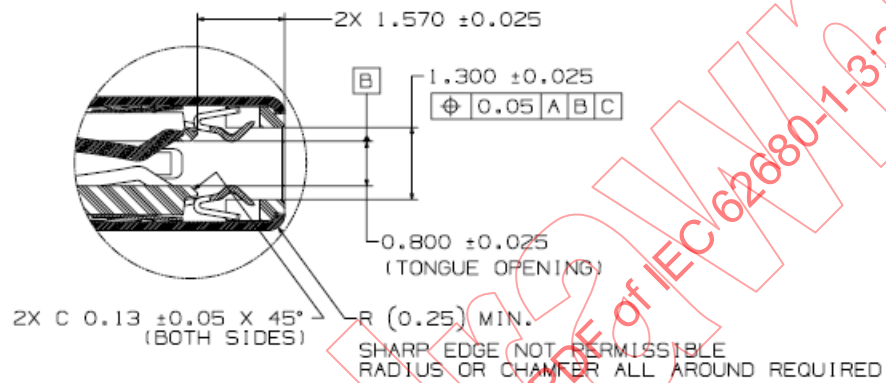
Anglais	Français
(RETENTION SPRINGS)	(RESSORTS DE MAINTIEN)
DATUM C	RÉFÉRENCE C
(MIDDLE EMI GND SPRING)	(RESSORTS GND EMI CENTRAUX)
(SIGNAL CONTACT PITCH)	(PAS POUR CONTACTS DU SIGNAL)
SECTION A-A	COUPE A-A
TOP AND BOTTOM CONTACTS SHALL NOT TOUCH	LES CONTACTS SUPÉRIEURS ET INFÉRIEURS NE DOIVENT PAS SE TOUCHER
GND SPRINGS	RESSORTS GND
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
SECTION B-B	COUPE B-B
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
SECTION C-C	COUPE C-C

Figure 3-3 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (suite)

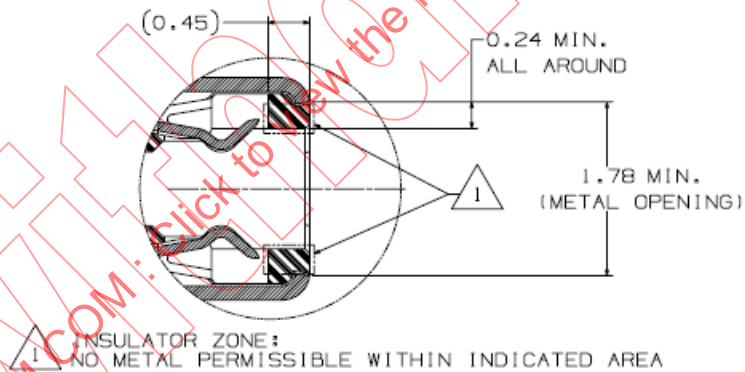




DETAIL E



DETAIL G

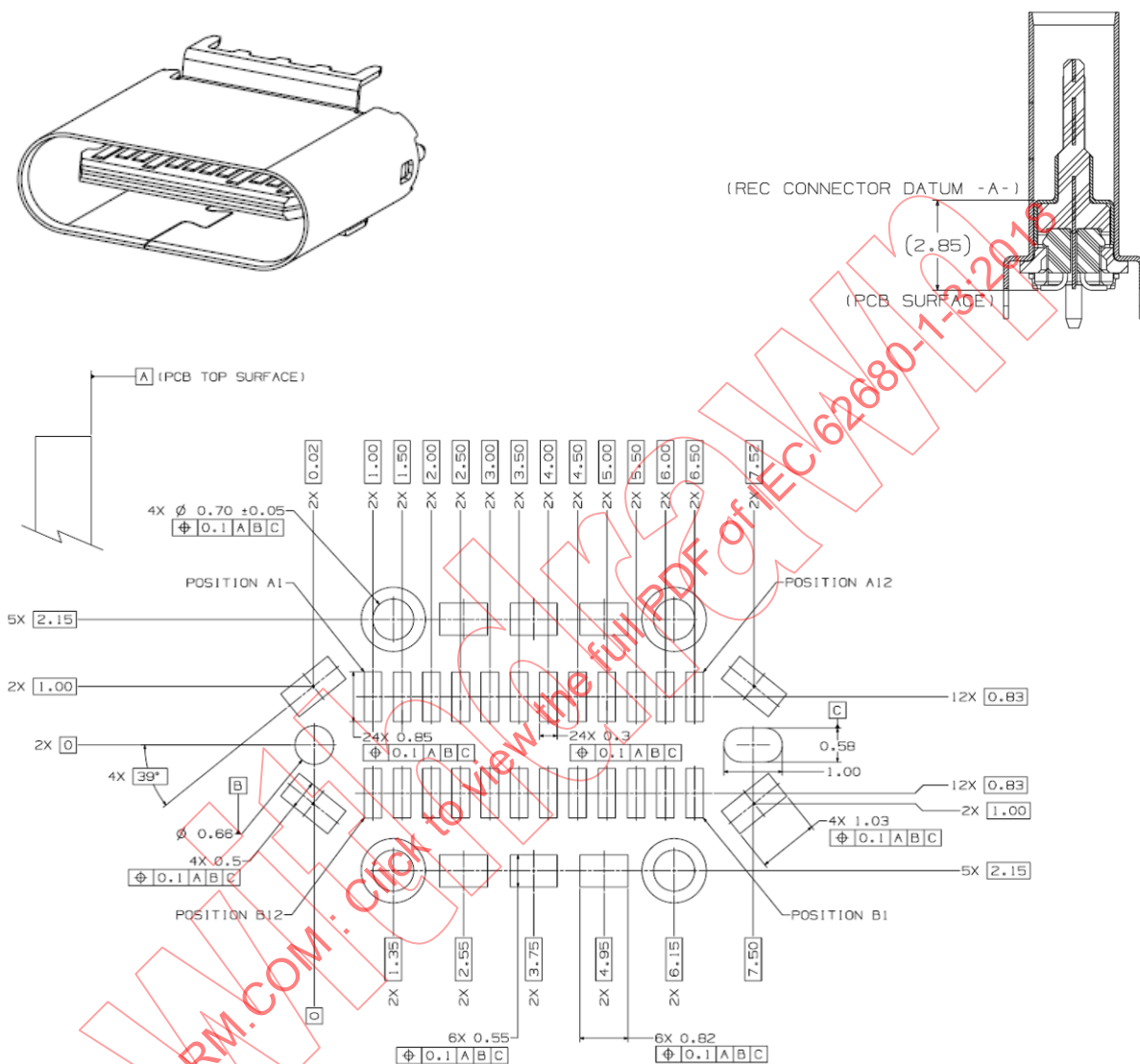


DETAIL H

Anglais	Français
(RETENTION SPRINGS)	(RESSORTS DE MAINTIEN)
DATUM C	RÉFÉRENCE C
(MIDDLE EMI GDN SPRING)	(RESSORTS GND EMI CENTRAUX)
(SIGNAL CONTACT PITCH)	(PAS POUR CONTACTS DU SIGNAL)
SECTION A-A	COUPE A-A
TOP AND BOTTOM CONTACTS SHALL NOT TOUCH	LES CONTACTS SUPERIEURS ET INFERIEURS NE DOIVENT PAS SE TOUCHER
GND SPRINGS	RESSORTS GND
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
SECTION B-B	COUPE B-B
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
SECTION C-C	COUPE C-C

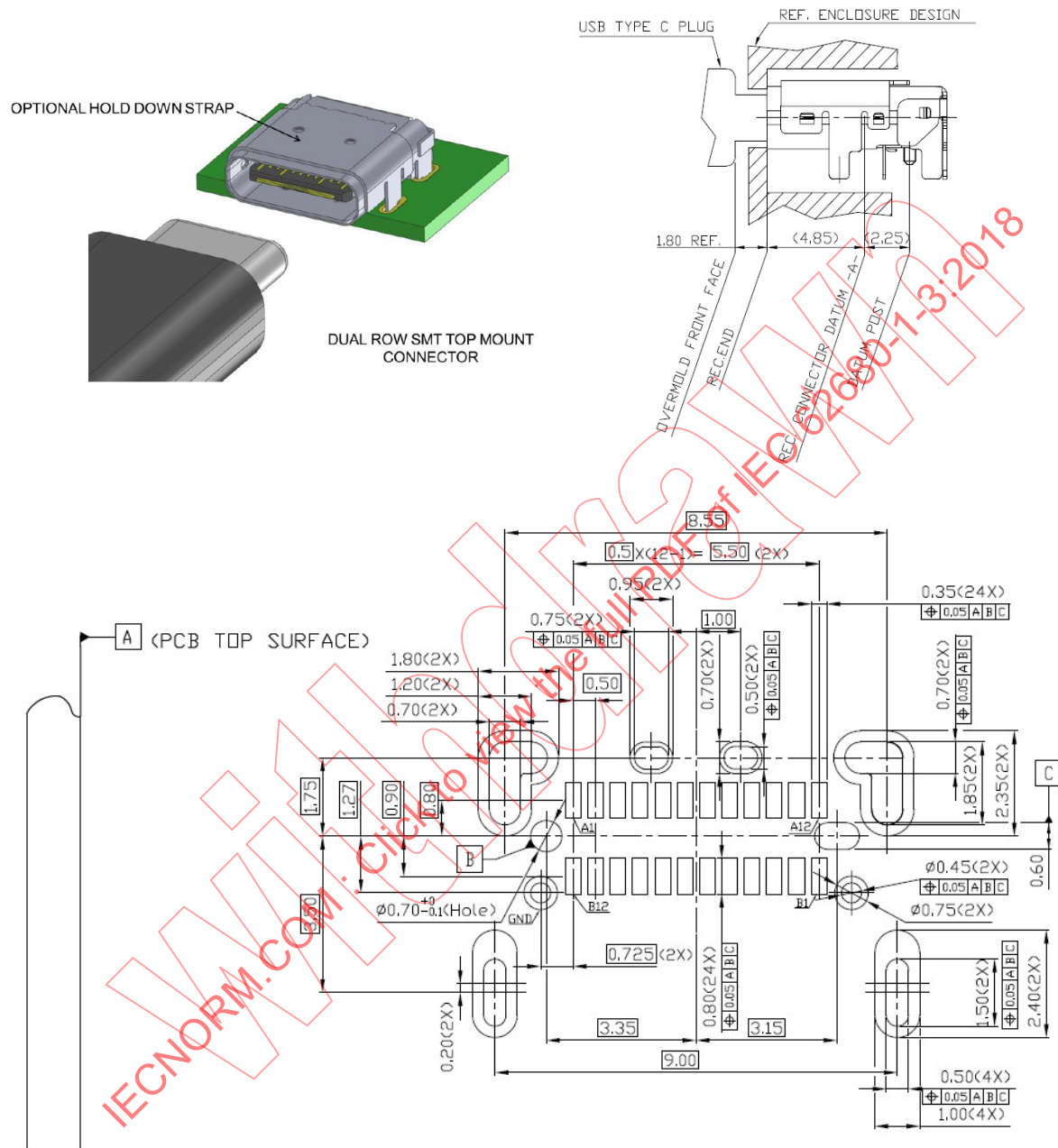
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62680-1-3:2018

Figure 3-4 – Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à la verticale (informative)



Anglais	Français
(REC CONNECTOR DATUM -A-)	(CONNEXION DU CONNECTEUR FEMELLE RÉFÉRENCE -A-)
PCB SURFACE	SURFACE PCB
PCB TOP SURFACE	SURFACE PCB SUPERIEURE
POSITION A1	POSITION A1
POSITION B12	POSITION B12
POSITION A12	POSITION A12
POSITION B1	POSITION B1

Figure 3-5 – Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C monté à angle droit, en surface et sur deux rangées (informative)



Anglais	Français
OPTIONAL HOLD DOWN STRAP	BRIDE DE MAINTIEN FACULTATIVE
DUAL ROW SMT TOP MOUNT CONNECTOR	CONNECTEUR POUR FIXATION EN DOUBLE ANNEAU
OVERMOLD FRONT FACE	VUE DE FACE DU SURMOULAGE
PCB TOP SURFACE	SURFACE PCB SUPERIEURE
HOLE	TROU

Receptacle Connector Datum A

Datum Post

(3.00)

0.30±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

0.50±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

0.30±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

0.70±0.03
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

0.23

0.50 TYP.

2.35

1.55

0.66

0.95±0.05

0.65±0.025

0.00

0.65

0.53

1.35

0.80

1.20

2.00

2.80

3.20

4.00

5.20

6.00

6.40

7.20

7.73

1.25

0.65±0.025

0.40±0.05
 $\varnothing 0.05$ A B C
 12 PLACES

1.10±0.05
 $\varnothing 0.10$ A B C
 4 PLACES

0.89

0.50±0.05
 $\varnothing 0.05$ A B C
 4 PLACES

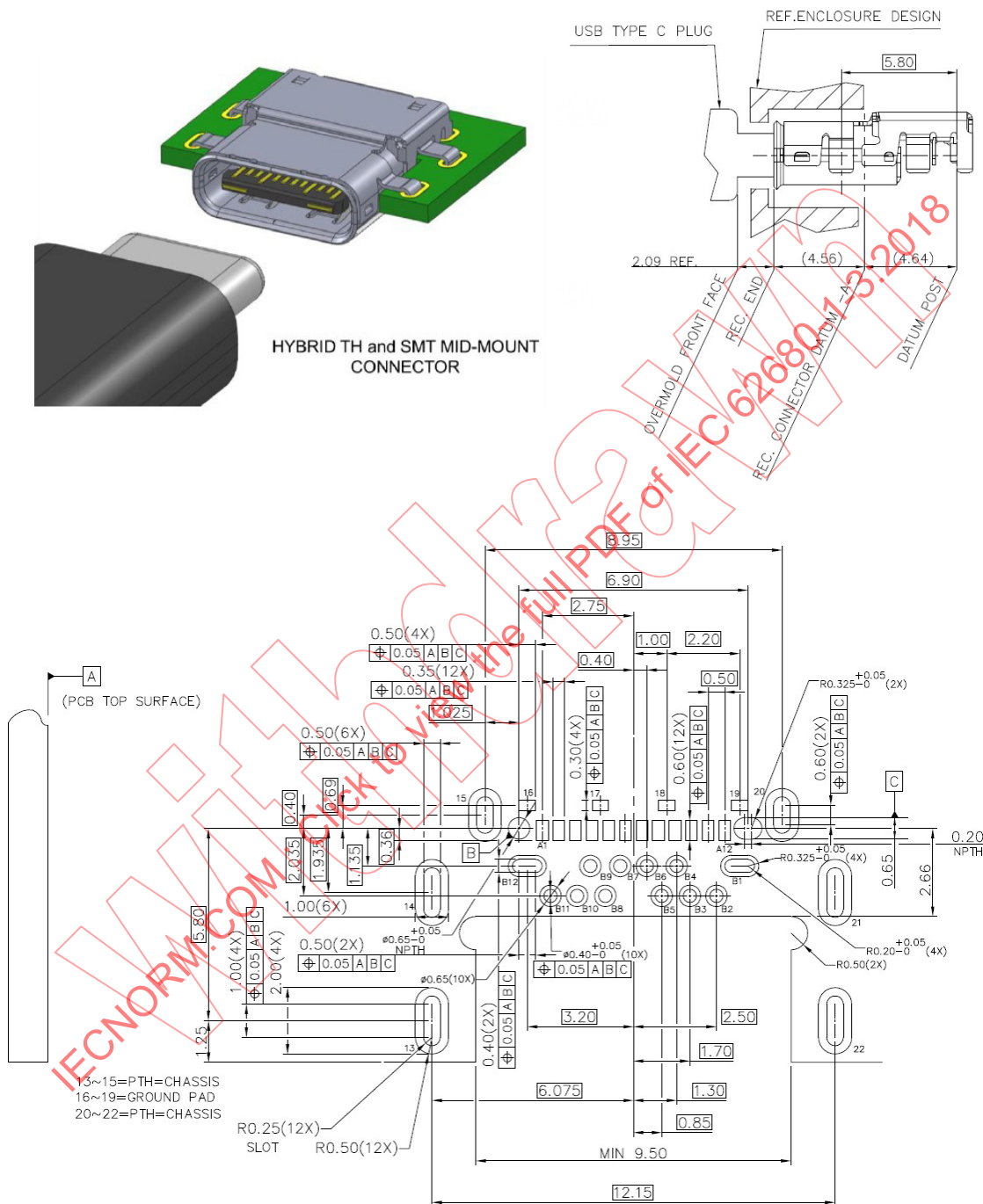
7.20

0.10 MIN. ANNULAR RING TYP.

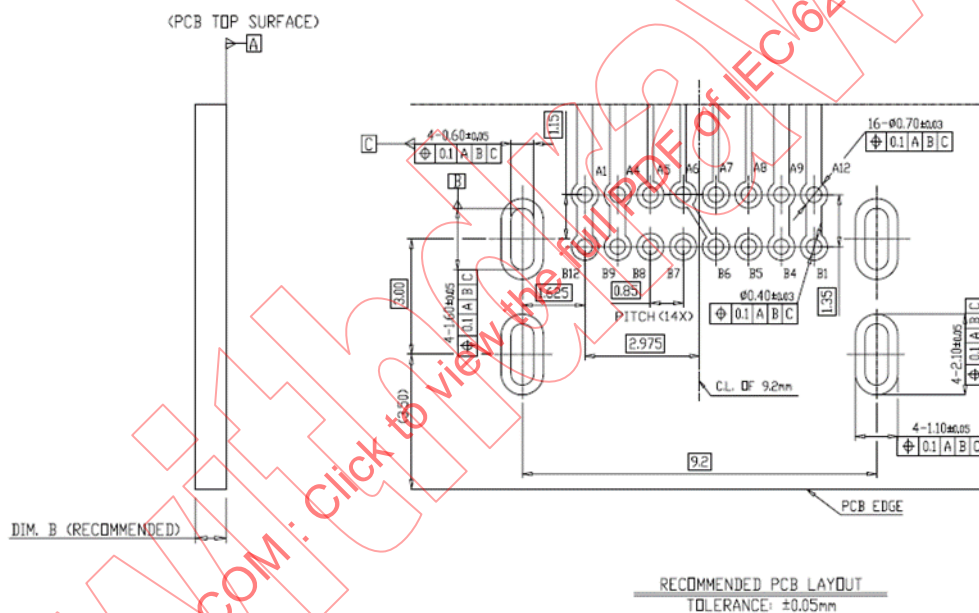
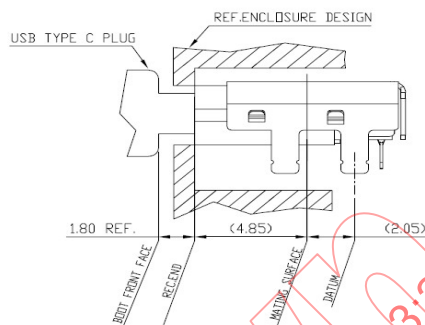
8.09

Anglais	Français
Receptacle connector	Connexion du connecteur femelle
Datum A	Référence A
Datum Post	Tampon Référence
PLACES	EMPLACEMENTS
MIN. ANNULAR RING TYP.	MIN. TYPOLOGIE DE BAGUE

Figure 3-8 – Empreinte de référence d'un connecteur femelle USB Type-C hybride monté au centre (informative)



Anglais	Français
HYBRID TH and SMT MID-MONT CONNECTOR	TH HYBRIDE ET CONNECTEUR SMT POUR MONTAGE CENTRAL
USB TYPE C PLUG	CONNECTEUR MÂLE USB TYPE-C
REF. ENCLOSURE DESIGN	REF CONCEPTION DE L'ENVELOPPE
OVERMOLD FRONT FACE	VUE DE FACE DU SURMOULAGE
REC. END	CONNECTEUR FEMELLE TERMINAISON
REF. ENCLOSURE DESIGN	REF CONCEPTION DE L'ENVELOPPE
REC. CONNECTOR DATUM -A-	CONNECTEUR FEMELLE CONNEXION DU CONNECTEUR FEMELLE RÉFÉRENCE -A-
DATUM POST	TAMPON RÉFÉRENCE
PCB TOP SURFACE	SURFACE PCB SUPERIEURE
PTH=CHASSIS	PTH=CHÂSSIS
GROUND PAD	PATIN GND
PTH CHASSIS	TROU MÉTALLISÉ DU CHÂSSIS
SLOT	LOGEMENT



Anglais	Français
REF ENCLOSURE DESIGN	CONCEPTION DE L'ENVELOPPE DE RÉFÉRENCE
USB TYPE C PLUG	CONNECTEUR MÂLE USB TYPE-C
BOOT FRONT FACE	VUE DE FACE DE
RECEND	TERMINAISON DU CONNECTEUR FEMELLE
MATING SURFACE	SURFACE DE COUPLAGE
DATUM	RÉFÉRENCE
PCB TOP SURFACE	SURFACE PCB SUPERIEURE
DIM. B (RECOMMENDED)	DIM. B (RECOMMANDE)
RECOMMENDED PCB LAYOUT	AGENCEMENT PCB RECOMMANDE
TOLERANCE	TOLÉRANCE

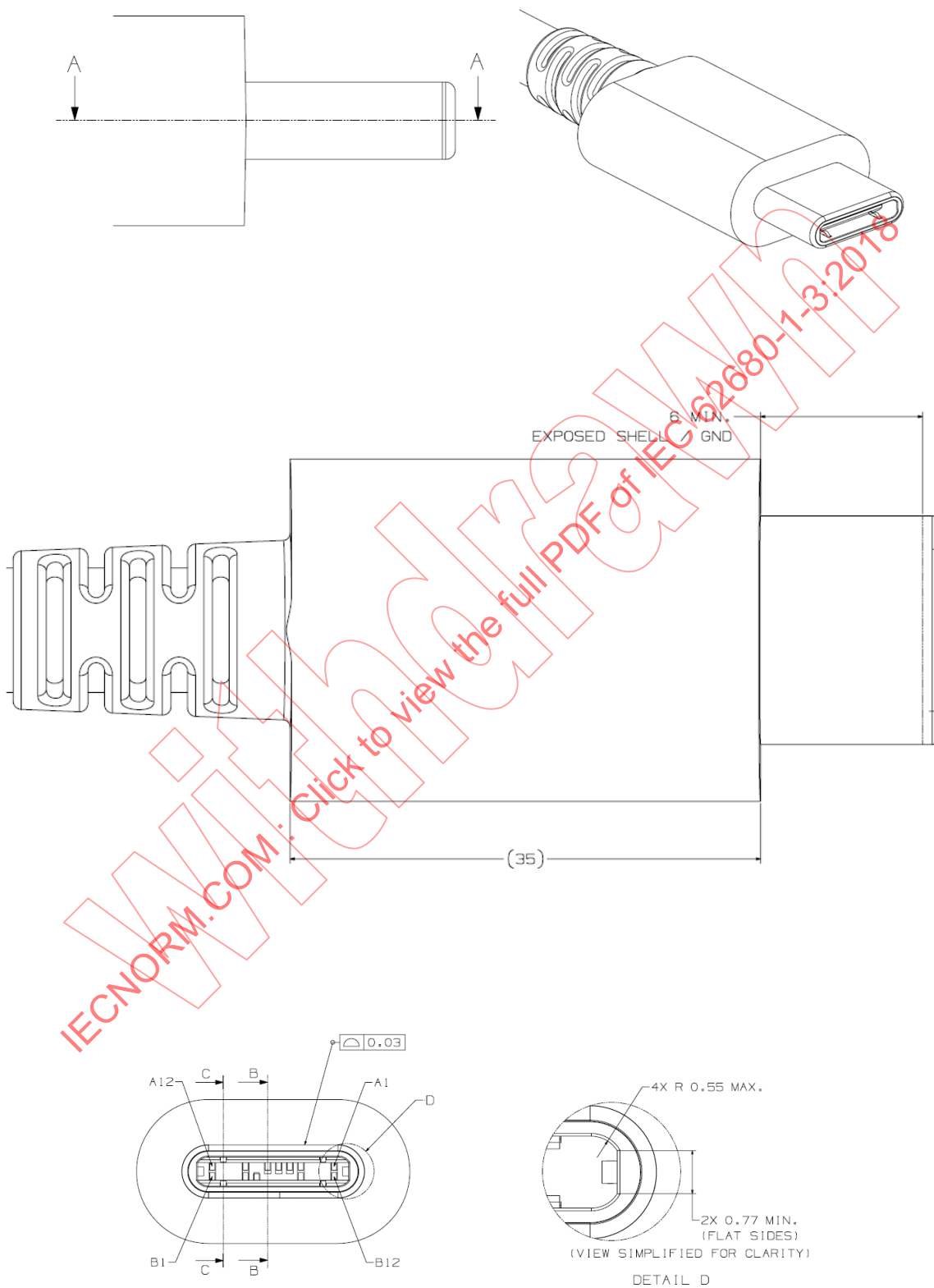
Figure 1: Recommended PCB layout for the receptacle. The figure includes a 3D perspective view of the receptacle on a green PCB, a cross-sectional view showing the plug and receptacle alignment, and a detailed top-down layout of the PCB. The layout shows 12 pins with labels A1/B12, A4/B9, A5, B7, B6, B5, A9/B4, A6, A7, A8, A12/B1, and B8. Dimensions include a total width of 6.20mm, a pitch of 0.50mm (7x) and 0.75mm (2x), and various positional tolerances. A large red watermark 'IECNORM.COM' is overlaid diagonally across the image.

Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
RECEPTACLE	CONNECTEUR FEMELLE
PANEL FRONT FACE	VUE DE FACE DU PANNEAU
PLUG OVERMOLD	SURMOULAGE DU CONNECTEUR MÂLE
RECEPTACLE FACE	FACE DU CONNECTEUR FEMELLE
RECEPTACLE CONNECTOR DATUM -A-	CONNEXION DU CONNECTEUR FEMELLE RÉFÉRENCE -A-
PCB TOP SURFACE	SURFACE PCB SUPÉRIEURE
DIM.B (RECOMMENDED)	DIM. B (RECOMMANDÉE)
PCB EDGE	ARÊTE PCB
RECOMMENDED PCB LAYOUT	AGENCEMENT PCB RECOMMANDÉ
TOLERANCE	TOLÉRANCE

La présente spécification exige que tous les contacts soient présents dans l'interface de couplage du connecteur femelle USB Type-C Complet et que tous les contacts, à l'exception des signaux *USB 3.1* (c'est-à-dire, A2, A3, A10, A11, B2, B3, B10 et B11), soient présents dans l'interface de couplage du connecteur femelle *USB 2.0* Type-C; elle permet toutefois au connecteur mâle d'inclure uniquement les contacts exigés pour la fonctionnalité *USB PD* et *USB 2.0* des applications qui ne prennent en charge que l'*USB 2.0*. Le connecteur mâle *USB 2.0* Type-C est représenté à la Figure 3-11. Les simplifications de conception suivantes ne peuvent être appliquées que si l'*USB 2.0* est prise en charge:

- Seuls les contacts nécessaires à la prise en charge de l'*USB PD* et de l'*USB 2.0* sont exigés pour le connecteur mâle. Tous les autres emplacements de broche peuvent être vidés. Voir Tableau 3-5. Il est exigé que tous les contacts soient présents dans l'interface de couplage du connecteur femelle USB Type-C.
- Contrairement au connecteur mâle USB Type-C Complet, les ressorts CEM internes peuvent être formés à partir de la même bande que les contacts de signal, d'alimentation et de mise à la terre. Les ressorts CEM internes sont en contact avec la surface interne de l'enveloppe du connecteur mâle et sont couplés avec les plaques CEM du connecteur femelle lorsque le connecteur mâle est installé dans le connecteur femelle. Sinon, le connecteur mâle *USB 2.0* Type-C peut utiliser la même configuration de ressort CEM que celle définie pour le connecteur mâle USB Type-C Complet. Les quatre emplacements des ressorts CEM pour le connecteur mâle *USB 2.0* Type-C sont définis à la Figure 3-11. La configuration alternative qui utilise les six emplacements de ressort est définie à la Figure 3-1. Pour plus de précisions, se référer aussi aux schémas de référence en 3.2.2.3.
- Une carte d'accès peut ne pas être nécessaire à l'intérieur du connecteur mâle si les fils sont directement branchés aux broches de contact.

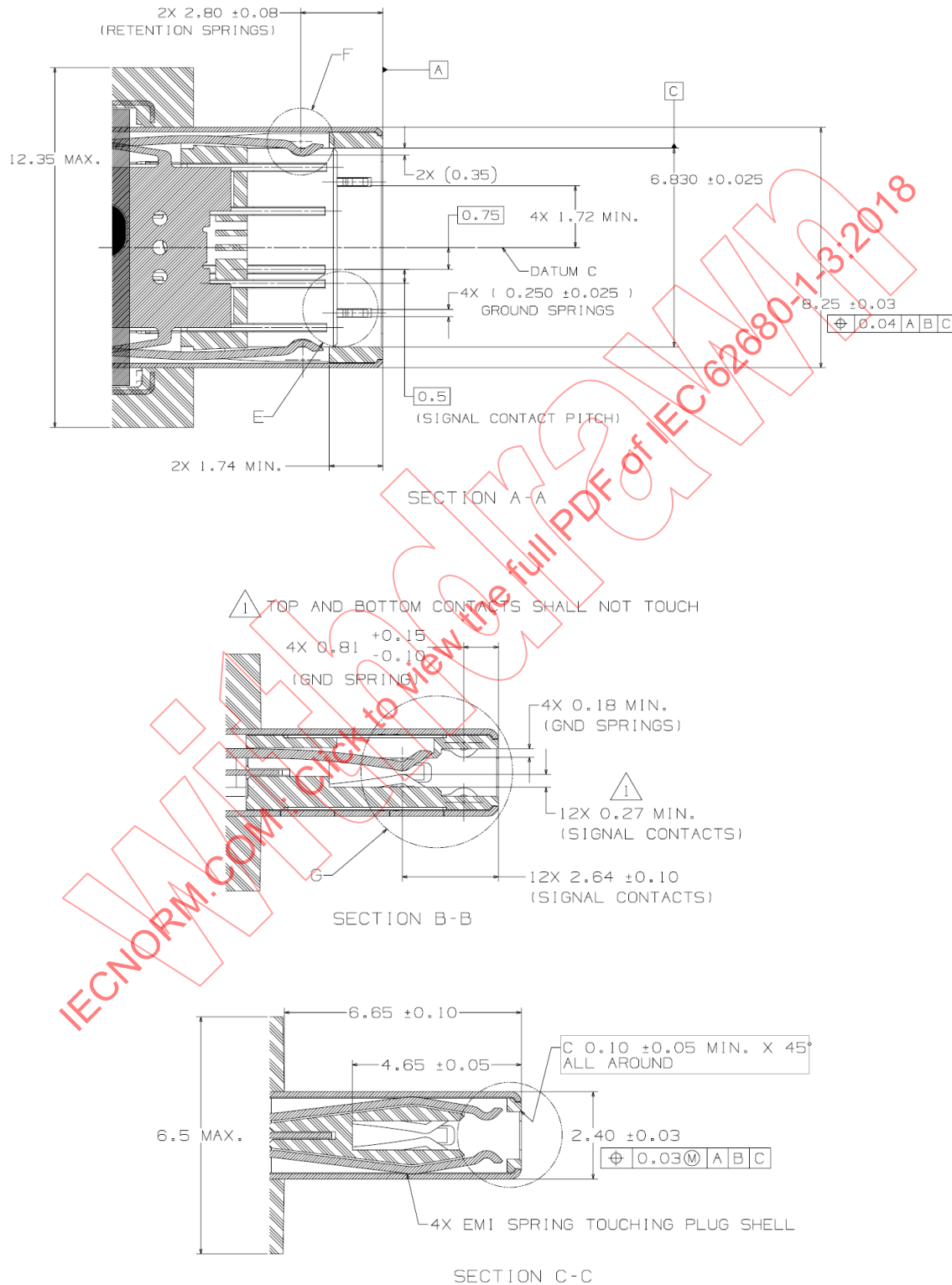
Figure 3-11 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB 2.0 Type-C



Anglais	Français
EXPOSED SHELL / GND	ENVELOPPE / GND EXPOSÉES
(FLAT SIDES)	(PAROIS PLATES)
(VIEW SIMPLIFIED FOR CLARITY)	(VUE SIMPLIFIÉE POUR UNE MEILLEURE LISIBILITÉ)
DETAIL D	DÉTAIL D

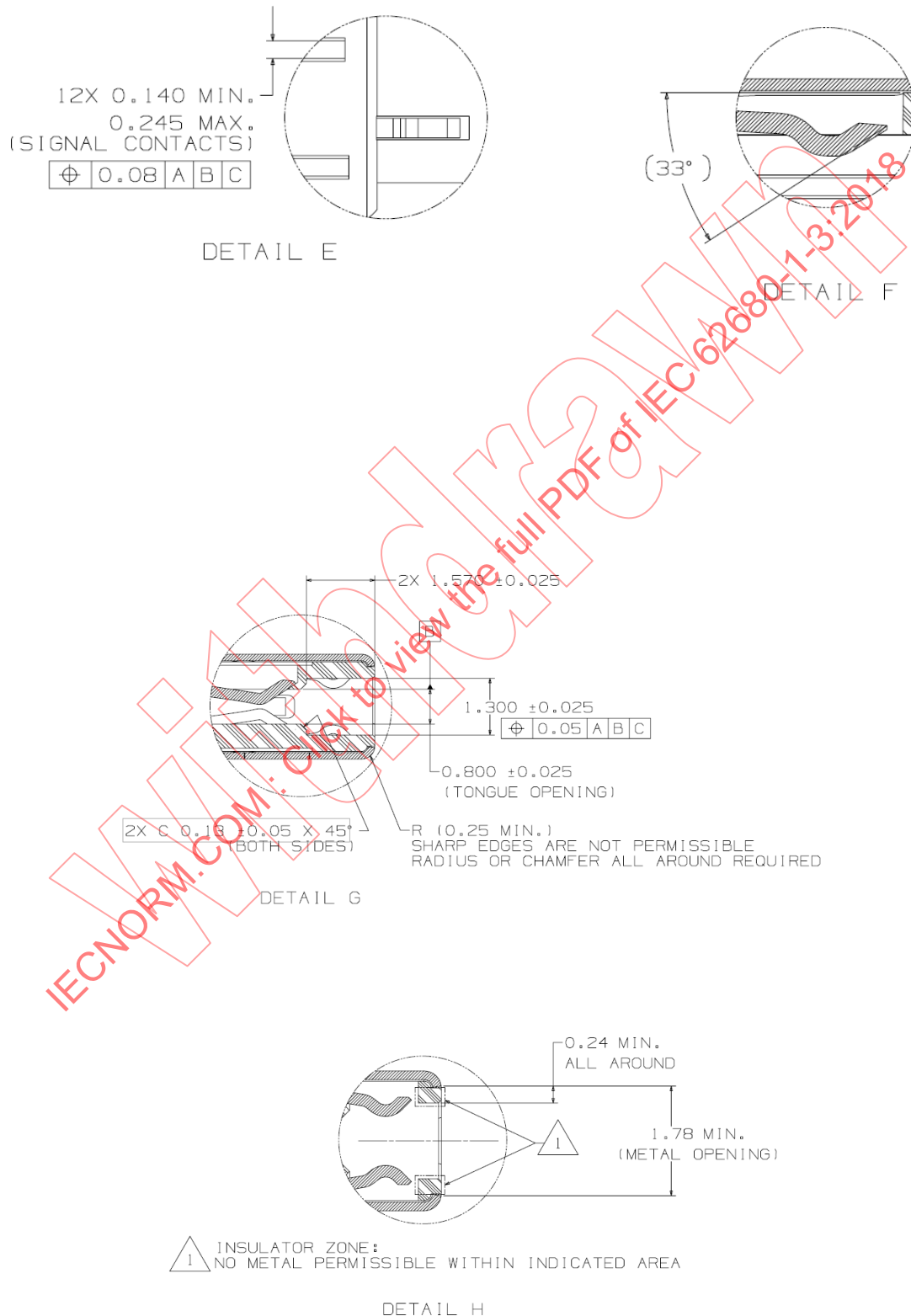
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62680-1-3:2018

Figure 3-11 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB 2.0 Type-C (suite)



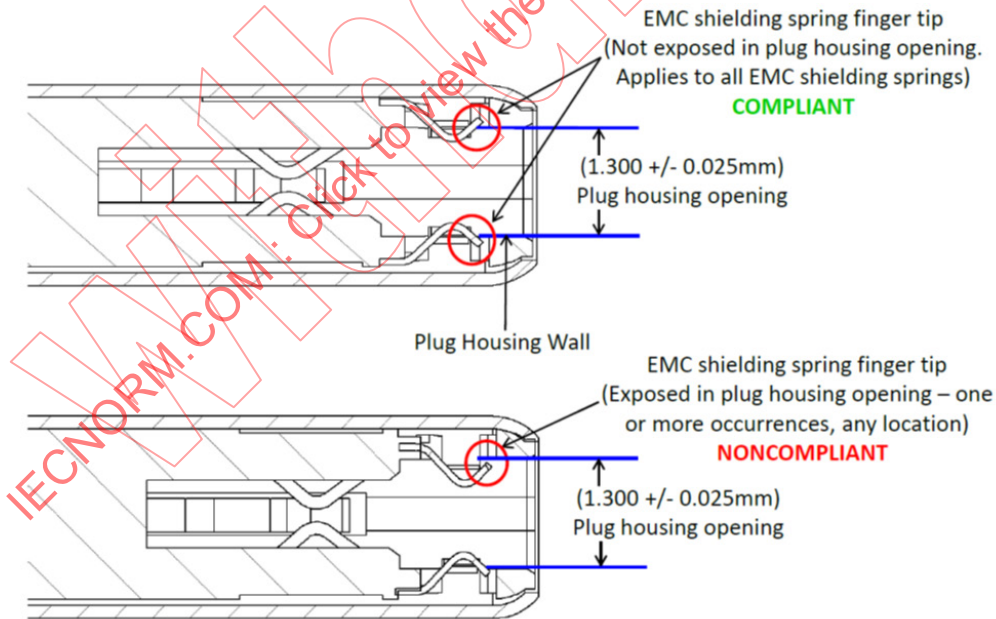
Anglais	Français
(RETENTION SPRINGS)	(RESSORTS DE MAINTIEN)
(GROUND SPRINGS)	(RESSORTS GND)
(SIGNAL CONTACT PITCH)	(PAS POUR CONTACTS DU SIGNAL)
SECTION A-A	COUPE A-A
TOP AND BOTTOM CONTACTS SHALL NOT TOUCH	LES CONTACTS SUPERIEURS ET INFERIEURS NE DOIVENT PAS SE TOUCHER
GND SPRINGS	RESSORTS GND
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
SECTION B-B	COUPE B-B
AMI SPRING TOUCHING PLUG SHELL	RESSORT AMI EN CONTACT AVEC L'ENVELOPPE DU CONNECTEUR MÂLE
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
SECTION C-C	COUPE C-C

Figure 3-11 – Dimensions d'interface d'un connecteur mâle USB 2.0 Type-C (suite)



Anglais	Français
SIGNAL CONTACTS	CONTACTS DU SIGNAL
DETAIL E	DÉTAIL E
DETAIL F	DÉTAIL F
TONGUE OPENING	OUVERTURE DE LA LANGUETTE
BOTH SIDES	POUR LES DEUX PAROIS
DETAIL G	DÉTAIL G
SHARP EDGES ARE NOT PERMISSIBLE RADIUS OR CHAMFER ALL AROUND REQUIRED	LES ARÊTES TRANCHANTES NE SONT PAS ADMISES FRAISAGE OU CHANFREIN EXIGES SUR TOUT LE POURTOUR
ALL AROUND	SUR TOUT LE POURTOUR
(METAL OPENING)	(OUVERTURE MÉTALLIQUE)
INSULATOR ZONE:	ZONE D'ISOLATION :
NO METAL PERMISSIBLE WITHIN INDICATED AREA	AUCUN METAL N'EST ADMIS À L'INTERIEUR DE LA ZONE SPECIFIÉE
DETAIL H	DÉTAIL H

Figure 3-12 – Exigences concernant la pointe du ressort d'écrantage CEM d'un connecteur mâle USB Type-C



Anglais	Français
EMC shielding spring finger tip (Not exposed in plug housing opening. Applies to all EMC shielding springs)	Pointe du ressort d'écrantage CEM (Non exposé par l'ouverture du boîtier du connecteur mâle. S'applique à tous les ressorts d'écrantage CEM)
COMPLIANT	CONFORME
Plug housing opening	Ouverture du boîtier du connecteur mâle

Plug Housing Wall	Paroi du boîtier du connecteur mâle
EMC shielding spring finger tip (Exposed in plug housing opening – one or more occurrences, any location)	Pointe du ressort d'écrantage CEM (Exposé par l'ouverture du boîtier du connecteur mâle - une ou plusieurs occurrences, tout emplacement)
NON COMPLIANT	NON CONFORME

3.2.2 Schémas de référence

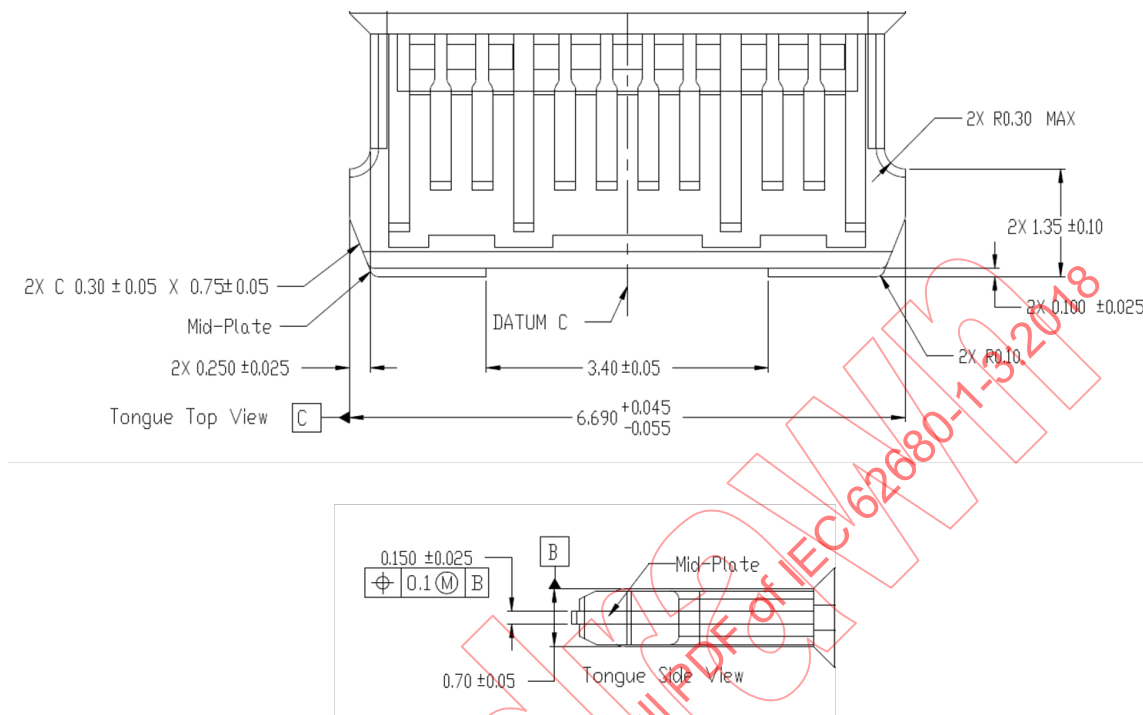
Le présent fournit des schémas de référence pour certaines caractéristiques essentielles du connecteur USB Type-C. Les schémas de référence sont fournis à fin d'exemple de conception admise. Elles ne sont pas normatives.

3.2.2.1 Plaque médiane du connecteur femelle (informative)

Les signaux situés entre la partie supérieure et la partie inférieure de la languette du connecteur femelle sont isolés par une plaque médiane à l'intérieur de la languette. La Figure 3-13 représente un schéma de référence de la plaque médiane. Il est important de prêter attention aux caractéristiques suivantes de la plaque médiane:

- il convient de contrôler avec précision la distance entre les contacts de signal et la plaque médiane. En effet, la variation de cette distance peut avoir un impact significatif sur l'impédance du connecteur;
- dans ce schéma, la plaque médiane dépasse légèrement de la surface avant de la languette, afin de la protéger de tout dommage provoqué par une mauvaise insertion de petits objets dans le connecteur femelle;
- il est exigé que la plaque médiane soit directement reliée à la terre de la PCB en au moins deux points de mise à la terre;
- les côtés de la plaque médiane sont couplés avec le système latéral de fermeture du connecteur mâle, ce qui permet de réduire les perturbations électromagnétiques par un raccordement à la terre. Des finitions de surface appropriées sont nécessaires sur les surfaces où se trouvent le système latéral de fermeture et les connexions de plaque médiane.

Figure 3-13 – Schéma de référence d'une plaque médiane de connecteur femelle

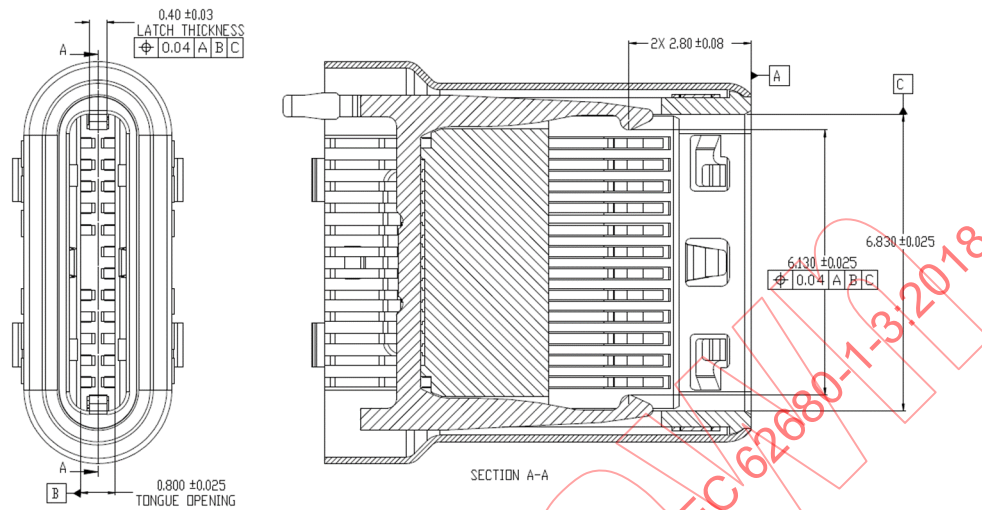


Anglais	Français
Mid-Plate	Plaque médiane
Tongue Top View	Vue supérieure de la languette
Datum C	Référence C
Tongue Side View	Vue latérale de la languette

3.2.2.2 Système latéral de fermeture (informatif)

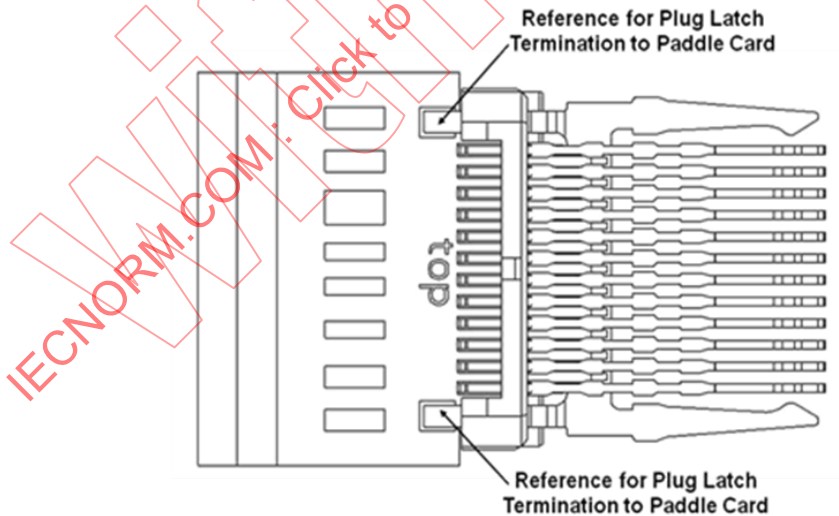
Le système latéral de fermeture (verrous de maintien) se situe à l'intérieur du connecteur mâle. La Figure 3-14 représente un schéma de référence pour un système latéral de fermeture. Il convient que le système latéral de fermeture du connecteur mâle soit en contact avec la plaque médiane du connecteur femelle, afin de fournir un chemin de retour à la terre supplémentaire.

Figure 3-14 – Schéma de référence d'un système latéral de fermeture



Anglais	Français
LATCH THICKNESS	ÉPAISSEUR DU SYSTÈME DE FERMETURE
TONGUE OPENING	OUVERTURE DE LA LANGUETTE
SECTION A-A	COUPE A-A

Figure 3-15 – Représentation du verrou soudé à la terre de la carte d'accès

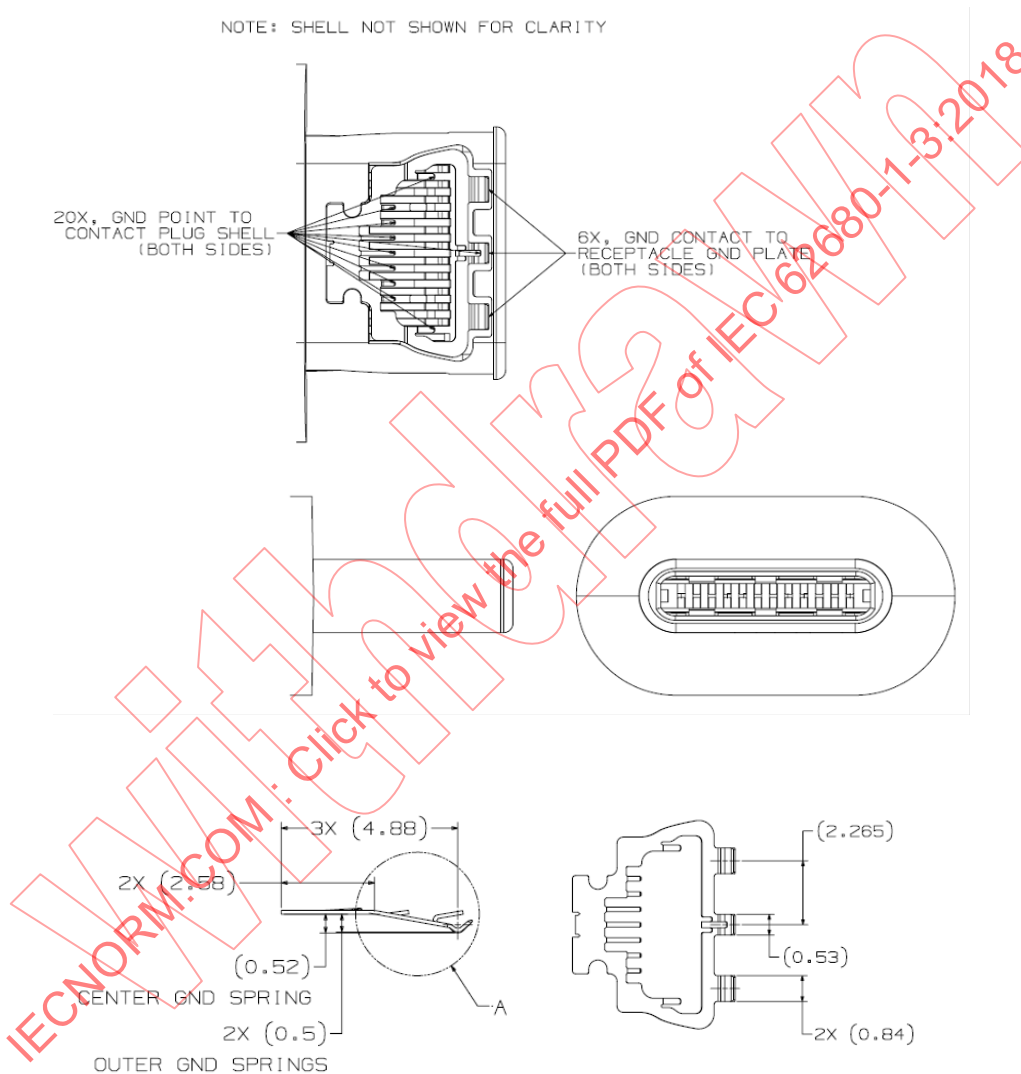


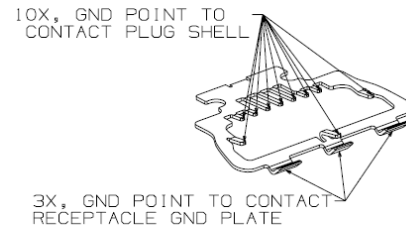
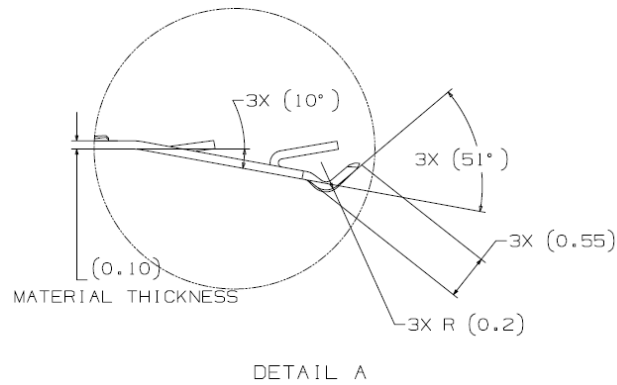
Anglais	Français
Reference for Plug Latch Termination to Paddle Card	Référence pour système de fermeture (connecteur mâle)
	Terminaison vers Carte d'accès

3.2.2.3 Ressorts et plaques CEM internes (informatifs)

La **Figure 3-16** est un schéma de référence du ressort CEM interne, situé à l'intérieur du connecteur mâle USB Type-C Complet. La Figure 3-17 est un schéma de référence du ressort CEM interne situé à l'intérieur du connecteur mâle *USB 2.0* Type-C.

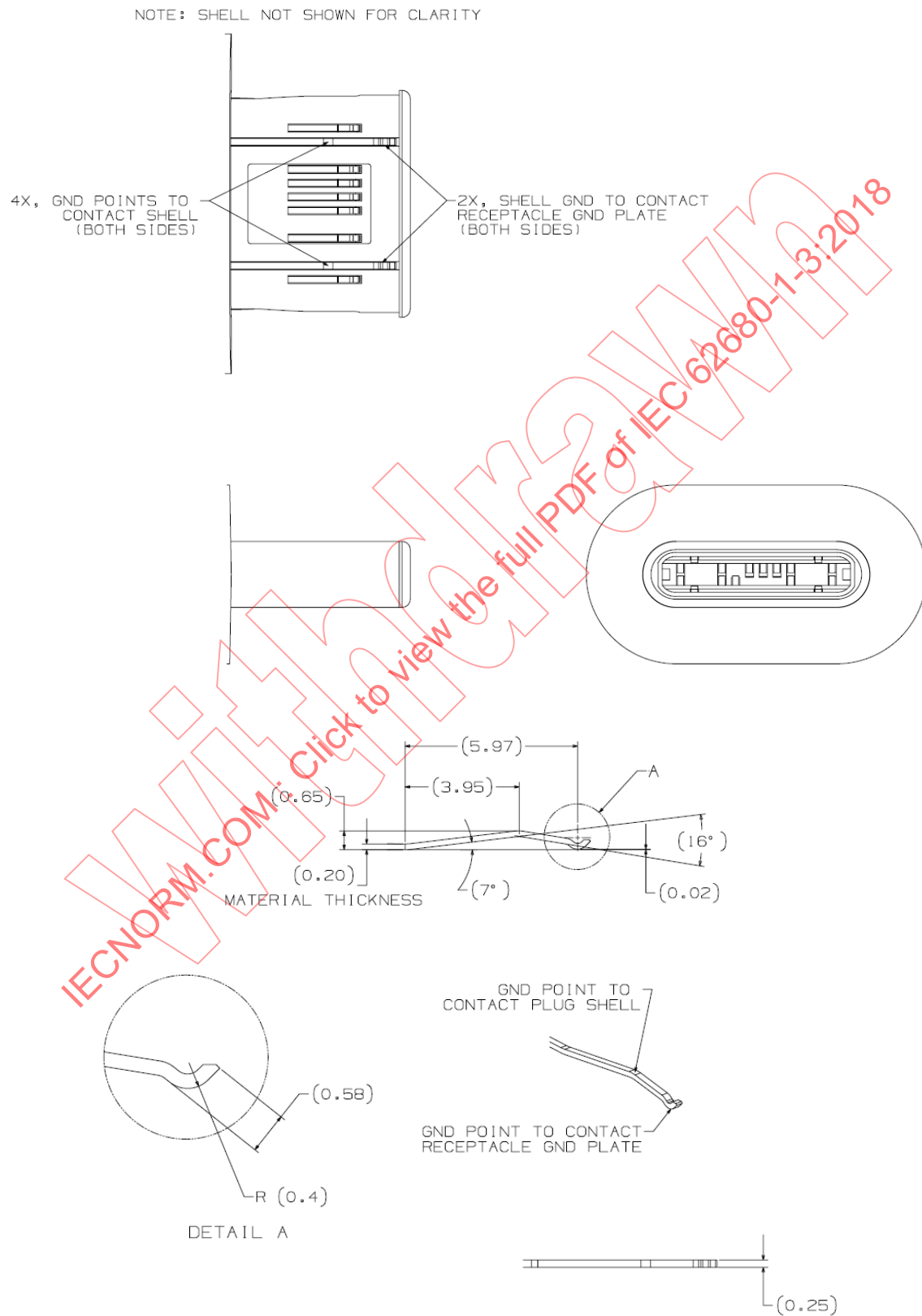
Figure 3-16 – Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle USB Type-C Complet





Anglais	Français
NOTE: SHELL NO SHOWN FOR CLARITY	NOTE: ENVELOPPE NON REPRÉSENTÉE POUR UNE MEILLEURE LISIBILITÉ
20X, GND POINT TO CONTACT PLUG SHELL (BOTH SIDES)	20X, POINT GND VERS CONTACT DE L'ENVELOPPE DU CONNECTEUR MÂLE (POUR LES DEUX CÔTÉS)
6X, GND CONTACT TO RECEPTACLE GND PLATE (BOTH SIDES)	6X, POINT GND VERS PLAQUE GND DU CONNECTEUR FEMELLE (POUR LES DEUX CÔTÉS)
CENTER GND SPRINGS	RESSORTS GND CENTRAUX
OUTER GND SPRINGS	RESSORTS GND EXTERNES
MATERIAL THICKNESS	ÉPAISSEUR DU MATÉRIAU
DETAIL A	DÉTAIL A
10X, GND POINT TO CONTACT PLUG SHELL	10X, POINT GND VERS CONTACT DE L'ENVELOPPE DU CONNECTEUR MÂLE
3X, GND POINT TO CONTACT RECEPTACLE GND PLATE	3X, POINT GND VERS PLAQUE GND DU CONNECTEUR FEMELLE

Figure 3-17 – Schéma de référence du ressort CEM interne d'un connecteur mâle USB 2.0 Type-C

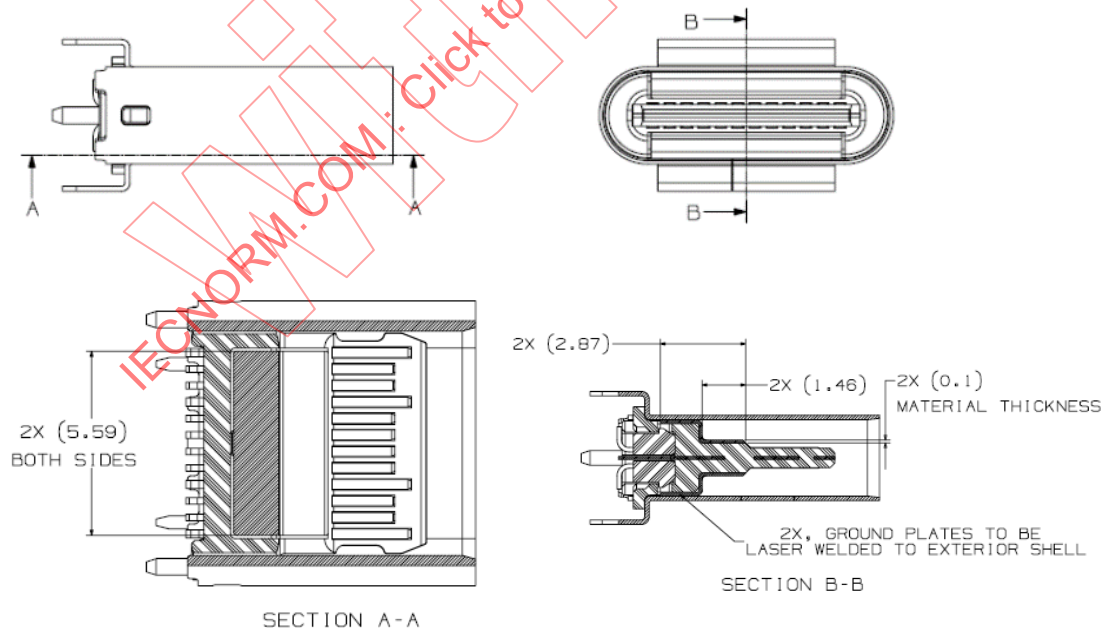


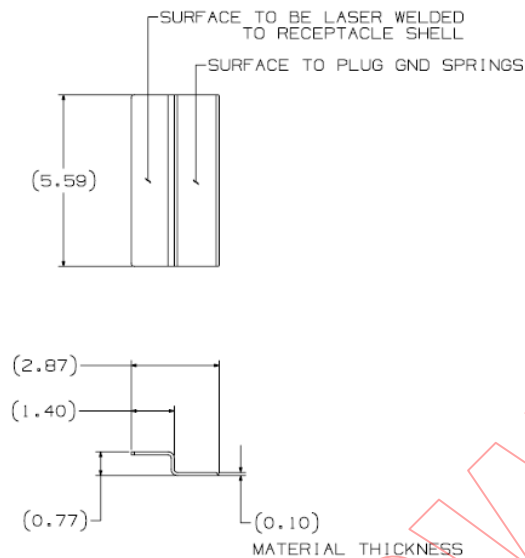
Anglais	Français
NOTE: SHELL NO SHOWN FOR CLARITY	NOTE: ENVELOPPE NON REPRÉSENTÉE POUR UNE MEILLEURE LISIBILITÉ
4X, GND POINT TO CONTACT SHELL (BOTH SIDES)	4X, POINT GND VERS CONTACT DE L'ENVELOPPE (POUR LES DEUX CÔTÉS)
2X, SHELL GND TO CONTACT RECEPTACLE GND PLATE (BOTH SIDES)	2X, GND DE L'ENVELOPPE VERS PLAQUE GND DE CONTACT DU CONNECTEUR FEMELLE (POUR LES DEUX CÔTÉS)
MATERIAL THICKNESS	ÉPAISSEUR DU MATÉRIAU
GND POINT TO CONTACT PLUG SHELL	POINT GND VERS CONTACT DE L'ENVELOPPE DU CONNECTEUR MÂLE
GND POINT TO CONTACT RECEPTACLE GND PLATE	POINT GND VERS CONTACT PLAQUE GND DU CONNECTEUR FEMELLE
DETAIL A	DÉTAIL A

Il est essentiel que le ressort CEM interne soit en contact avec l'enveloppe du connecteur mâle au plus près possible de l'interface de couplage du ressort CEM, afin de réduire le plus possible la longueur du chemin de retour.

La plaque CEM interne (c.-à-d. la plaque de masse) représentée à la Figure 3-18 se trouve à l'intérieur du connecteur femelle. Elle est couplée avec le ressort CEM dans le connecteur mâle. Pour assurer un retour à la terre efficace, il convient que les plaques CEM disposent de plusieurs connexions à l'enveloppe du connecteur femelle.

Figure 3-18 – Schéma de référence d'une plaque CEM interne



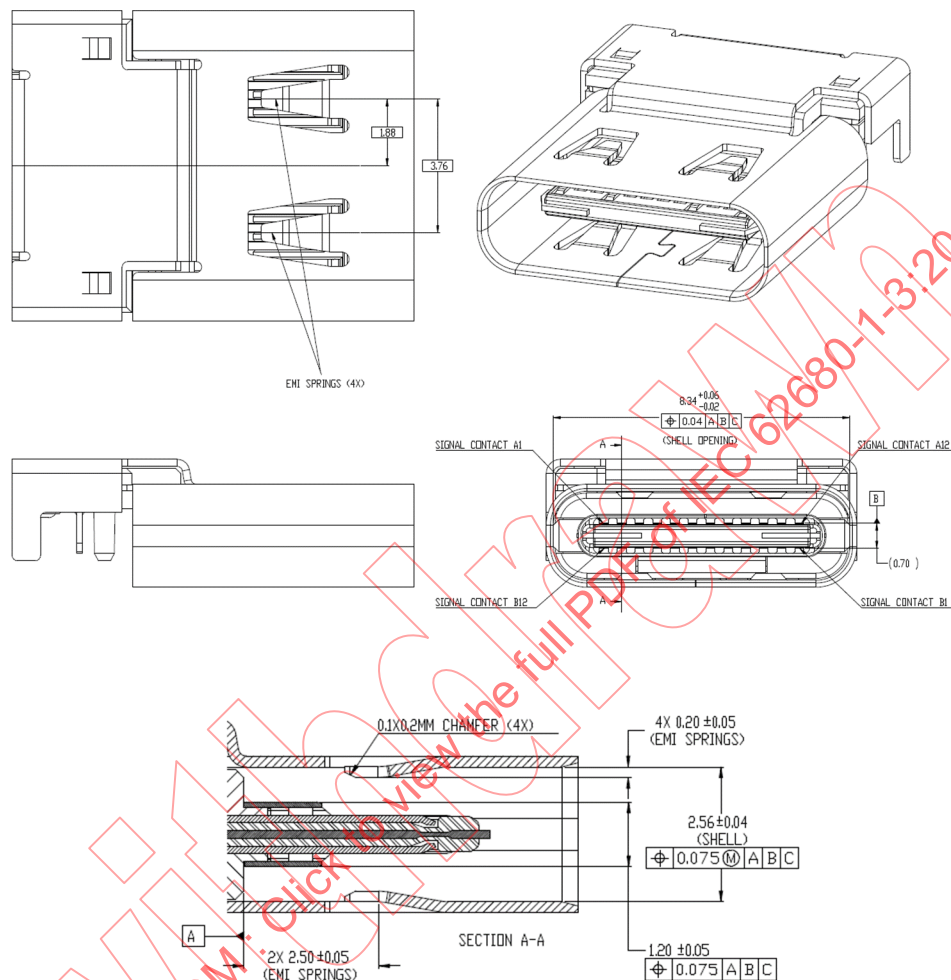


Anglais	Français
BOTH SIDES	(POUR LES DEUX PAROIS)
SECTION A-A	COUPE A-A
MATERIAL THICKNESS	ÉPAISSEUR DU MATÉRIAU
2X, GROUND PLATES TO BE LASER WELDED TO EXTERIOR SHELL	2X, LES PLAQUES GND À SOUDER PAR LASER À L'ENVELOPPE EXTERNE
SECTION B-B	COUPE B-B
SURFACE TO BE LASER WELDED TO RECEPTACLE SHELL	SURFACE À SOUDER PAR LASER À L'ENVELOPPE DU CONNECTEUR FEMELLE
SURFACE TO PLUG GND SPRINGS	RESSORTS GND ENTRE LA SURFACE ET LE CONNECTEUR MÂLE
MATERIAL THICKNESS	ÉPAISSEUR DU MATÉRIAU

3.2.2.4 Ressorts CEM externes facultatifs d'un connecteur femelle (informatifs)

Certaines applications peuvent utiliser des connecteurs femelles équipés de ressorts CEM qui sont en contact avec la partie externe de l'enveloppe du connecteur mâle. La Figure 3-19 représente un schéma de référence d'un connecteur femelle équipé de ressorts CEM externes. Les zones de contact du ressort CEM à l'état complètement couplé sont normatives et définies au 3.2.1.

Figure 3-19 – Schéma de référence d'un connecteur USB Type-C équipé de ressorts CEM externes



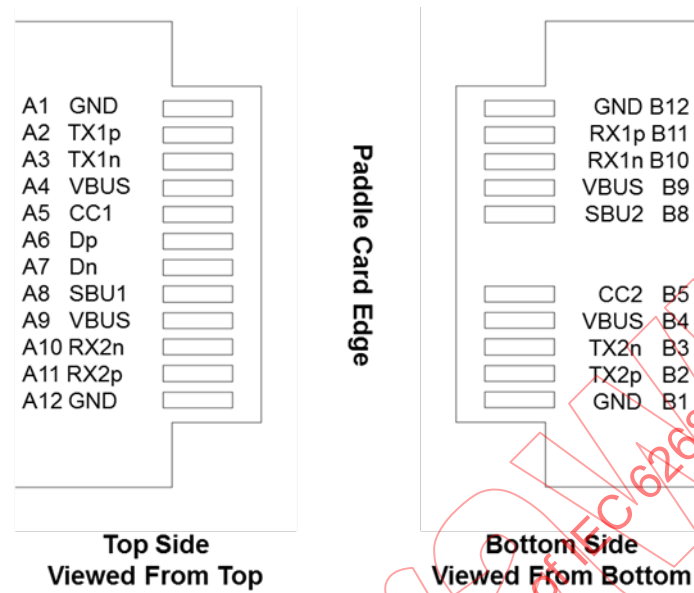
Anglais	Français
EMI SPRINGS (X40)	RESSORTS EMI (X40)
SIGNAL CONTACT A1	CONTACT DU SIGNAL A1
SIGNAL CONTACT B12	CONTACT DU SIGNAL B12
SIGNAL CONTACT B1	CONTACT DU SIGNAL B1
SIGNAL CONTACT A12	CONTACT DU SIGNAL A12
SHELL OPENING	OUVERTURE DE L'ENVELOPPE
CHAMFER (X4)	CHANFREIN (X4)
SECTION A-A	COUPE A-A
(SHELL)	(ENVELOPPE)

3.2.2.5 Carte d'accès d'un connecteur mâle USB Type-C Complet (informative)

L'utilisation d'une carte d'accès est prévue dans le connecteur mâle USB Type-C Complet. La Figure 3-20 représente l'affectation d'une broche pour la carte d'accès et l'emplacement de connexion du ressort de contact pour un connecteur mâle USB Type-C Complet. Les lignes directrices suivantes s'appliquent à la conception de la carte d'accès:

- il convient que la carte d'accès utilise un matériau de substrat hautes performances. Il convient d'appliquer une tolérance inférieure ou égale à $\pm 10\%$ sur l'épaisseur recommandée de la carte d'accès;
- il convient que les traces USB SuperSpeed soient aussi courtes que possible et possèdent une impédance caractéristique différentielle nominale de $85\ \Omega$;
- il convient que le raccordement filaire ait deux paires différentielles à grande vitesse d'un côté, et deux autres paires différentielles à grande vitesse de l'autre côté, aussi éloignées que possible l'une de l'autre, dans les limites admises en pratique;
- il est recommandé de choisir un guide d'ondes coplanaire (CPWG) mis à la terre en tant que méthode de ligne de transmission;
- Il convient de réduire l'utilisation de liaisons le plus possible;
- Il convient de connecter en bus les broches VBUS ensemble sur la carte d'accès;
- Il convient de connecter en bus les broches GND ensemble sur la carte d'accès.

Figure 3-20 – Conception de référence de la carte d'accès d'un connecteur mâle USB Type-C Complet



Anglais	Français
Paddle Card Edge	Arête de la carte d'accès
Top Side Viewed From Top	Partie supérieure
Bottom Side Viewed From Bottom	Vue depuis le haut

3.2.3 Affectation des broches et descriptions

L'utilisation et l'affectation des 24 broches de l'interface du connecteur femelle USB Type-C sont définies dans le Tableau 3-4.

Tableau 3-4 – Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C

Broche	Nom du signal	Description	Séquence de couplage	Broche	Nom du signal	Description	Séquence de couplage
A1	GND	Retour à la terre	En premier	B12	GND	Retour à la terre	En premier
A2	SSTXp1	Moitié positive de la première paire différentielle TX SuperSpeed	En second	B11	SSRXp1	Moitié positive de la première paire différentielle RX SuperSpeed	En second
A3	SSTXn1	Moitié négative de la première paire différentielle TX SuperSpeed	En second	B10	SSRXn1	Moitié négative de la première paire différentielle RX SuperSpeed	En second
A4	VBUS	Alimentation de bus	En premier	B9	VBUS	Alimentation de bus	En premier
A5	CC1	Canal de configuration	En second	B8	SBU2	Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)	En second
A6	Dp1	Moitié positive de la paire différentielle USB 2.0 – Position 1	En second	B7	Dn2	Moitié négative de la paire différentielle USB 2.0 – Position 2	En second
A7	Dn1	Moitié négative de la paire différentielle USB 2.0 – Position 1	En second	B6	Dp2	Moitié positive de la paire différentielle USB 2.0 – Position 2	En second
A8	SBU1	Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)	En second	B5	CC2	Canal de configuration	En second
A9	VBUS	Alimentation de bus	En premier	B4	VBUS	Alimentation de bus	En premier
A10	SSRXn2	Moitié négative de la seconde paire différentielle RX SuperSpeed	En second	B3	SSTXn2	Moitié négative de la seconde paire différentielle TX SuperSpeed	En second
A11	SSRXp2	Moitié positive de la seconde paire différentielle RX SuperSpeed	En second	B2	SSTXp2	Moitié positive de la seconde paire différentielle TX SuperSpeed	En second
A12	GND	Retour à la terre	En premier	B1	GND	Retour à la terre	En premier

Notes:

1. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C. La face latérale du connecteur femelle doit prendre en charge la paire différentielle *USB 2.0* présente sur Dp1/Dn1 ou Dp2/Dn2. L'orientation du connecteur mâle détermine quelle paire est active. Dans une implémentation, Dp1 et Dp2 peuvent être court-circuités sur l'hôte/le dispositif aussi près du connecteur femelle que possible, afin de réduire autant que possible la longueur de broche; Dn1 et Dn2 peuvent également être court-circuités. Il convient que la longueur maximale de raccourcissement de la trace ne dépasse pas 3,5 mm.
2. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble à l'intérieur du connecteur mâle USB Type-C et au niveau du connecteur femelle USB Type-C, lorsque ce dernier est à l'état monté (p. ex., toutes les broches VBUS connectées en bus ensemble sur la PCB).
3. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble à l'intérieur du connecteur mâle USB Type-C et au niveau du connecteur femelle USB Type-C, lorsque ce dernier est à l'état monté (p. ex., toutes les broches de retour à la terre connectées en bus ensemble sur la PCB).
4. Si les dimensions de contact représentées en COUPE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1 sont utilisées, les contacts VBUS (A4, A9, B4 et B9) sont couplés alors dans un second temps, puis les contacts de signal (A2, A3, A5, A6, A7, A8, A10, A11, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B10 et B11) en troisième position.

L'utilisation et l'affectation des signaux nécessaires pour la prise en charge de l'*USB 2.0* uniquement avec l'interface de couplage USB Type-C sont définies dans le Tableau 3-5.

Tableau 3-5 – Affectation des broches de l'interface d'un connecteur femelle USB Type-C pour la prise en charge d'*USB 2.0* uniquement

Broche	Nom du signal	Description	Séquence de couplage	Broche	Nom du signal	Description	Séquence de couplage
A1	GND	Retour à la terre	En premier	B12	GND	Retour à la terre	En premier
A2				B11			
A3				B10			
A4	VBUS	Alimentation de bus	En premier	B9	VBUS	Alimentation de bus	En premier
A5	CC1	Canal de configuration	En second	B8	SBU2	Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)	En second
A6	Dp1	Moitié positive de la paire différentielle <i>USB 2.0</i> – Position 1	En second	B7	Dn2	Moitié négative de la paire différentielle <i>USB 2.0</i> – Position 2	En second
A7	Dn1	Moitié négative de la paire différentielle <i>USB 2.0</i> – Position 1	En second	B6	Dp2	Moitié positive de la paire différentielle <i>USB 2.0</i> – Position 2	En second
A8	SBU1	Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)	En second	B5	CC2	Canal de configuration	En second
A9	VBUS	Alimentation de bus	En premier	B4	VBUS	Alimentation de bus	En premier
A10				B3			
A11				B2			
A12	GND	Retour à la terre	En premier	B1	GND	Retour à la terre	En premier

Notes:

1. Les emplacements de contact inutilisés doivent être isolés électriquement des contacts d'alimentation, de terre ou de signal (c.-à-d., non connectés).
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C. La face latérale du connecteur femelle doit prendre en charge la paire différentielle *USB 2.0* présente sur Dp1/Dn1 ou Dp2/Dn2. L'orientation du connecteur mâle détermine quelle paire est active. Dans une implémentation, Dp1 et Dp2 peuvent être court-circuités sur l'hôte/le dispositif aussi près du connecteur femelle que possible, afin de réduire autant que possible la longueur de broche; Dn1 et Dn2 peuvent également être court-circuités. Il convient que la longueur maximale de raccourcissement de la trace ne dépasse pas 3,5 mm.
3. **Les** contacts A8 et B8 (SBU1 et SBU2) ne doivent pas être connectés, à moins que cela ne soit exigé dans un but précis (p. ex., mode accessoire d'adaptateur audio).
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble à l'intérieur du connecteur mâle USB Type-C et au niveau du connecteur femelle USB Type-C, lorsque ce dernier est à l'état monté (p. ex., toutes les broches VBUS connectées en bus ensemble sur la PCB).
5. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble à l'intérieur du connecteur mâle USB Type-C et au niveau du connecteur femelle USB Type-C, lorsque ce dernier est à l'état monté (p. ex., toutes les broches de retour à la terre connectées en bus ensemble sur la PCB).
6. Si les dimensions de contact représentées en ANNEXE ALTERNATIVE A-A à la Figure 3-1 sont utilisées, les contacts Vbus (A4, A9, B4 et B9) sont couplés alors dans un second temps, puis les contacts de signal (A5, A6, A7, A8, B5, B6, B7 et B8) en troisième position.

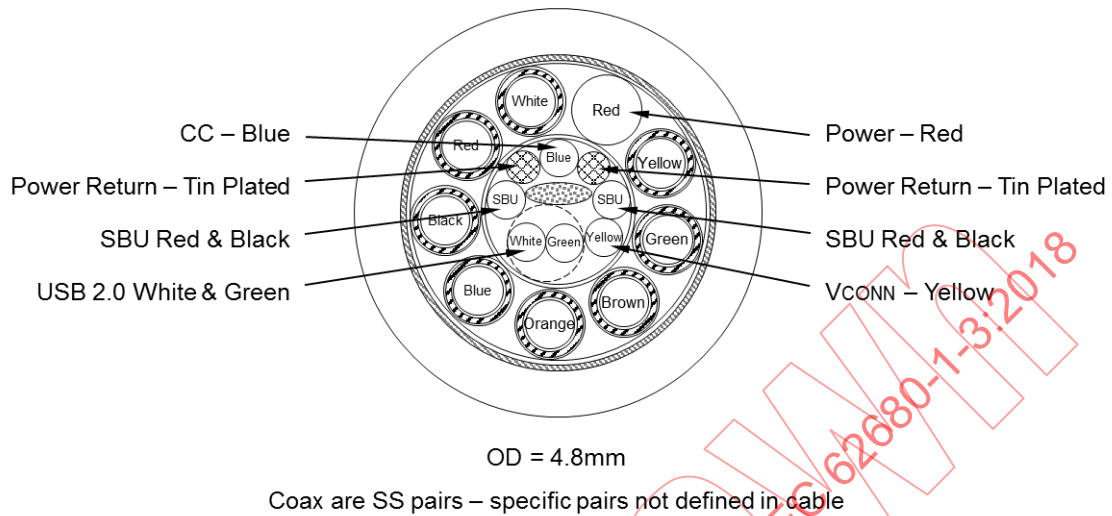
3.3 Construction des câbles et affectation des fils

Le présent traite des câbles USB Type-C, notamment de leur construction, de l'affectation des fils et des calibres de fil.

3.3.1 Construction des câbles (informative)

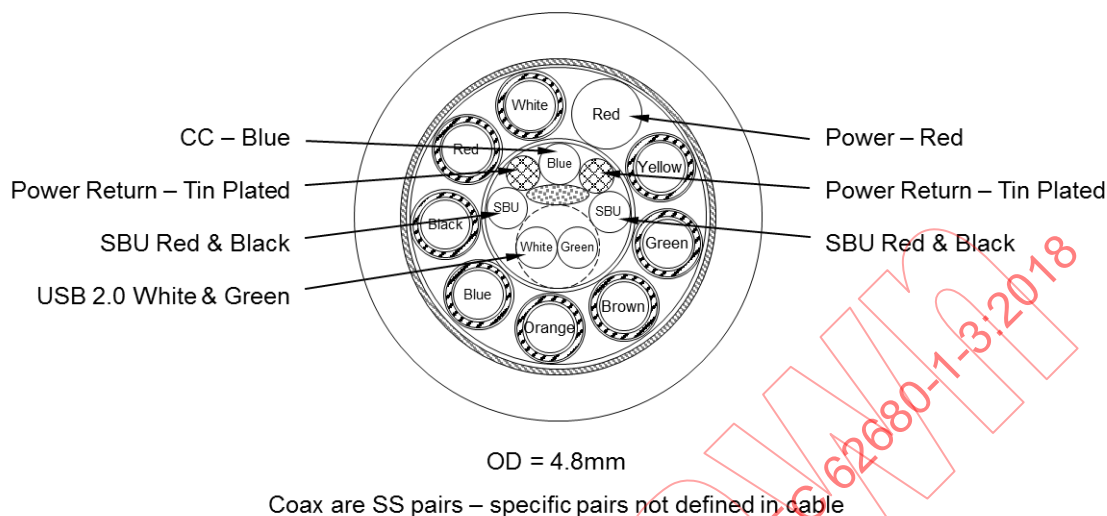
La Figure 3-21 représente un exemple de coupe d'un câble USB Type-C Complet, avec des fils microcoaxiaux pour USB SuperSpeed. Il existe quatre groupes de fils: USB D+/D- (généralement des paires torsadées non écrantées (UTP)), paires de signal USB SuperSpeed (fils coaxiaux, fils coaxiaux doubles ou paires torsadées écrantées), fils de signal à bande latérale et fils d'alimentation et de terre. Dans cet exemple, le fil VCONN facultatif est représenté, alors que dans la Figure 3-22, le fil VCONN n'apparaît pas: cela dépend de l'approche d'implémentation choisie pour les câbles marqués électroniquement (voir 4.9).

Figure 3-21 – Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet, exemple de fil coaxial avec VCONN



Anglais	Français
CC - Blue	CC - Bleu
Power Return – Tin Plated	Retour d'alimentation - plaqué étain
SBU Red & Black	SBU rouge & noir
USB 2.0 White & Green	USB 2.0 blanc & vert
Power - Red	Alimentation - rouge
V _{CONN} - Yellow	VCONN - jaune
OD = 4,8 mm	OD = 4,8 mm
Coax are SS pairs – specific pairs not defined in cable	Les câbles coaxiaux sont des paires SS - paires spécifiques non définies dans le câble

Figure 3-22 – Représentation d'une coupe d'un câble USB Type-C Complet, exemple de fil coaxial sans VCONN



Anglais	Français
CC - Blue	CC - Bleu
Power Return – Tin Plated	Retour d'alimentation - plaqué étain
SBU Red & Black	SBU rouge & noir
USB 2.0 White & Green	USB 2.0 blanc & vert
SBU Red & Black	SBU rouge & noir
OD = 4,8 mm	OD = 4,8 mm
Coax are SS pairs – specific pairs not defined in cable	Les câbles coaxiaux sont des paires SS - paires spécifiques non définies dans le câble

Il est prévu que la paire de signaux USB D+/D– transmette les signaux *USB 2.0* à basse vitesse, à vitesse intégrale et à grande vitesse, alors que les paires de signaux SuperSpeed sont utilisées pour transmettre les signaux *USB 3.1 SuperSpeed*. L'écrantage est nécessaire pour les paires différentielles SuperSpeed afin d'assurer l'intégrité des signaux et les performances CEM.

3.3.2 Affectation des fils

Le Tableau 3-6 décrit l'ensemble complet des fils possibles nécessaires à la production de l'ensemble des ensembles de câbles USB Type-C normalisés. Pour certains ensembles câble-connecteur, tous ces fils ne sont pas utilisés. Par exemple, un câble USB Type-C qui ne fournit que la fonctionnalité *USB 2.0* n'inclut pas les fils 6 à 15.

Tableau 3-6 – Affectation des fils pour un câble USB Type-C normalisé

Numéro de fil	Nom du signal	Description
1	GND_PWRrt1	Terre pour le retour à l'alimentation
2	PWR_VBUS1	Alimentation de Vbus
3	CC	Canal de configuration
4	UTP_Dp	Paire torsadée non écrantée, positive
5	UTP_Dn	Paire torsadée non écrantée, négative
6	SDPp1	Paire différentielle écrantée #1, positive
7	SDPn1	Paire différentielle écrantée #1, négative
8	SDPp2	Paire différentielle écrantée #2, positive
9	SDPn2	Paire différentielle écrantée #2, négative
10	SDPp3	Paire différentielle écrantée #3, positive
11	SDPn3	Paire différentielle écrantée #3, négative
12	SDPp4	Paire différentielle écrantée #4, positive
13	SDPn4	Paire différentielle écrantée #4, négative
14	SBU_A	Utilisation en bande latérale (SBU)
15	SBU_B	Utilisation en bande latérale (SBU)
16	GND_PWRrt2	Terre pour le retour à l'alimentation (facultatif)
17	PWR_VBUS2	Alimentation de Vbus (facultative)
18	PWR_VCONN	Alimentation de VCONN (facultative, voir Paragraphe 4.9)
Tresse	Écrantage	Tresse externe du câble

Note:

1. Le présent tableau se base sur l'hypothèse que la construction des fils coaxiaux est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il n'existe pas de fils de drain. Le retour à la terre du signal passe par l'écrantage des fils coaxiaux. Si des paires coaxiales doubles ou torsadées écrantées sont utilisées, des fils de drain sont alors nécessaires.

Le Tableau 3-7 décrit l'ensemble complet des fils possibles nécessaires à la production des ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs existants. Pour certains ensembles câble-connecteur, tous ces fils ne sont pas nécessaires. Par exemple, un câble USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B n'inclut pas les fils 5 à 10.

Tableau 3-7 – Affectation des fils d'un câble USB Type-C pour les câbles/adaptateurs existants

Numéro de fil	Nom du signal	Description
1	GND_PWRrt1	Terre pour le retour à l'alimentation
2	PWR_VBUS1	Alimentation de VBUS
3	UTP_Dp	Paire torsadée non écrantée, positive
4	UTP_Dn	Paire torsadée non écrantée, négative
5	SDPp1	Paire différentielle écrantée #1, positive
6	SDPn1	Paire différentielle écrantée #1, négative
7	SDP1_Drain	Fil de drain pour SDPp1 et SDPn1
8	SDPp2	Paire différentielle écrantée #2, positive
9	SDPn2	Paire différentielle écrantée #2, négative
10	SDP2_Drain	Fil de drain pour SDPp2 et SDPn2
Tresse	Ecrantage	Tresse externe du câble

Note:

- a. Le présent tableau se base sur l'hypothèse qu'une paire torsadée écrantée est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il existe des fils de drain. Si la construction de fil coaxial est utilisée, aucun fil de drain n'est alors nécessaire et le retour à la terre du signal passe par l'écrantage des fils coaxiaux.

3.3.3 Calibres de fil et diamètres de câble (informatifs)

La présente spécification ne spécifie pas le calibre des fils. Le Tableau 3-8 et le Tableau 3-9 répertorient les calibres de fil classiques à titre de référence uniquement. Un fil de grand calibre entraîne moins de perte, mais au détriment du diamètre de câble et de la flexibilité. Plusieurs fils peuvent être utilisés pour un seul fil, comme pour VBUS ou le fil de terre par exemple. Il est recommandé d'utiliser les plus petits calibres de fil possibles qui satisfont aux exigences électriques et mécaniques des ensembles de câbles.

Pour optimiser la flexibilité du câble, il convient de câbler l'ensemble des fils et de réduire le diamètre externe du câble le plus possible. Un diamètre externe de câble USB Type-C Complet classique peut être compris entre 4 mm et 6 mm, alors qu'un diamètre externe de câble *USB 2.0* Type-C classique peut être compris entre 2 mm et 4 mm. Un diamètre externe de câble USB Type-C vers *USB 3.1* existant classique peut être compris entre 3 mm et 5 mm.

Tableau 3-8 – Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés

Numéro de fil	Nom du signal	Calibre de fil (AWG)
1	GND_PWRrt1	20-28
2	PWR_VBUS1	20-28
3	CC	32-34
4	UTP_Dp	28-34
5	UTP_Dn	28-34
6	SDPp1	26-34
7	SDPn1	26-34
8	SDPp2	26-34
9	SDPn2	26-34
10	SDPp3	26-34
11	SDPn3	26-34
12	SDPp4	26-34
13	SDPn4	26-34
14	SBU_A	32-34
15	SBU_B	32-34
16	GND_PWRrt2	20-28
17	PWR_VBUS2	20-28
18	PWR_VCONN	32-34

Tableau 3-9 – Calibres de fil de référence pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteur existant

Numéro de fil	Nom du signal	Calibre de fil (AWG)
1	GND_PWRrt1	20-28
2	PWR_VBUS1	20-28
3	UTP_Dp	28-34
4	UTP_Dn	28-34
5	SDPp1	26-34
6	SDPn1	26-34
7	SDP1_Drain	28-34
8	SDPp2	26-34
9	SDPn2	26-34
10	SDP2_Drain	28-34

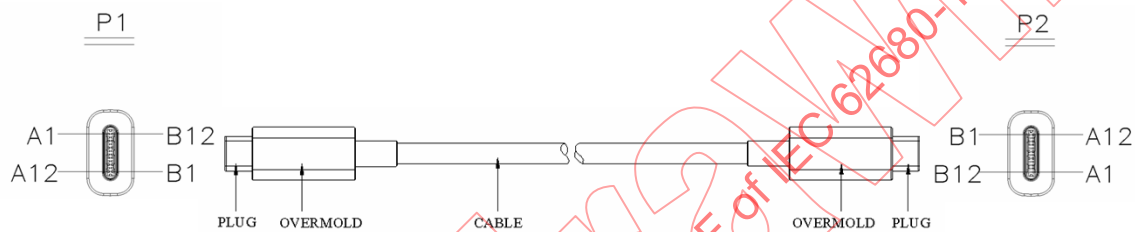
3.4 Ensembles de câble USB Type-C normalisés

Deux ensembles câble-connecteur USB Type-C normalisés sont définis et admis par la présente spécification. De plus, les câbles captifs sont admis (voir 3.4.3). L'écrantage (tresse) est exigé pour entourer l'ensemble des fils dans le câble USB Type-C. L'écran métallique doit être branché aux enveloppes en métal du connecteur mâle. Il convient que l'écrantage soit physiquement connecté à l'enveloppe en métal du connecteur mâle et qui approche autant que les 360°, afin de contrôler la CEM.

3.4.1 Ensemble de câbles USB Type-C Complet

La Figure 3-23 représente un ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé.

Figure 3-23 – Ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé



Anglais	Français
PLUG	Connecteur mâle
OVERMOLD	Surmoulage
CABLE	Câble

Le Tableau 3-10 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé.

Tableau 3-10 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C Complet normalisé

Connecteur mâle USB Type-C #1		Fil		Connecteur mâle USB Type-C #2	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1 [16]	GND_PWRrt1 [GND_PWRrt2]	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2 [17]	PWR_VBUS1 [PWR_VBUS2]	A4, B4, A9, B9	VBUS
A5	CC	3	CC	A5	CC
B5	VCONN	18	PWR_VCONN (voir 4.9)	B5	VCONN
A6	Dp1	4	UTP_Dp	A6	Dp1
A7	Dn1	5	UTP_Dn	A7	Dn1
A2	SSTXp1	6	SDPp1	B11	SSRXp1
A3	SSTXn1	7	SDPn1	B10	SSRXn1
B11	SSRXp1	8	SDPp2	A2	SSTXp1
B10	SSRXn1	9	SDPn2	A3	SSTXn1
B2	SSTXp2	10	SDPp3	A11	SSRXp2
B3	SSTXn2	11	SDPn3	A10	SSRXn2
A11	SSRXp2	12	SDPp4	B2	SSTXp2
A10	SSRXn2	13	SDPn4	B3	SSTXn2
A8	SBU1	14	SBU_A	B8	SBU2
B8	SBU2	15	SBU_B	A8	SBU1
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

Notes:

1. Le présent tableau se base sur l'hypothèse que la construction des fils coaxiaux est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il n'existe pas de fils de drain. L'écrantage des fils coaxiaux est connecté aux broches à la masse. Si une paire torsadée écrantée est utilisée, des fils de drain sont alors nécessaires et doivent être connectés aux broches GND.
2. La broche B5 (VCONN) du connecteur mâle USB Type-C doit être utilisée dans les versions marquées électroniquement de ce câble. Voir 4.9.
3. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Un condensateur de découplage 10 nF (tension assignée minimale de 30 V) est exigé pour la broche VBUS dans le câble complet à chaque extrémité du câble. Il convient de placer le condensateur de découplage aussi près que possible de la plaque d'alimentation.
5. Toutes les broches GND doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
6. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans le connecteur mâle USB Type-C aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.

3.4.2 Ensemble de câbles USB 2.0 Type-C

Un ensemble de câbles *USB 2.0* Type-C normalisé possède le même facteur de forme que celui représenté à la Figure 3-23.

Le Tableau 3-11 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles *USB 2.0* Type-C normalisé.

Tableau 3-11 – Câblage de l'ensemble de câbles *USB 2.0* Type-C normalisé

Connecteur mâle USB Type-C #1		Fil		Connecteur mâle USB Type-C #2	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	A1, B1, A12, B12	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	A4, B4, A9, B9	VBUS
A5	CC	3	CC	A5	CC
B5	VCONN	18	PWR_VCONN (voir 4.9)	B5	VCONN
A6	Dp1	4	UTP_Dp	A6	Dp1
A7	Dn1	5	UTP_Dn	A7	Dn1
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

Notes:

1. La broche B5 (VCONN) du connecteur mâle USB Type-C doit être utilisée dans les versions marquées électroniquement de ce câble. Voir 4.9.
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour la broche VBUS dans le câble *USB 2.0* Type-C.
4. Toutes les broches GND doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).
6. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans le connecteur mâle USB Type-C aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.

3.4.3 Ensembles de câble captif USB Type-C

Un ensemble de câbles captif est un ensemble de câbles terminé à une extrémité par un connecteur mâle USB Type-C et qui comporte un moyen de connexion spécifique au fournisseur (câblé ou amovible personnalisé) à l'extrémité opposée. L'ensemble de câbles qui est câblé n'est pas détachable du dispositif.

Le câblage de l'ensemble pour les câbles USB Type-C captifs utilisent les mêmes affectations de câbles que les ensembles câble-connecteur normalisés (voir Tableau 3-10 et Tableau 3-11), à l'exception du branchement câblé côté dispositif qui remplace l'extrémité du connecteur mâle USB Type-C #2.

Le fil CC d'un câble captif doit être raccordé et avoir un comportement adapté à la fonction du produit pour lequel il est captif (p. ex. hôte ou dispositif).

La présente spécification ne définit pas la manière dont le branchement câblé est physiquement établi côté dispositif.

3.5 Ensembles de câble existants

Pour assurer l'interopérabilité entre les produits USB Type-C et les produits USB existants, les ensembles câble-connecteur existants normalisés suivants sont définis: Seuls les câbles définis dans la présente spécification sont admis.

Les ensembles câble-connecteur existants qui sourcent l'alimentation vers un connecteur USB Type-C (p. ex. un ensemble de câbles USB Type-C vers connecteur mâle USB Norme-A et un ensemble d'adaptateurs connecteur mâle USB Type-C vers connecteur femelle USB Micro-B) sont exigés pour utiliser la résistance R_p d'USB Type-C Current par défaut (56 k Ω). La valeur de R_p est utilisée pour informer le Collecteur de la quantité de courant pouvant être fournie par la Source. Étant donné que l'ensemble de câbles existant ne comprend pas la capacité de la Source à laquelle il est connecté, il est uniquement permis d'annoncer le USB Type-C Current par défaut, comme défini par les spécifications *USB 2.0*, *USB 3.1* et *BC 1.2*. Aucune autre valeur R_p n'est admise car cela peut entraîner un Collecteur USB Type-C à surcharger une alimentation existante.

3.5.1 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-A

La Figure 3-24 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-A.

Figure 3-24 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-A



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-12 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-A.

Tableau 3-12 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 Norme-A

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 3.1 Norme-A	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 2			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	6	StdA_SSR X+
A3	SSTXn1	6	SDPn1	5	StdA_SSR X-
B11	SSRXp1	8	SDPp2	9	StdA_SSTX +
B10	SSRXn1	9	SDPn2	8	StdA_SSTX -
Enveloppe	Écran-tage	Écran-tage externe	Écran-tage	Enveloppe	Écran-tage

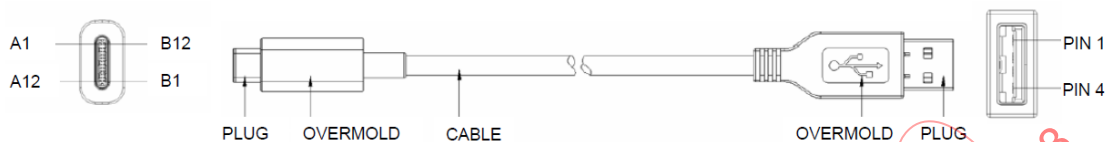
Notes:

1. Le présent tableau se base sur l'hypothèse qu'une paire torsadée échantée est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il existe des fils de drain. Si la construction de fil coaxial est utilisée, aucun fil de drain n'est présent et l'écran-tage des fils coaxiaux est connecté aux broches à la masse.
2. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à VBUS par une résistance R_p ($56\text{ k}\Omega \pm 5\%$). Voir 4.5.3.2.2 et Tableau 4-20 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_p .
3. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Un condensateur de découplage est exigé entre la broche VBUS et la broche à la masse côté Connecteur mâle USB Type-C du câble. Le condensateur de découplage doit être de $10\text{ nF} \pm 20\%$ dans les câbles qui intègrent un connecteur mâle USB Norme-A. Le condensateur de découplage doit être placé aussi près que possible de la plaque d'alimentation.
5. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
6. L'écran-tage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et USB 3.1 Norme-A aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
7. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.2 Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A

La Figure 3-25 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A.

Figure 3-25 – Ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-13 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A.

Tableau 3-13 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers USB 2.0 Norme-A

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 2.0 Norme-A	
Broche	Nom du signal	Número de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	4	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

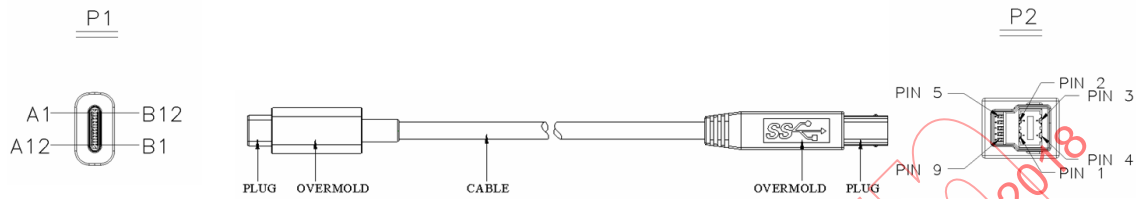
Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à VBUS par une résistance R_p ($56 \text{ k}\Omega \pm 5 \%$). Voir 4.5.3.2.2 et Tableau 4-20 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_p .
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour les broches VBUS dans ce câble.
4. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et USB 2.0 Norme-A aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
6. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.3 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-B

La Figure 3-26 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-B.

Figure 3-26 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-B



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-14 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Norme-B.

Tableau 3-14 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 Norme-B

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 3.1 Norme-B	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	9	StdB_SSRX+
A3	SSTXn1	6	SDPn1	8	StdB_SSRX-
B11	SSRXp1	8	SDPp2	6	StdB_SSTX+
B10	SSRXn1	9	SDPn2	5	StdB_SSTX-
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

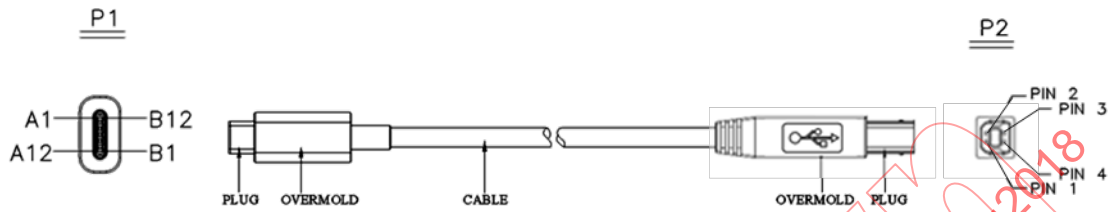
Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Le présent tableau se base sur l'hypothèse qu'une paire torsadée écrantée est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il existe des fils de drain. Si la construction de fil coaxial est utilisée, aucun fil de drain n'est présent et l'écrantage des fils coaxiaux est connecté aux broches à la masse.
3. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Un condensateur de découplage est exigé entre la broche VBUS et la broche à la masse côté Connecteur mâle USB Type-C du câble. Le condensateur de découplage doit être de $10 \text{ nF} \pm 20 \%$ dans les câbles qui intègrent un connecteur mâle USB Norme-B. Le condensateur de découplage doit être placé aussi près que possible de la plaque d'alimentation.
5. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
6. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et USB 3.1 Norme-B aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
7. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.4 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B

La Figure 3-27 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B.

Figure 3-27 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-15 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B.

Tableau 3-15 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Norme-B

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 2.0 Norme-B	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	4	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Ecrantage	Enveloppe	Écrantage

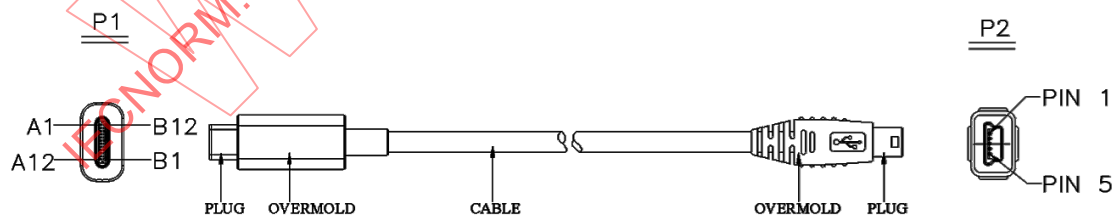
Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour les broches VBUS dans ce câble.
4. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et *USB 2.0* Norme-B aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
6. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.5 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Mini-B

La Figure 3-28 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Mini-B.

Figure 3-28 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Mini-B



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-16 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Mini-B.

Tableau 3-16 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Mini-B

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 2.0 Mini-B	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
				4	ID
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

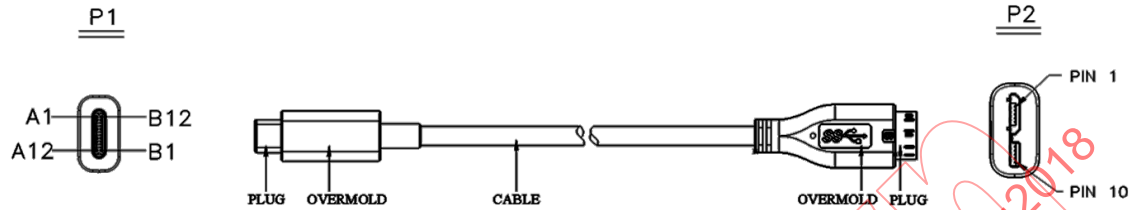
Notes:

1. La broche A5 du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour les broches VBUS dans ce câble.
4. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. La broche 4 (ID) du connecteur mâle *USB 2.0* Mini-B doit être terminée comme défini dans la spécification applicable au type de câbles.
6. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et *USB 2.0* Mini-B aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
7. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.6 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Micro-B

La Figure 3-29 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Micro-B.

Figure 3-29 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Micro-B



Anglais	Français
PLUG	CONNECTEUR MÂLE
OVERMOLD	SURMOULAGE
CABLE	CÂBLE
PIN	BROCHE

Le Tableau 3-17 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Micro-B.

Tableau 3-17 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 3.1* Micro-B

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 3.1 Micro-B	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1 7, 10	GND_PWRrt1 SDP1_Drain, SDP2_Drain	5 8	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
A2	SSTXp1	5	SDPp1	10	MicB_SSRX +
A3	SSTXn1	6	SDPn1	9	MicB_SSRX -
B11	SSRXp1	8	SDPp2	7	MicB_SSTX +
B10	SSRXn1	9	SDPn2	6	MicB_SSTX -
				4	ID
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

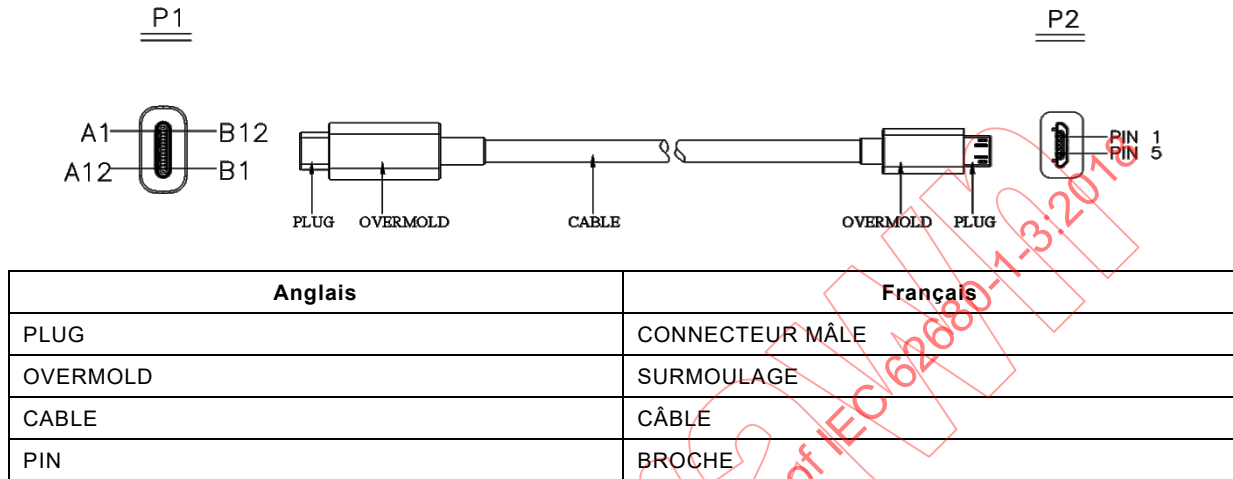
Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Le présent tableau se base sur l'hypothèse qu'une paire torsadée écrantée est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il existe des fils de drain. Si la construction de fil coaxial est utilisée, aucun fil de drain n'est présent et l'écrantage des fils coaxiaux est connecté aux broches à la masse.
3. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Un condensateur de découplage est exigé entre la broche VBUS et la broche à la masse côté Connecteur mâle USB Type-C du câble. Le condensateur de découplage doit être de $10 \text{ nF} \pm 20 \%$ dans les câbles qui intègrent un connecteur mâle USB Micro-B. Il convient de placer le condensateur de découplage aussi près que possible de la plaque d'alimentation.
5. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
6. La broche 4 (ID) du connecteur mâle *USB 3.1* Micro-B doit être terminée comme défini dans la spécification applicable au type de câbles.
7. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et *USB 3.1* Micro-B aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
8. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.5.7 Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Micro-B

La Figure 3-30 représente un ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Micro-B.

Figure 3-30 – Ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Micro-B



Le Tableau 3-18 définit les connexions filaires pour l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Micro-B.

Tableau 3-18 – Câblage de l'ensemble de câbles USB Type-C vers *USB 2.0* Micro-B

Connecteur mâle USB Type-C		Fil		Connecteur mâle USB 2.0 Micro-B	
Broche	Nom du signal	Numéro de fil	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	1	GND_PWRrt1	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	2	PWR_VBUS1	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1			
B5	VCONN				
A6	Dp1	3	UTP_Dp	3	D+
A7	Dn1	4	UTP_Dn	2	D-
				4	ID
Enveloppe	Écrantage	Écrantage externe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour les broches VBUS dans ce câble.
4. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. La broche 4 (ID) du connecteur mâle *USB 2.0* Micro-B doit être terminée comme défini dans la spécification applicable au type de câbles.
6. L'écrantage et la broche GND doivent être connectés dans les connecteurs mâles USB Type-C et *USB 2.0* Micro-B aux deux extrémités de l'ensemble de câbles.
7. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

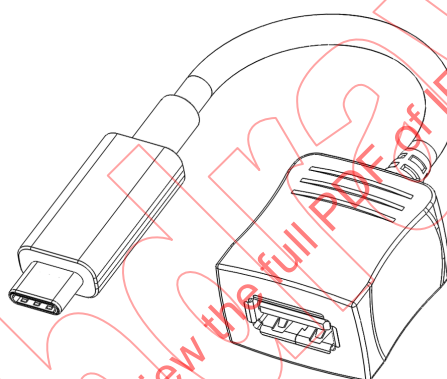
3.6 Ensembles d'adaptateurs existants

Pour assurer l'interopérabilité entre les produits USB Type-C et les produits USB existants, les ensembles d'adaptateurs existants normalisés suivants sont définis. Seuls les ensembles d'adaptateurs définis dans la présente spécification sont admis.

3.6.1 Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A

La Figure 3-31 représente un ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A. Cet ensemble de câbles est défini pour une connexion directe à un dispositif USB (p. ex., une clé USB). La fonctionnalité système permettant d'utiliser cet ensemble d'adaptateurs avec un autre ensemble de câbles USB n'est pas garantie.

Figure 3-31 – Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A



Le Tableau 3-19 définit les connexions filaires pour l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 3.1 Norme-A*.

Tableau 3-19 – Câblage de l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 3.1 Norme-A*

Connecteur mâle USB Type-C		Connecteur femelle USB 3.1 Norme-A	
Broche	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	4 7	GND GND_DRAIN
A4, B4, A9, B9	VBUS	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1	
B5	VCONN		
A6	Dp1	3	D+
A7	Dn1	2	D-
A2	SSTXp1	9	StdA_SSTX+
A3	SSTXn1	8	StdA_SSTX-
B11	SSRXp1	6	StdA_SSRX+
B10	SSRXn1	5	StdA_SSRX-
Enveloppe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

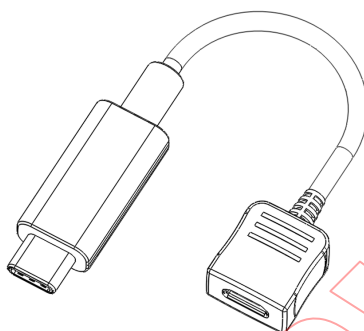
Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à GND par une résistance R_d ($5,1 \text{ k}\Omega \pm 20 \%$). Voir 4.5.3.2.1 et Tableau 4-21 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_d .
2. Le présent tableau se base sur l'hypothèse qu'une paire torsadée écrantée est utilisée pour l'ensemble des SDP et qu'il existe des fils de drain. Si la construction de fil coaxial est utilisée, aucun fil de drain n'est présent et l'écrantage des fils coaxiaux est connecté aux broches à la masse.
3. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
4. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Un condensateur de découplage de 10 nF est exigé pour la broche VBUS à l'extrémité du connecteur mâle USB Type-C du câble. Il convient de placer le condensateur de découplage aussi près que possible de la plaque d'alimentation. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour la broche VBUS à l'intérieur du connecteur femelle Norme-A.
5. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
6. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.6.2 Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B

La Figure 3-32 représente un ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B.

Figure 3-32 – Ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B



Le Tableau 3-20 définit les connexions filaires pour l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B.

Tableau 3-20 – Câblage de l'ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B

Connecteur mâle USB Type-C		Connecteur femelle USB 2.0 Micro-B	
Broche	Nom du signal	Broche	Nom du signal
A1, B1, A12, B12	GND	5	GND
A4, B4, A9, B9	VBUS	1	VBUS
A5	CC	Voir Note 1	
A6	Dp1	3	D+
A7	Dn1	2	D-
		4	ID
Enveloppe	Écrantage	Enveloppe	Écrantage

Notes:

1. La broche A5 (CC) du connecteur mâle USB Type-C doit être connectée à VBUS par une résistance R_p ($56\text{ k}\Omega \pm 5\%$). Voir 4.5.3.2.2 et Tableau 4-20 pour obtenir la description fonctionnelle et la valeur de R_p .
2. Il convient que les contacts B6 et B7 ne soient pas présents dans le connecteur mâle USB Type-C.
3. Toutes les broches VBUS doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C. Aucun condensateur de découplage n'est exigé pour les broches VBUS à l'extrémité du connecteur femelle Micro-B de ce câble.
4. Toutes les broches de retour à la terre doivent être connectées ensemble dans le connecteur mâle USB Type-C.
5. Toutes les broches du connecteur mâle USB Type-C qui ne sont pas répertoriées dans ce tableau doivent être ouvertes (non connectées).

3.7 Caractéristiques électriques

Le présent définit les exigences électriques des ensembles de câbles, des connecteurs et des câbles bruts USB Type-C, y compris les exigences concernant l'intégrité du signal, l'efficacité de l'écrantage et le courant continu. L'Article 4 définit les exigences complémentaires concernant la définition du signal fonctionnel, la découverte de la configuration de l'hôte ou du dispositif et l'alimentation.

Sauf indication contraire, l'ensemble des mesures est réalisé à une température de 15 °C à 35 °C, une humidité relative de 25 % à 85 % et une pression atmosphérique de 86 kPa à 106 kPa et tous les paramètres *S* sont normalisés avec une impédance différentielle de 85 Ω.

3.7.1 Câble brut (informatif)

Les objectifs de performance électrique des câbles bruts sont donnés à titre informatif pour aider les fabricants d'ensembles de câbles à gérer l'approvisionnement en câbles bruts. Ces objectifs ne relèvent pas des exigences de conformité d'USB Type-C. La norme exige que l'ensemble de câbles soit conforme aux caractéristiques de performance spécifiées aux 3.7.2, 3.7.4 et 3.7.4.3.

Il est recommandé que l'impédance caractéristique différentielle soit de $90 \Omega \pm 5 \Omega$ pour les paires différentielles écrantées. Il est recommandé que l'impédance caractéristique asymétrique soit de $45 \Omega \pm 3 \Omega$ pour les fils coaxiaux. Il convient d'évaluer l'impédance avec un temps de montée de 200 ps (10 %-90 %). Un temps de montée supérieur n'est pas nécessaire pour un câble brut, car il fait ressortir les discontinuités du montage d'essai du câble.

3.7.1.1 Obliquité dans les paires (informatif)

Il est recommandé que l'obliquité dans les paires pour une paire différentielle soit inférieure à 10 ps/m. Il convient de le mesurer avec une transmission dans le domaine temporel (TDT) en mode différentiel qui utilise un temps de montée de 200 ps (10 %-90 %) et un croisement à 50 % de la tension d'entrée.

3.7.1.2 Perte d'insertion différentielle (informative)

L'affaiblissement du câble dépend des calibres de fil, du placage et des matériaux diélectriques. Le Tableau 3-21 et le Tableau 3-22 contiennent des exemples de perte d'insertion différentielle.

Tableau 3-21 – Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB SuperSpeed avec une construction en paire torsadée

Fréquence	34AWG	32AWG	30AWG	28AWG
0,625 GHz	-1,8 dB/m	-1,4 dB/m	-1,2 dB/m	-1,0 dB/m
1,25 GHz	-2,5 dB/m	-2,0 dB/m	-1,7 dB/m	-1,4 dB/m
2,50 GHz	-3,7 dB/m	-2,9 dB/m	-2,5 dB/m	-2,1 dB/m
5,00 GHz	-5,5 dB/m	-4,5 dB/m	-3,9 dB/m	-3,1 dB/m
7,50 GHz	-7,0 dB/m	-5,9 dB/m	-5,0 dB/m	-4,1 dB/m
10,00 GHz	-8,4 dB/m	-7,2 dB/m	-6,1 dB/m	-4,8 dB/m
12,50 GHz	-9,5 dB/m	-8,2 dB/m	-7,3 dB/m	-5,5 dB/m
15,00 GHz	-11,0 dB/m	-9,5 dB/m	-8,7 dB/m	-6,5 dB/m

Tableau 3-22 – Exemples de perte d'insertion différentielle pour USB SuperSpeed avec une construction coaxiale

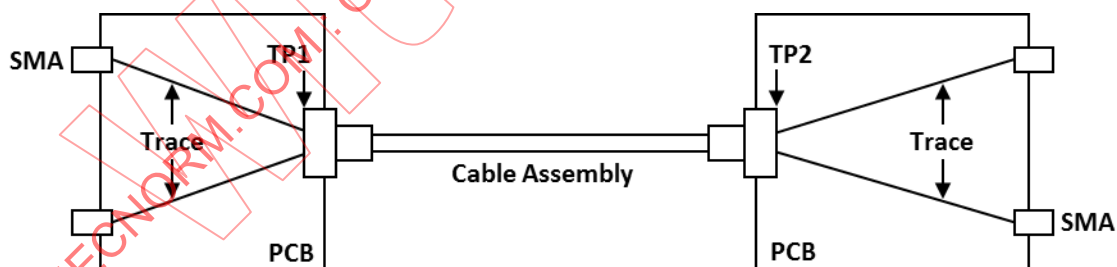
Fréquence	34AWG	32AWG	30AWG	28AWG
0,625 GHz	-1,8 dB/m	-1,5 dB/m	-1,2 dB/m	-1,0 dB/m
1,25 GHz	-2,8 dB/m	-2,2 dB/m	-1,8 dB/m	-1,3 dB/m
2,50 GHz	-4,2 dB/m	-3,4 dB/m	-2,7 dB/m	-1,9 dB/m
5,00 GHz	-6,1 dB/m	-4,9 dB/m	-4,0 dB/m	-3,1 dB/m
7,50 GHz	-7,6 dB/m	-6,5 dB/m	-5,2 dB/m	-4,2 dB/m
10,0 GHz	-8,8 dB/m	-7,6 dB/m	-6,1 dB/m	-4,9 dB/m
12,5 GHz	-9,9 dB/m	-8,6 dB/m	-7,1 dB/m	-5,7 dB/m
15,0 GHz	-12,1 dB/m	-10,9 dB/m	-9,0 dB/m	-6,5 dB/m

3.7.2 Ensembles câble-connecteur passifs USB Type-C vers Type-C (normatifs)

Un ensemble de câbles USB Type-C vers Type-C doit être soumis à l'essai au moyen d'un montage d'essai avec la languette du connecteur femelle fabriquée dans le montage d'essai. Cela est représenté à la Figure 3-33. Les connecteurs femelles USB Type-C ne sont pas inclus dans le montage d'essai. Il convient que les hôtes et les dispositifs tiennent compte de la dégradation de signal supplémentaire introduite par le connecteur femelle.

Les exigences s'appliquent à l'intégralité du chemin du signal de l'ensemble de câbles couplé aux languettes de PCB du montage, sans inclure les traces PCB d'entrée. Comme représenté à la Figure 3-33, la mesure est réalisée entre le point d'essai 1 (TP1) et le point d'essai 2 (TP2). Pour obtenir une description détaillée d'un montage d'essai normalisé, se référer à la documentation disponible sur la page *Cable Assembly and Connector Test Requirements* du site Web de l'USB-IF.

Figure 3-33 – Représentation des points d'essai pour un ensemble de câbles couplé



Anglais	Français
SMA	SMA
TP1	TP1
PCB	PCB
Trace	Trace
Cable Assembly	Ensemble de câbles
TP2	TP2

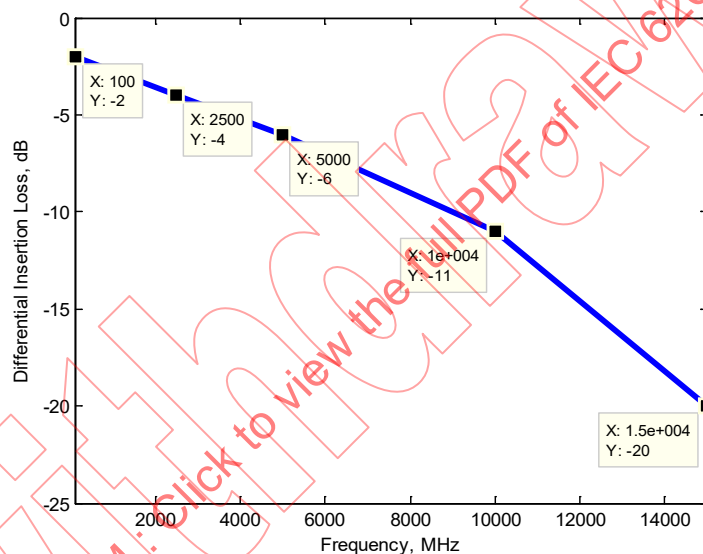
Les exigences concernant l'ensemble de câbles se divisent en exigences informatives et normatives. Les exigences informatives sont destinées aux fabricants d'ensembles de câbles en tant qu'objectifs de conception. Les exigences normatives constituent les critères de réussite et d'échec pour la conformité des ensembles de câbles.

3.7.2.1 Caractéristiques recommandées pour les ensembles de câbles passifs USB SuperSpeed

3.7.2.1.1 Perte d'insertion différentielle (informative)

La Figure 3-34 représente le facteur d'adaptation de l'insertion différentielle maximale pour un ensemble de câbles *USB 3.1* de deuxième génération Type-C, définie par les valeurs maximales suivantes: (100 MHz, -2 dB), (2,5 GHz, -4 dB), (5 GHz, -6 dB), (10 GHz, -11 dB) et (15 GHz, -20 dB).

Figure 3-34 – Exigence concernant la perte d'insertion différentielle recommandée

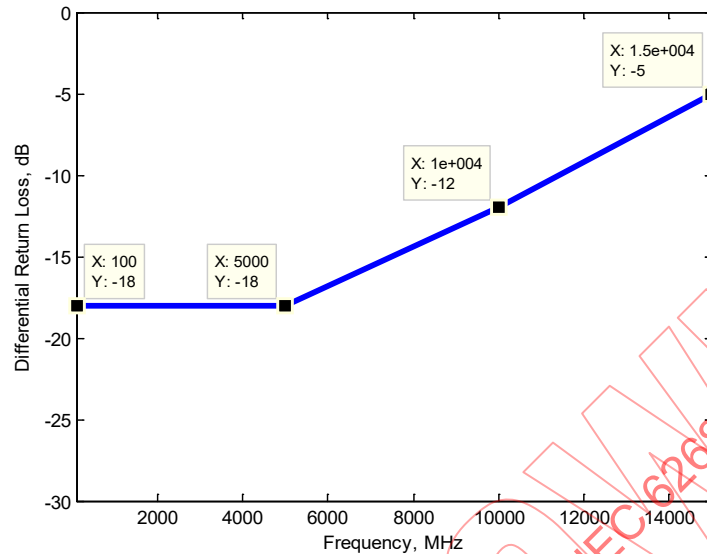


Anglais	Français
Differential Insertion Loss, dB	Affaiblissement différentiel d'insertion, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.1.2 Facteur d'adaptation différentiel (informatif)

La Figure 3-35 représente les limites du facteur d'adaptation différentiel maximal, défini par les points suivants: (100 MHz, -18 dB), (5 GHz, -18 dB), (10 GHz, -12 dB) et (15 GHz, -5 dB).

Figure 3-35 – Exigence concernant le facteur d'adaptation différentiel recommandé

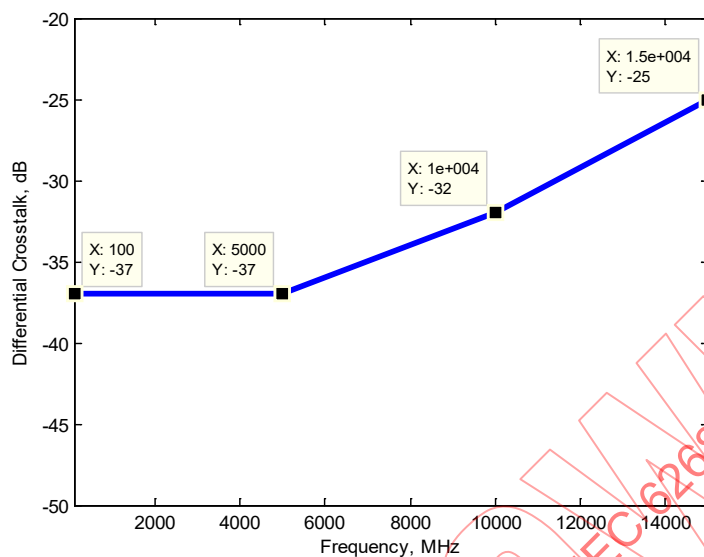


Anglais	Français
Differential Return Loss, dB	Facteur d'adaptation différentiel, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.1.3 Paradiaphonie et télédiaphonie différentielles entre les paires SuperSpeed (informatives)

La paradiaphonie (DDNEXT) et la télédiaphonie (DDFEXT) sont spécifiées, comme représenté à la Figure 3-36. Les limites de DDNEXT/DDFEXT sont définies par les valeurs maximales suivantes: (100 MHz, -37 dB), (5 GHz, -37 dB), (10 GHz, -32 dB) et (15 GHz, -25 dB).

Figure 3-36 – Exigence concernant la diaphonie différentielle recommandée

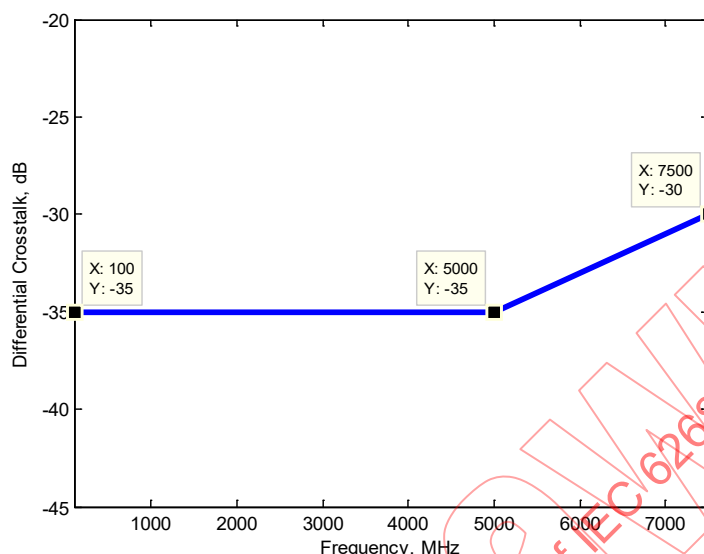


Anglais	Français
Differential Crosstalk, dB	Diaphonie différentielle, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.1.4 Diaphonie différentielle entre la paire USB D+/D- et la paire USB SuperSpeed (informative)

Il convient de gérer la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire USB D+/D- et la paire USB SuperSpeed de sorte qu'elle ne dépasse pas les limites représentées à la Figure 3-37. Les limites sont définies par les points suivants: (100 MHz, -35 dB), (5 GHz, -35 dB) et (7,5 GHz, -30 dB).

Figure 3-37 – Exigence concernant la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles recommandées entre la paire USB D+/D– et la paire USB SuperSpeed



Anglais	Français
Differential Crosstalk, dB	Diaphonie différentielle, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

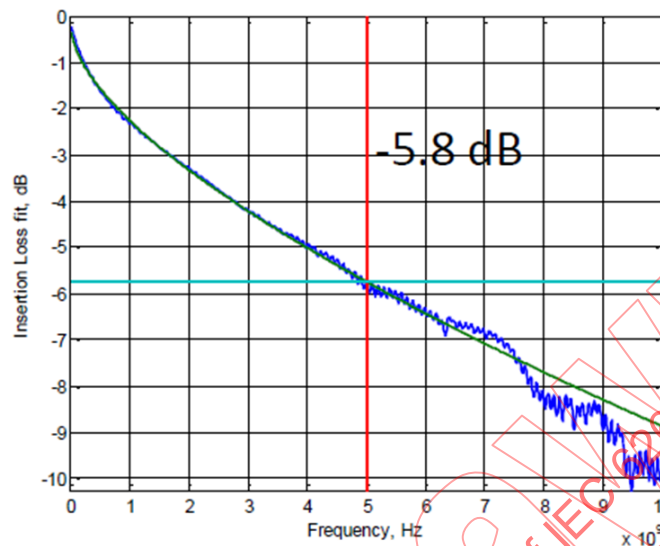
3.7.2.2 Exigences normatives concernant l'ensemble de câbles passif SuperSpeed

Les paramètres intégrés sont utilisés pour la conformité de l'ensemble de câbles (sauf pour la perte d'insertion et la conversion du mode différentiel en mode commun) pour éviter un potentiel rejet d'un ensemble de câbles opérationnel qui peut ne pas être conforme à la spécification traditionnelle des paramètres S à faible fréquence.

3.7.2.2.1 Ajustement de la perte d'insertion aux fréquences de Nyquist (normatif)

L'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist mesure l'affaiblissement de l'ensemble de câbles. Pour obtenir l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist, la perte d'insertion différentielle mesurée pour l'ensemble de câbles est ajustée avec une fonction de lissage. Un algorithme et un outil d'ajustement normalisés doivent être utilisés pour extraire l'ajustement de la perte d'insertion aux fréquences de Nyquist. Pour obtenir une description plus détaillée de l'ajustement de la perte d'insertion, se référer à la documentation disponible sur la page Cable Assembly and Connector Test Requirements du site Web de l'USB-IF. La Figure 3-38 représente un exemple de perte d'insertion, mesurée pour un ensemble de câbles, puis ajustée avec une fonction de lissage. L'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist de l'USB SuperSpeed de deuxième génération (5 GHz) est de -5,8 dB.

Figure 3-38 – Représentation de l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist



Anglais	Français
Insertion Loss fit, dB	Ajustement de l'affaiblissement d'insertion, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

L'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist ($IL_{fitatNq}$) doit satisfaire aux exigences suivantes:

- ≥ -4 dB à 2,5 GHz;
- ≥ -6 dB à 5 GHz, et
- ≥ -11 dB à 10 GHz.

Les fréquences de Nyquist sont de 2,5 GHz, 5 GHz et 10 GHz pour respectivement USB SuperSpeed de première génération, USB SuperSpeed de deuxième génération et un éventuel futur débit de données USB de 20 Gbps.

L'ensemble de câbles USB SuperSpeed de première génération, uniquement Type-C vers Type-C, est admis par la présente spécification et doit satisfaire aux exigences suivantes en ce qui concerne l'ajustement de la perte d'insertion à la fréquence de Nyquist:

- $\geq -7,0$ dB à 2,5 GHz, et
- > -12 dB à 5 GHz.

Cet ajustement d'insertion à la fréquence de Nyquist permet à l'ensemble de câbles USB SuperSpeed de première génération, uniquement Type-C vers Type-C, d'atteindre une longueur totale de deux mètres environ.

3.7.2.2.2 Multi-réflexion intégrée (normative)

L'écart de la perte d'insertion (ILD) est défini comme suit:

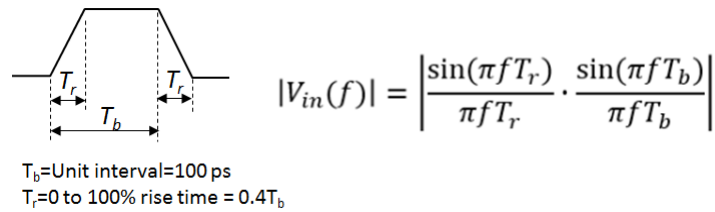
$$ILD(f) = IL(f) - IL_{fit}(f)$$

Il mesure l'ondulation de la perte d'insertion, provoquée par les multiples réflexions à l'intérieur de l'ensemble de câbles (couplé au montage). L'intégration de $ILD(f)$ est appelée "multi-réflexion intégrée" (IMR, integrated multi-reflection):

$$IMR = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |ILD(f)|^2 |Vin(f)|^2 df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

où $f_{max} = 12,5$ GHz et $Vin(f)$ est le spectre d'une impulsion trapézoïdale en entrée, défini à la Figure 3-39.

Figure 3-39 – Spectre d'une impulsion en entrée



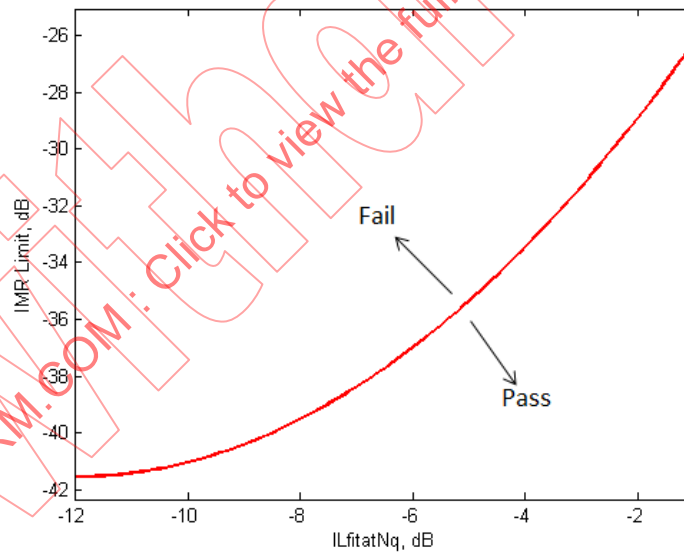
Anglais	Français
$T_b = \text{Unit interval} = 100 \text{ ps}$	$T_b = \text{intervalle unitaire} = 100 \text{ ps}$
$T_r = 0 \text{ à } 100\% \text{ rise time} = 0,4 T_b$	$T_r = 0 \text{ à } 100\% \text{ temps de montée} = 0,4 T_b$

L'IMR dépend de ILfitatNq. Une valeur plus élevée d'IMR peut être tolérée lorsque ILfitatNq diminue. La limite d'IMR est spécifiée en fonction de ILfitatNq:

$$IMR \leq 0.126 \cdot ILfitatNq^2 + 3.024 \cdot ILfitatNq - 23.392.$$

Elle est représentée à la Figure 3-40.

Figure 3-40 – Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq



Anglais	Français
IMR Limit, dB	Limite IMR, dB
ILfitatNq, dB	ILfitatNq, dB

3.7.2.2.3 Diaphonie intégrée entre les paires SuperSpeed (normative)

La diaphonie intégrée entre l'ensemble des paires USB SuperSpeed est calculée avec les équations suivantes:

$$INEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (|Vin(f)|^2 (|NEX(f)|^2 + 0.125^2 \cdot |C2D(f)|^2) + |Vdd(f)|^2 |NEXd(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

$$IFEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (|Vin(f)|^2 (|FEXT(f)|^2 + 0.125^2 \cdot |C2D(f)|^2) + |Vdd(f)|^2 |FEXTd(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

où $NEXT(f)$, $FEXT(f)$ et $C2D(f)$ correspondent à la paradiaphonie et à la télédiaphonie mesurées entre les paires USB SuperSpeed, et à la conversion du mode commun en mode différentiel, respectivement. Le facteur de $0,125^2$ tient compte de l'hypothèse selon laquelle l'amplitude du mode commun correspond à 12,5 % de l'amplitude différentielle. $NEXd(f)$ et $FEXTd(f)$ correspondent respectivement à la paradiaphonie et à la télédiaphonie entre la paire D+/D- et la paire SuperSpeed. $Vdd(f)$ est le spectre d'impulsion en entrée, évalué au moyen de l'équation représentée à la Figure 3-39 avec $T_b = 2,08$ ns.

L'intégration doit être effectuée pour chaque NEXT et FEXT entre toutes les paires différentielles. Les valeurs les plus élevées de INEXT et IFEXT doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- $INEXT \leq -40$ dB à 12,5 GHz, pour TX1 à RX1, TX2 à RX2, TX1 à RX2, TX2 à RX1, TX1 à TX2 et RX1 à RX2;
- $IFEXT \leq -40$ dB à 12,5 GHz, pour TX1 à RX1, TX2 à RX2, TX1 à RX2, TX2 à RX1, TX1 à TX2 et RX1 à RX2.

La diaphonie entre ports (TX1 à RX2, TX2 à RX1, TX1 à TX2 et RX1 à RX2) est spécifiée pour prendre en charge les utilisations où les quatre paires SuperSpeed transmettent ou reçoivent des signaux simultanément, par exemple en mode alternatif.

La diaphonie entre la paire USB SuperSpeed et la paire USB 2.0 D+/D- doit être contrôlée pour garantir la robustesse de la liaison USB 2.0. Sachant que les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers Type-C Complet peuvent prendre en charge l'utilisation d'USB SuperSpeed ou d'un mode alternatif (par exemple DisplayPort), la diaphonie entre les quatre paires différentielles à grande vitesse et la paire D+/D- peut être une paradiaphonie, une télédiaphonie ou une combinaison des deux. La diaphonie intégrée avec D+/D- est calculée avec des équations suivantes:

$$IDDXT\_1NEXT + FEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 (|NEX1(f)|^2 + |FEXT(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |Vin(f)|^2 df}} \right)$$

où:

$NEXT$ = paradiaphonie entre la paire USB SuperSpeed TX et D+/D-

$FEXT$ = télédiaphonie entre la paire USB SuperSpeed RX et D+/D-

$f_{max} = 1,2$ GHz

$$IDDXT\_2NEXT = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |V_{in}(f)|^2 (|NEXT1(f)|^2 + |NEXT2(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |V_{in}(f)|^2 df}} \right)$$

où:

$NEXT1$ = paradiaphonie entre la paire USB SuperSpeed TX et D+/D-

$NEXT2$ = paradiaphonie entre la paire USB SuperSpeed RX (RX fonctionnant en mode TX) et D+/D-

$f_{max} = 1,2$ GHz

L'intégration doit être effectuée pour NEXT + FEXT et 2NEXT sur D+/D- à partir des deux paires différentielles situées en A2, A3, B10 et B11 (voir Figure 2-2) et pour NEXT + FEXT et 2NEXT sur D+/D- à partir des deux paires différentielles situées en B2, B3, A10 et A11 (voir Figure 2-2). Les mesures sont réalisées dans deux ensembles afin de réduire le plus possible le nombre de ports exigés pour chaque mesure. La diaphonie différentielle intégrée sur D+/D- doit satisfaire aux exigences suivantes:

- $IDDXT\_1NEXT + FEXT \leq -34,5$ dB;
- $IDDXT\_2NEXT \leq -33$ dB.

3.7.2.2.4 Facteur d'adaptation intégré (normatif)

Le facteur d'adaptation intégré (IRL, integrated return loss) gère la réflexion entre l'ensemble de câbles et le reste du système (hôte et dispositif). Il est défini comme suit:

$$IRL = dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} |V_{in}(f)|^2 (|SDD21(f)|^2 (|SDD11(f)|^2 + |SDD22(f)|^2) df}{\int_0^{f_{max}} |V_{in}(f)|^2 df}} \right)$$

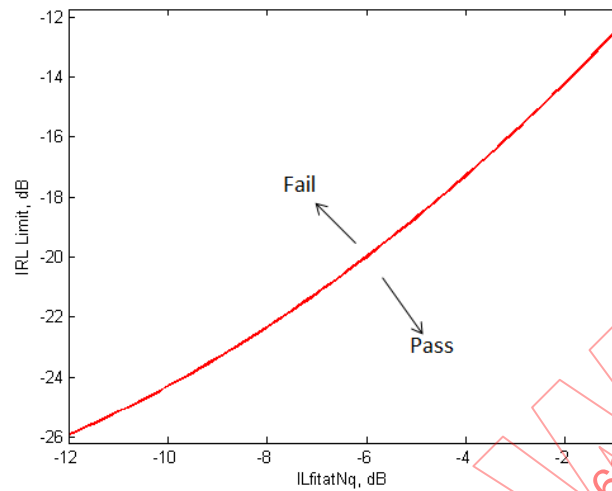
où $SDD21(f)$ est la perte d'insertion différentielle mesurée pour l'ensemble de câbles, $SDD11(f)$ et $SDD22(f)$ sont les facteurs d'adaptation mesurés pour l'ensemble de câbles côté gauche et côté droit, respectivement, d'une paire différentielle.

L'IRL dépend également fortement de $IL_{fitatNq}$, et sa limite est spécifiée en fonction de $IL_{fitatNq}$:

$$IRL \leq 0.046 \cdot IL_{fitatNq}^2 + 1.812 \cdot IL_{fitatNq} - 10.784.$$

Il est représenté à la Figure 3-41.

Figure 3-41 – Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq

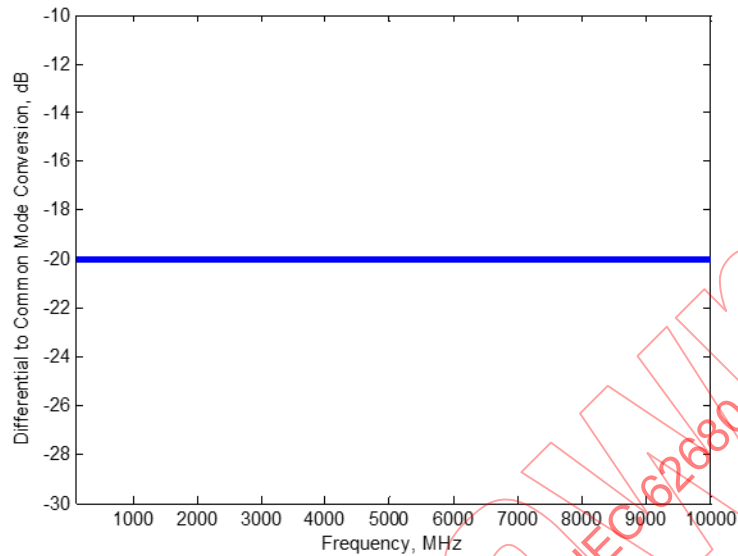


Anglais	Français
IMR Limit, dB	Limite IRM, dB
ILfitatNq, dB	ILfitatNq, dB

3.7.2.2.5 Conversion du mode différentiel en mode commun (normative)

La conversion du mode différentiel en mode commun permet de contrôler l'injection de bruit en mode commun, de l'ensemble de câbles dans l'hôte ou le dispositif. La Figure 3-42 représente l'exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun (SCD12/SCD21). Un ensemble de câbles couplé réussit si sa conversion SCD12/SCD21 est inférieure ou égale à -20 dB, de 100 MHz à 10 GHz.

Figure 3-42 – Exigence concernant la conversion du mode différentiel en mode commun



Anglais	Français
Differential to Comm on Mode Conversion, dB	Ecart avec Mode de Conversion Commun, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.3 Exigences concernant le signal à basse vitesse (normatives)

Les informations suivantes spécifient les exigences électriques concernant les fils CC et SBU, ainsi que le couplage des fils CC, USB D+/D-, VBUS et SBU.

Les fils CC et SBU peuvent être écrantés ou non, et leurs propriétés doivent être conformes au Tableau 3-23.

Tableau 3-23 – Exigences électriques concernant les fils CC et SBU

Nom	Description	Min	Max	Unités
zCable_CC	Impédance caractéristique du câble sur le fil CC	32	93	Ω
rCable_CC	Résistance en courant continu sur le fil CC dans le câble		15	Ω
tCableDelay_CC	Délai de propagation sur le fil CC dans le câble		26	ns
cCablePlug_CC	Capacité du câble pour chaque Connecteur mâle sur le fil CC		25	pF
zCable_SBU	Impédance des caractéristiques de câble sur les fils SBU	32	53	Ω
tCableDelay_SBU	Délai de propagation de câble sur les fils SBU		26	ns
rCable_SBU	Résistance en courant continu des fils SBU dans le câble		5	Ω
SBU SE Perte d'insertion	Perte d'insertion asymétrique SBU dans le câble		2 à 0,5 MHz 4 à 1 MHz 9 à 10 MHz 10,7 à 25 MHz 11,9 à 50 MHz 13 à 100 MHz	dB

Le couplage ou la diaphonie (paradiaphonie et télédiaphonie) doivent être contrôlés pour les signaux à basse vitesse. Le Tableau 3-24 décrit la matrice des couplages spécifiés.

Tableau 3-24 – Matrice de couplage pour les signaux à basse vitesse

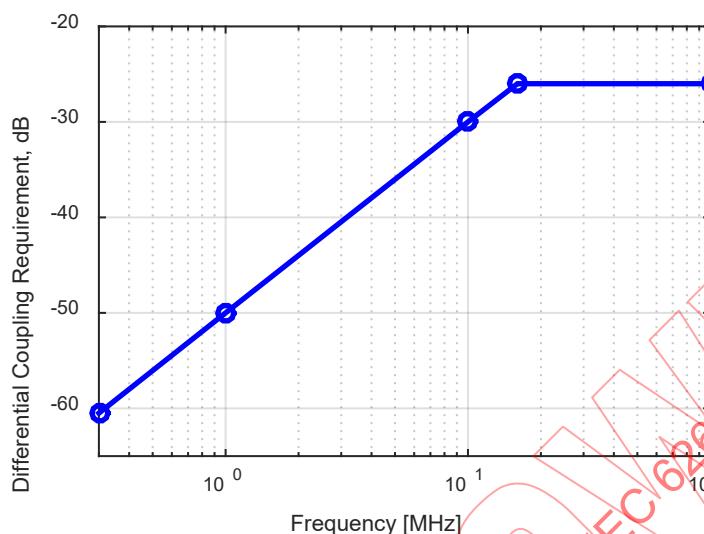
Matrice de couplage	D- (SE)	D+/D- (DF)	V _{BUS}	SBU_B/SBU_A (SE)
CC	FF, CT	FF, CT	FF, CT	FF
D+/D- (DF)	N/A	N/A	FF, CT	FF
SBU_A/SBU_B	N/A	FF	FF	FF

DF: Différentiel; FF: Câble complet; CT: Câble de charge (fonction USB 2.0 incluse).

3.7.2.3.1 Courant Continu vers USB D+/D- (normatif)

Le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D- doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-43. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -60,5 dB), (1 MHz, -50 dB), (10 MHz, -30 dB), (16 MHz, -26 dB) et (100 MHz, -26 dB).

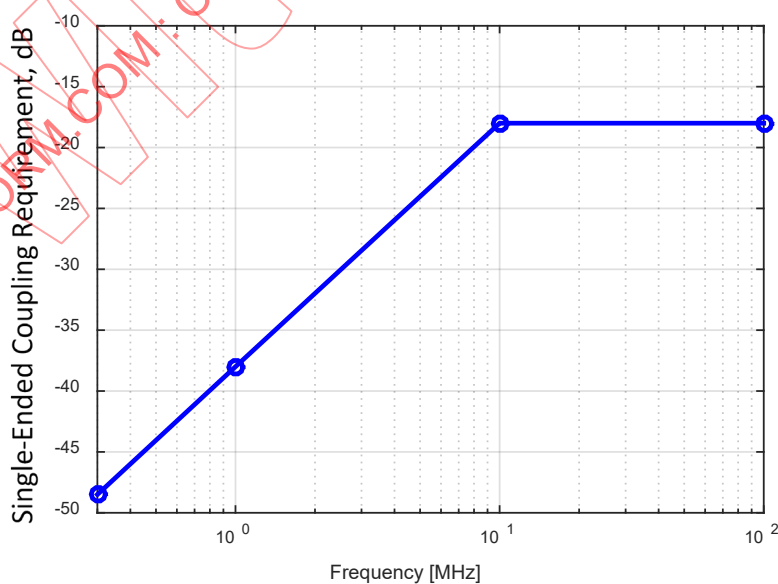
Figure 3-43 – Exigence concernant le couplage différentiel entre le fil CC et le fil D+/D–



Anglais	Français
Differential Coupling Requirement, dB	Exigence de couplage différentiel, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

Pour les câbles USB 2.0 Type-C, le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D– doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-44. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -48,5 dB), (1 MHz, -38 dB), (10 MHz, -18 dB) et (100 MHz, -18 dB).

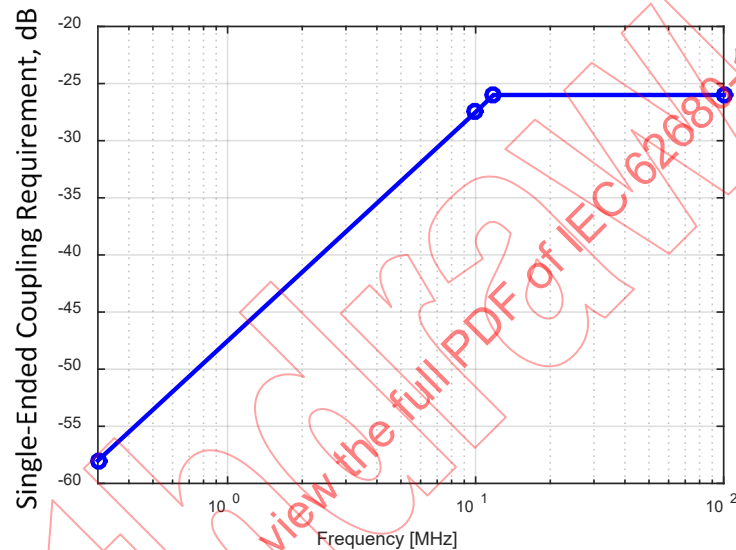
Figure 3-44 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D– dans les câbles USB 2.0 Type-C



Anglais	Français
Single-Ended Coupling requirement, dB	Exigence de couplage par une seule extrémité, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

Pour les câbles USB Type-C Complet, le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D– doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-45. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -8 dB), (10 MHz, -27,5 dB), (11,8 MHz, -26 dB) et (100 MHz, -26 dB).

Figure 3-45 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre le fil CC et le fil D– dans les câbles USB Type-C Complet

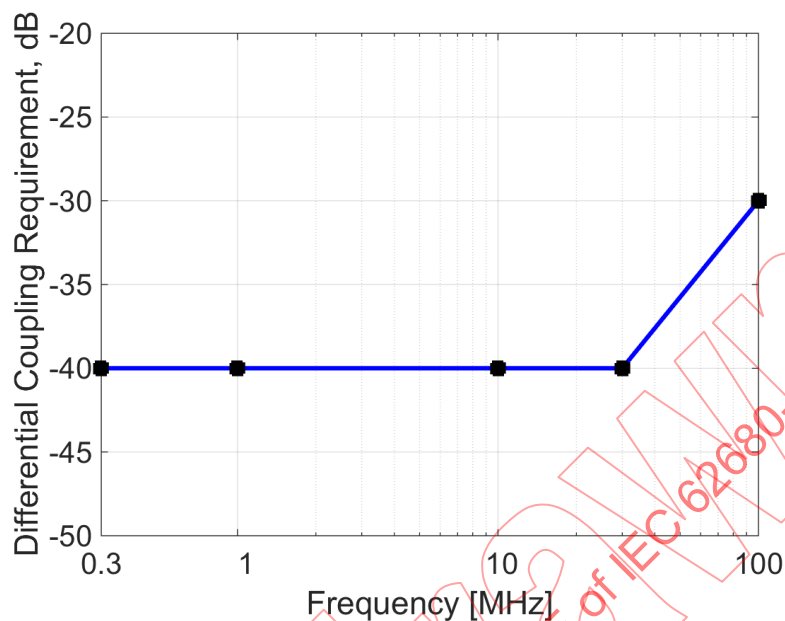


Anglais	Français
Single-Ended Coupling requirement, dB	Exigence de couplage par une seule extrémité, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.3.2 Couplage VBus avec SBU_A/SBU_B, CC et USB D+/D– (normatif)

Le couplage différentiel entre VBus et USB D+/D– doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-46. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -40 dB), (1 MHz, -40 dB), (30 MHz, -40 dB) et (100 MHz, -30 dB).

Figure 3-46 – Exigence concernant le couplage différentiel entre VBUS et D+/D-



Anglais	Français
Differential Coupling requirement, dB	
Frequency, MHz	

L'inductance maximale de la boucle VBUS doit être de 900 nH et l'inductance mutuelle maximale (M) entre VBUS et les lignes de signaux à basse vitesse (CC, SBU_A, SBU_B, D+, D-) doit être spécifiée dans le Tableau 3-25 pour limiter le couplage inductif du bruit VBUS sur les lignes de signaux à basse vitesse. Pour les câbles complets, la capacité de dérivation VBUS doit être comprise entre 8 nF et 500 nF, les valeurs comprises dans cette plage ayant une efficacité équivalente pour la dérivation du chemin retour à grande vitesse.

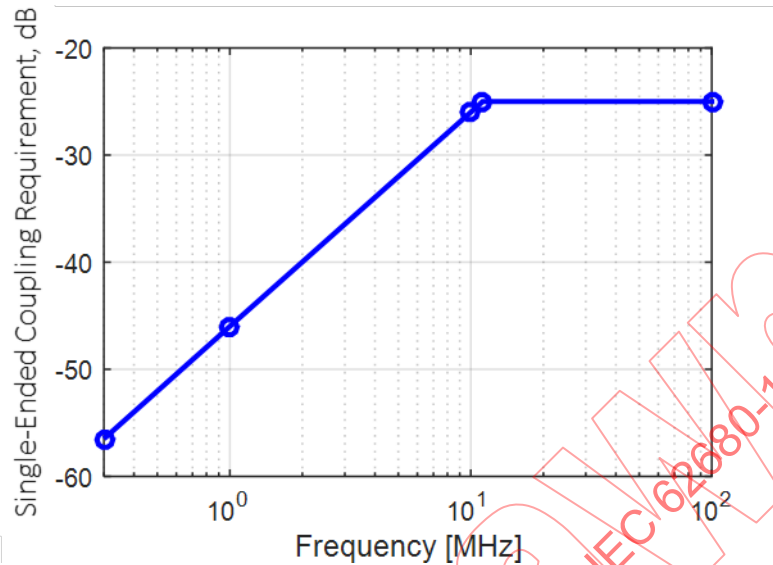
Tableau 3-25 – Inductance mutuelle maximale (M) entre VBUS et les lignes de signaux à basse vitesse

Fil à basse vitesse	Inductance mutuelle max. (nH)
CC	350
SBU_A, SBU_B	330
D+, D-	330

3.7.2.3.3 Couplage entre SBU_A et SBU_B (normatif)

Le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-47. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -56,5 dB), (1 MHz, -46 dB), (10 MHz, -26 dB), (11,2 MHz, -25 dB) et (100 MHz, -25 dB).

Figure 3-47 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A et SBU_B

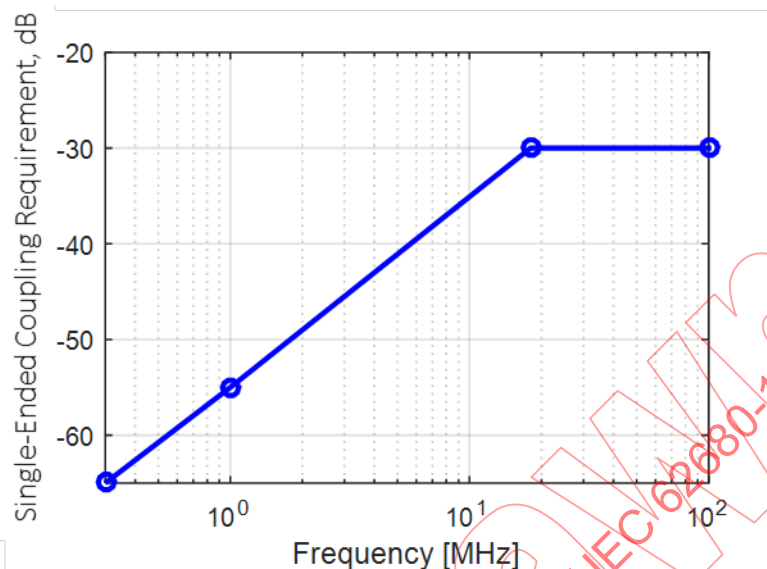


Anglais	Français
Single-Ended Coupling requirement, dB	Exigence de couplage par une seule extrémité, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.3.4 Couplage entre SBU_A/SBU_B et CC (normatif)

Le couplage asymétrique entre SBU_A et CC, et entre SBU_B et CC doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-48. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -65 dB), (1 MHz, -55 dB), (18 MHz, -30 dB) et (100 MHz, -30 dB).

Figure 3-48 – Exigence concernant le couplage asymétrique entre SBU_A/SBU_B et CC

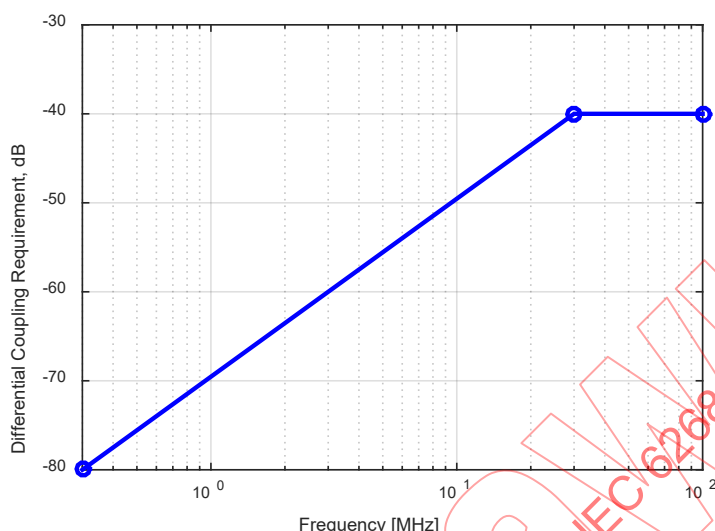


Anglais	Français
Single-Ended Coupling requirement, dB	Exigence de couplage asymétrique, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.3.5 Couplage entre SBU_A/SBU_B et USB D+/D- (normatif)

Le couplage entre SBU_A et D+/D- en mode différentiel, et entre SBU_B et D+/D- en mode différentiel doit être au-dessous de la limite représentée à la Figure 3-49. La limite est définie avec les valeurs maximales suivantes: (0,3 MHz, -80 dB), (30 MHz, -40 dB) et (100 MHz, -40 dB).

Figure 3-49 – Exigence concernant le couplage entre SBU_A et D+/D– en mode différentiel, et entre SBU_B et D+/D– en mode différentiel



Anglais	Français
Differential Coupling requirement, dB	Exigence de couplage différentiel, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)

3.7.2.4 Exigences concernant le signal USB D+/D– (normatives)

Les lignes USB D+/D– de l'ensemble de câbles passifs USB Type-C vers USB Type-C doivent satisfaire aux exigences définies dans le Tableau 3-26.

Tableau 3-26 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles câble-connecteur passif USB Type-C vers USB Type-C

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Impédance différentielle	EIA 364-108 Cet essai garantit que l'impédance des lignes D+/D– de l'ensemble de câbles est correcte. Pour l'ensemble de l'ensemble de câbles.	75 Ω min. et 105 Ω max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Temps de propagation	EIA 364-103 L'objectif de cet essai est de vérifier la propagation de bout en bout des lignes D+/D– de l'ensemble de câbles.	26 ns max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Obliquité dans les paires	EIA 364 - 103 Cet essai garantit que les signaux des lignes D+ et D– de l'ensemble câble-connecteur atteignent le récepteur en même temps.	100 ps max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Affaiblissement des paires D+/D–	EIA 364 - 101 Cet essai garantit que la paire D+/D– d'un ensemble de câbles est capable de fournir une puissance de signal adéquate au récepteur afin de maintenir un taux d'erreur faible.	≥ -1,02 dB à 50 MHz ≥ -1,43 dB à 100 MHz ≥ -2,40 dB à 200 MHz ≥ -4,35 dB à 400 MHz

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
D+ ou D- Résistance en courant continu	Cet essai garantit que la plage de résistances en CC du fil D+/D- est correcte afin de prévoir le niveau d'EOP et régler le niveau de déconnexion de l'USB 2.0.	3,5 Ω max.

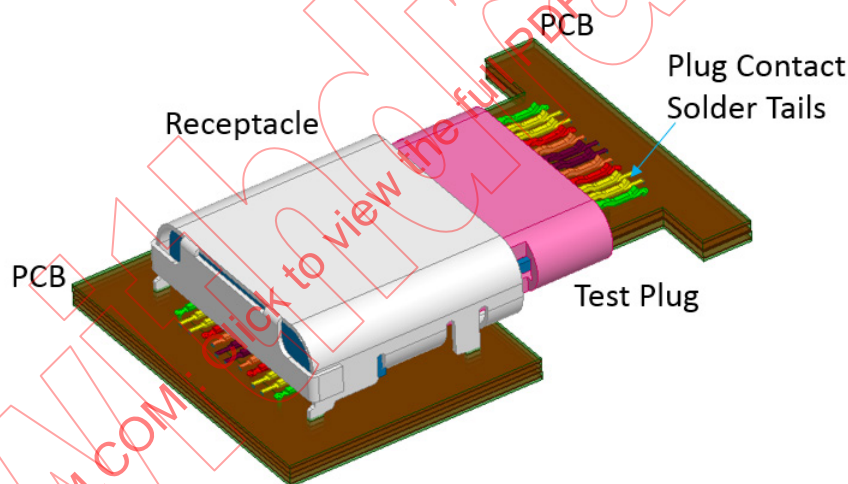
3.7.2.5 Tolérance sur tension continue VBUS (normative)

Un ensemble de câbles USB Type-C vers USB Type-C doit tolérer une tension VBUS de 21 V CC au courant assigné de câble (c.-à-d. 3 A ou 5 A) appliquée pendant une heure comme condition préalable à l'essai portant sur les caractéristiques électriques de l'ensemble de câbles.

3.7.3 Connecteur couplé (informatif)

Le connecteur couplé défini dans la présente spécification pour USB Type-C se compose d'un connecteur femelle monté sur une PCB, représentant le mode d'utilisation du connecteur femelle dans un matériel, et d'un connecteur mâle d'essai, lui-même monté sur une PCB (carte d'accès) sans câble. Cet ensemble est représenté à la Figure 3-50. Noter que le connecteur mâle d'essai est également utilisé lors de l'essai portant sur les paires TX/RX hôte/dispositif.

Figure 3-50 – Représentation du connecteur couplé USB Type-C

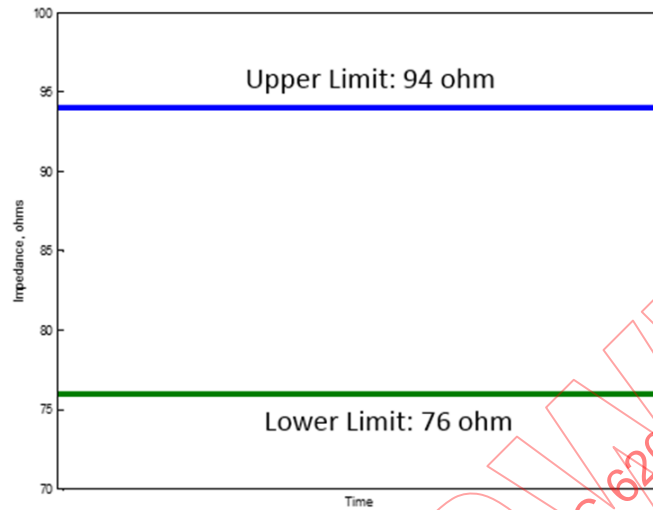


Anglais	Français
PCB	PCB
Receptacle	Connecteur femelle
Test Plug	Connecteur mâle à l'essai
Plug Contact Solder Tails	Pattes de contact soudées du connecteur mâle

3.7.3.1 Impédance différentielle (informative)

L'impédance cible du connecteur couplé est spécifiée pour réduire le plus possible la réflexion émise par le connecteur. Il convient que l'impédance différentielle d'un connecteur couplé soit de $85 \Omega \pm 9 \Omega$, pour un temps de montée de 40 ps (20 % – 80 %). Il convient que le profil d'impédance d'un connecteur couplé se situe dans les limites représentées à la Figure 3-51.

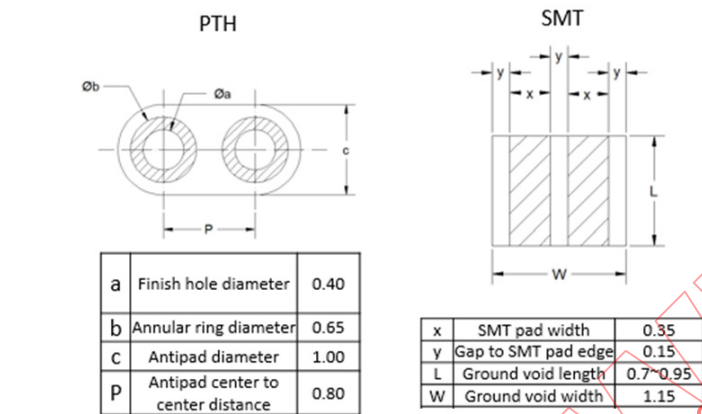
Figure 3-51 – Limites d'impédance recommandées d'un connecteur couplé USB Type-C



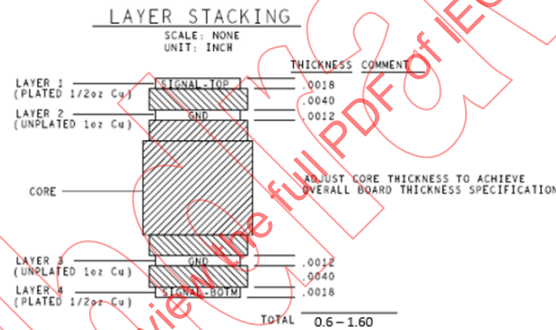
Anglais	Français
Impedance, Ω	Impédance, Ω
Upper Limit: 94 ohm	Limite supérieure : 94 Ω
Lower Limit: 76 ohm	Limite inférieure : 76 Ω
Time	Tempo

Il convient de modéliser, au moyen de la solution 3D Field Solver, l'empilage de la PCB, la géométrie des fils et la géométrie des pastilles de soudure afin d'optimiser les performances électriques. Des exemples de vides de terre sous les plaques de signal, basés sur la géométrie des plaques, le type de montages et l'empilage de la PCB sont représentés à la Figure 3-52.

Figure 3-52 – Dimensions recommandées des vides de terre pour un connecteur femelle USB Type-C



Unit: mm



Anglais	Français
PTH	Trou métallisé
SMT	SMT
Finish hole diameter	Diamètre final du trou
Annular ring diameter	Diamètre de bague
Antipad diameter	Diamètre du contrepatin
Antipad center to center distance	Distance centre-à-centre du patin
SMT pad width	Largeur du patin SMT
Gap to SMT pad edge	Ecart avec l'arête du patin SMT
Ground void length	Longueur du vide GND
Ground void width	Largeur du vide GND
LAYER STACKING	STRATES
SCALE: NONE	Echelle : Néant
UNIT: INCH	Unité Pouces
LAYER 1 (PLATED 1/2oz Cu)	Couche 1 (Plaqué, 1/2 once de Cu)
LAYER 2 (UNPLATED 1oz Cu)	Couche 2 (Non plaqué, 1 once de Cu)
CORE	ÂME

LAYER 3 (UNPLATED 1 _{oz} Cu)	Couche 3 (Non plaqué, 1 once de Cu)
LAYER 4 (PLATED 1/2 _{oz} Cu)	Couche 4 (Plaqué, 1/2 once de Cu)
SIGNAL - TOP	Signal - Haut
GND	GND
SIGNAL - BOTM	Signal - Bas
THICKNESS	Epaisseur
COMMENT	Commentaire
ADJUST CORE THICKNESS TO ACHIEVE AVERALL BOARD THICKNESS SPECIFICATION	Ajuster l'épaisseur du noyau pour mise en conformité avec les spécifications relatives à l'épaisseur totale de la paroi
TOTAL	TOTAL

3.7.3.2 Caractéristiques recommandées d'intégrité de signal et de paramètre S différentiel pour un connecteur couplé (informatives)

Les caractéristiques recommandées d'intégrité de signal pour une paire de connecteurs couplés USB Type-C sont répertoriées dans le Tableau 3-27.

Tableau 3-27 – Caractéristiques recommandées d'intégrité de signal pour un connecteur couplé USB Type-C (informatives)

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Ajustement de la perte d'insertion différentielle aux fréquences de Nyquist (ILfitatNq)	ILfitatNq est évalué aux fréquences de Nyquist SuperSpeed de première génération, de deuxième génération et une éventuelle génération 20 Gbps.	$\geq -0,6$ dB à 2,5 GHz $\geq -0,8$ dB à 5 GHz $\geq -1,0$ dB à 10 GHz
Multi-réflexion différentielle intégrée (IMR)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	≤ -40 dB
Paradiaphonie différentielle intégrée sur SuperSpeed (INEXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEX(f) ^2 + 0,125^2 \cdot C2D(f) ^2) df + \int_0^{f_{max}} Vdd(f) ^2 NEXd(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ où: NEX = NEX entre les paires SuperSpeed NEXd = NEX entre les paires D+/D- et SuperSpeed	≤ -44 dB
Télediaphonie différentielle intégrée sur SuperSpeed (IFEXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (FEXT(f) ^2 + 0,125^2 \cdot C2D(f) ^2) df + \int_0^{f_{max}} Vdd(f) ^2 FEXTd(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ où: FEXT = NEX entre les paires SuperSpeed FEXTd = NEX entre les paires D+/D- et SuperSpeed	≤ -44 dB
Diaphonie différentielle sur D+/D-	Paradiaphonie et télediaphonie différentielles entre la paire D+/D- et la paire SuperSpeed dans les connecteurs couplés.	Voir Figure 3-53
Facteur d'adaptation intégré (IRL)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	≤ -18 dB
Conversion du mode différentiel en mode commun (SCD12 et SCD21)	La conversion du mode différentiel en mode commun permet de contrôler l'injection de bruit en mode commun, de l'ensemble de câbles dans l'hôte ou le dispositif. Plage de fréquences: 100 MHz ~ 10 GHz	Voir Figure 3-54

Note:

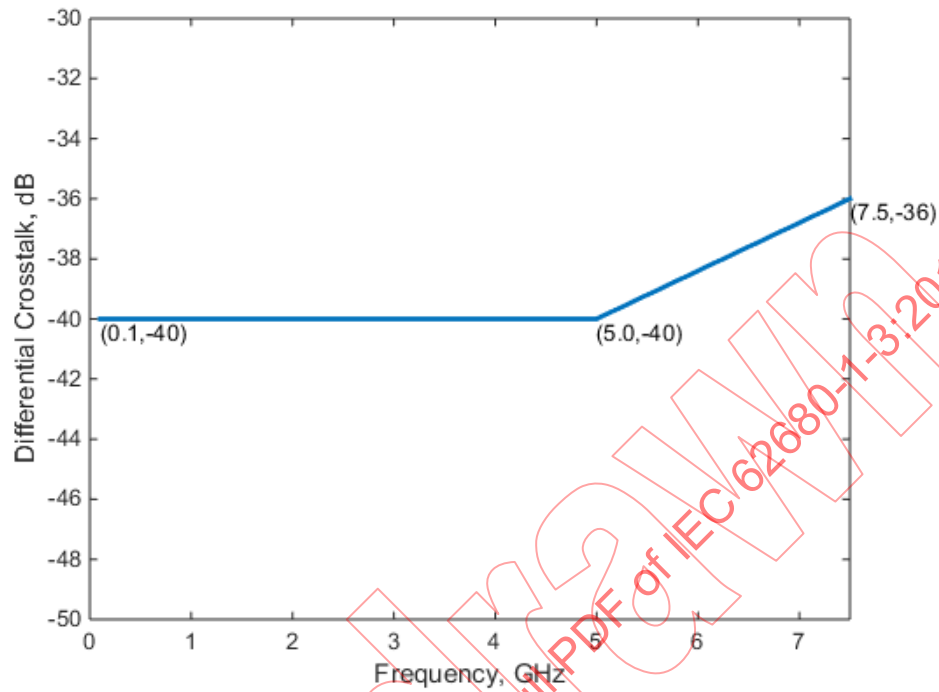
f_{max} = 12,5 GHz (sauf spécification contraire);

$Vin(f)$ est défini à la Figure 3-39 avec T_b (UI) = 100 ps;

$Vdd(f)$ est également défini à la Figure 3-39 avec T_b (UI) = 2,08 ns;

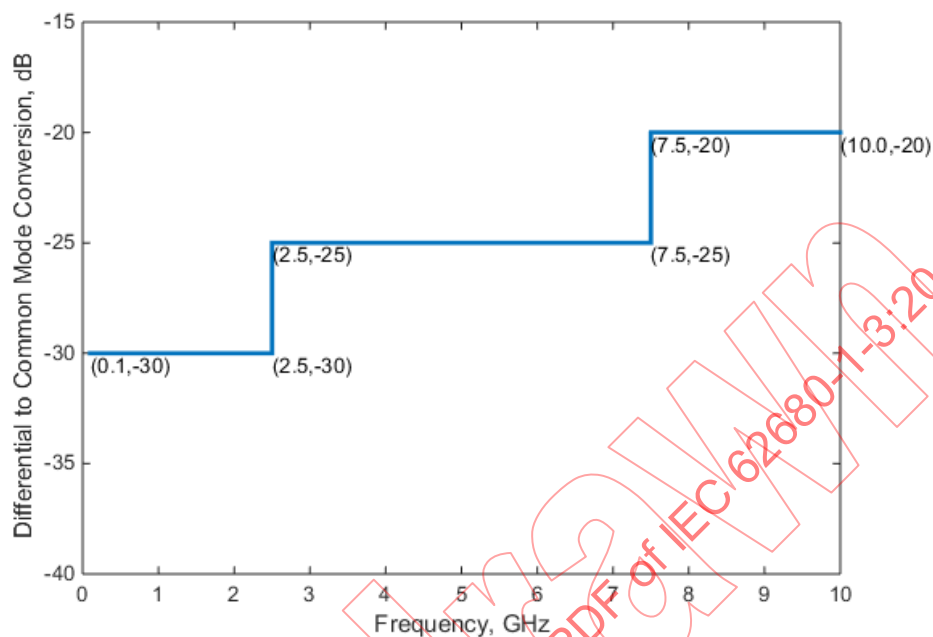
$C2D(f)$ = paradiaphonie et télediaphonie mesurées entre les paires USB SuperSpeed, et conversion du mode commun en mode différentiel, respectivement. Le facteur de 0,125² tient compte de l'hypothèse selon laquelle l'amplitude du mode commun correspond à 12,5 % de l'amplitude différentielle.

Figure 3-53 – Limites recommandées pour la paradiaphonie et la télédiaphonie différentielles entre la paire D+/D– et la paire SuperSpeed



Anglais	Français
Differential Crosstalk, dB	Diaphonie différentielle, dB
Frequency, GHz	Fréquence (GHz)

Figure 3-54 – Limites recommandées pour la conversion du mode différentiel en mode commun



Anglais	Français
Differential to Common Mode Conversion, dB	Ecart avec Mode de Conversion Commun, dB
Frequency, GHz	Fréquence (GHz)

3.7.4 Ensembles de câble USB Type-C vers connecteurs existants (normatifs)

Les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs existants peuvent prendre en charge *USB 2.0* uniquement, ou *USB 3.1* de deuxième génération. Les ensembles câble-connecteur *USB 3.1* de première génération, uniquement Type-C vers connecteurs existants, ne sont pas admis.

3.7.4.1 Ensembles de câble USB 2.0 uniquement (normatifs)

Les ensembles câble-connecteur *USB 2.0*, uniquement Type-C, vers connecteurs existants incluent:

- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle *USB 2.0* Norme-A;
- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle *USB 2.0* Norme-B;
- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle *USB 2.0* Micro-B;
- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle *USB 2.0* Mini-B.

Les exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D- sont spécifiées dans le Tableau 3-28.

**Tableau 3-28 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles câble-connecteur
USB Type-C vers USB existant**

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Impédance différentielle	EIA 364-108 Cet essai garantit que l'impédance des lignes D+/D– de l'ensemble de câbles est correcte. Pour l'ensemble de l'ensemble de câbles.	75 Ω min. et 105 Ω max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Temps de propagation	EIA 364-103 L'objectif de cet essai est de vérifier la propagation de bout en bout des lignes D+/D– de l'ensemble de câbles.	10 ns max. pour un ensemble de câbles USB Type-C vers Micro-B; 20 ns max. pour tous les autres ensembles câble-connecteur USB Type-C vers USB existant. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Obliquité dans les paires	EIA 364 - 103 Cet essai garantit que les signaux des lignes D+ et D– de l'ensemble câble-connecteur atteignent le récepteur en même temps.	100 ps max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Affaiblissement des paires D+/D–	EIA 364 - 101 Cet essai garantit que la paire D+/D– d'un ensemble de câbles est capable de fournir une puissance de signal adéquate au récepteur afin de maintenir un taux d'erreur faible.	$\geq -1,02$ dB à 50 MHz $\geq -1,43$ dB à 100 MHz $\geq -2,40$ dB à 200 MHz $\geq -4,35$ dB à 400 MHz
D+ ou D– Résistance en courant continu	Cet essai garantit que la plage de résistances en CC du fil D+/D– est correcte afin de prévoir le niveau d'EOP et régler le niveau de déconnexion de l'USB 2.0.	3,5 Ω max.

3.7.4.2 Ensembles de câbles USB 3.1 deuxième génération (normatifs)

Les ensembles câble-connecteur existants USB Type-C vers USB 3.1, deuxième génération, incluent:

- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle USB 3.1 Norme-A;
- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle USB 3.1 Norme-B;
- connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle USB 3.1 Micro-B.

Les objectifs de conception pour ces câbles sont donnés à titre informatif dans le Tableau 3-29.

Tableau 3-29 – Objectifs de conception pour les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers USB 3.1 deuxième génération existants (informatifs)

Éléments	Objectifs de conception
Impédance différentielle	76 Ω min. et 96 Ω max. Temps de montée: 40 ps (20 %-80 %)
Perte d'insertion différentielle	≥ -2 dB à 100 MHz ≥ -4 dB à 2,5 GHz, sauf pour l'ensemble de câbles Connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle USB 3.1 Norme-A, dont les valeurs sont les suivantes: ≥ -3,5 dB à 2,5 GHz -6 dB max. à 5 GHz
NEXT différentielle entre les paires SuperSpeed	≤ -34 dB à 5 GHz
NEXT et FEXT différentielles entre les paires D+/D- et SuperSpeed	≤ -30 dB à 5 GHz

Les exigences normatives incluent la signalisation USB D+/D- spécifiée dans le Tableau 3-28 et les paramètres USB SuperSpeed spécifiés dans le Tableau 3-30.

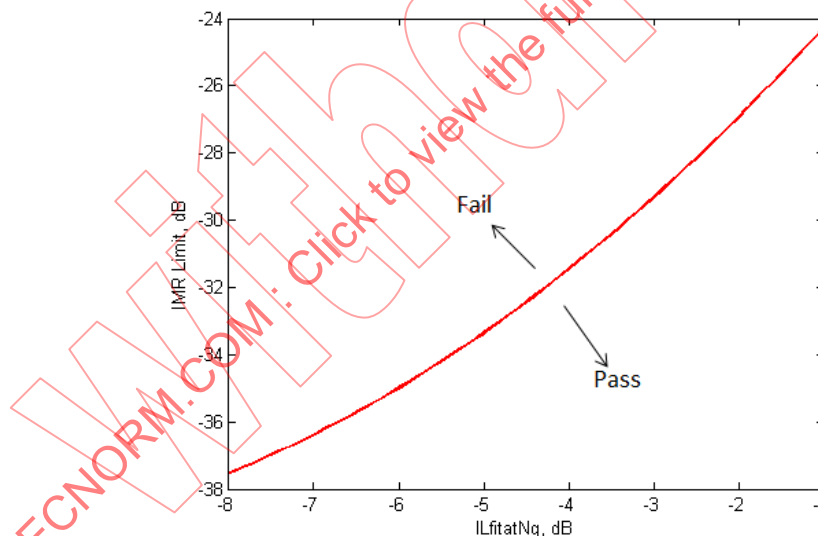
Tableau 3-30 – Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble de câbles USB Type-C vers USB 3.1 deuxième génération existant (normatives)

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Ajustement de la perte d'insertion différentielle aux fréquences de Nyquist (ILfitatNq)	ILfitatNq est évalué aux fréquences de Nyquist SuperSpeed première et deuxième génération	≥ -4 dB à 2,5 GHz, sauf pour l'ensemble de câbles Connecteur mâle USB Type-C vers Connecteur mâle USB 3.1 Norme-A, dont les valeurs sont les suivantes: ≥ -3,5 dB à 2,5 GHz ≥ -6 dB à 5 GHz
Multi-réflexion différentielle intégrée (IMR)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	$\leq 0.126 \cdot ILfitatNq^2 + 3.024 \cdot ILfitatNq - 21.392$ Voir Figure 3-55.
Diaphonie différentielle intégrée sur SuperSpeed (ISSXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (Vin(f) ^2 NEXTs(f) ^2 + Vdd(f) ^2 NEXTd(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ où: NEXT = NEXT entre les paires SuperSpeed NEXTd = NEXT entre les paires D+/D- et SuperSpeed Vdd(f) = spectre d'une impulsion en entrée sur la paire D+/D-, évalué au moyen de l'équation représentée à la Figure 3-39 avec Tb (UI) = 2,08 ns.	≤ -38 dB

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Diaphonie différentielle intégrée sur D+/D- (IDDXT)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEXT(f) ^2 + FEXT(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$ où: <i>NEXT</i> = paradiaphonie entre SuperSpeed et D+/D- <i>FEXT</i> = télédiaphonie entre SuperSpeed et D+/D- <i>fmax</i> = 1,2 GHz	≤ -28,5 dB
Facteur d'adaptation intégré (IRL)	$dB \left(\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df} \right)$	$\leq 0.046 \cdot ILfitatNq^2 + 1.812 \cdot ILfitatNq - 9.784$ Voir Figure 3-56.
Conversion du mode différentiel en mode commun (SCD12 et SCD21)	La conversion du mode différentiel en mode commun permet de contrôler l'injection de bruit en mode commun, de l'ensemble de câbles dans l'hôte ou le dispositif. Plage de fréquences: 100 MHz ~ 10 GHz	≤ -20 dB

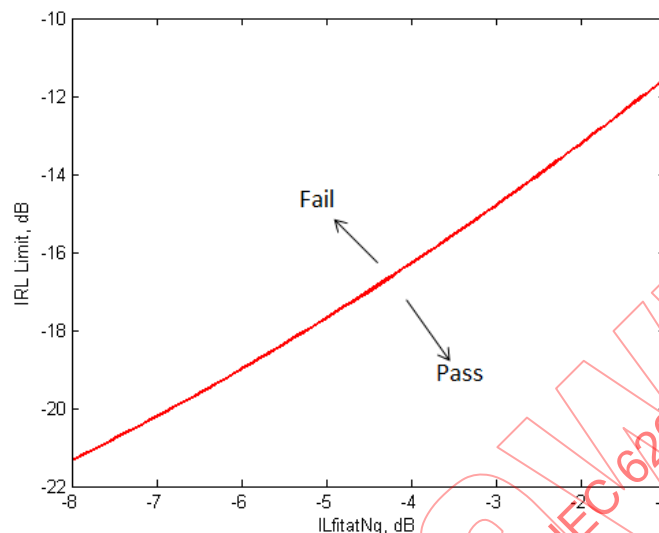
Note: *fmax* = 10 GHz (sauf spécification contraire); *Vin(f)* est défini à la Figure 3-39 avec *Tb* (UI) = 100 ps; et *Vdd(f)* est également défini à la Figure 3-39 avec *Tb* (UI) = 2,08 ns.

Figure 3-55 – Limite d'IMR en fonction de ILfitatNq pour un ensemble de câbles USB Type-C vers connecteur existant



Anglais	Français
IRM Limit, dB	Limite IRM, dB
ILfitatNq, dB	ILfitatNq, dB
Fail	Échec
Pass	Réussite

Figure 3-56 – Limite d'IRL en fonction de ILfitatNq pour un ensemble de câbles USB Type-C vers connecteur existant



Anglais	Français
IRM Limit, dB	Limite IRM, dB
ILfitatNq, dB	ILfitatNq, dB
Fail	Échec
Pass	Réussite

3.7.4.3 Connecteurs mâles USB existants conformes, utilisés dans les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs existants

Les exigences suivantes viennent s'ajouter aux exigences existantes pour les connecteurs existants, lorsqu'ils sont utilisés dans les ensembles câble-connecteurs USB Type-C vers connecteurs existants conformes.

3.7.4.3.1 Exigences concernant les matériaux de contact pour les ensembles USB Type-C vers USB Micro-B

Pour les ensembles USB Type-C vers USB Micro-B, modifier le matériau de contact dans le connecteur USB Micro-B pour obtenir la résistance de contact à faible niveau suivante (EIA 364-23B):

- 20 milliΩ (max.) initiaux pour les contacts VBUS et GND;
- variation maximale (delta) de +10 milliΩ après application de contraintes environnementales.

3.7.4.3.2 courant assigné des contacts pour les paires couplées de connecteurs USB Norme-A, USB Norme-B et USB Micro-B (EIA 364-70, Méthode 2)

Lorsqu'un courant de 3 A est appliqué à la broche VBUS et à sa broche GND correspondante (c'est-à-dire aux broches 1 et 4 dans un connecteur USB Norme-A ou USB Norme-B ou aux broches 1 et 5 dans un connecteur USB Micro-B), la température delta ne doit pas dépasser +30 °C, quel que soit le point des connecteurs soumis à l'essai, lorsque la mesure est réalisée à une température ambiante de 25 °C.

3.7.5 Ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers USB existants (normatifs)

Seuls les ensembles d'adaptateurs existants normalisés suivants sont définis:

- connecteur mâle *USB 2.0* Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B;
- connecteur mâle USB Type-C Complet vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A.

3.7.5.1 Ensemble d'adaptateurs Connecteur mâle USB 2.0 Type-C vers connecteur femelle *USB 2.0* Micro-B (normatif)

Cet ensemble d'adaptateurs ne prend en charge que la signalisation *USB 2.0*. Sa longueur totale ne doit pas dépasser 150 mm, d'une extrémité à l'autre. Le Tableau 3-31 définit les exigences électriques.

Tableau 3-31 – Exigences concernant l'intégrité du signal USB D+/D– pour les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers USB existants (normatives)

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Impédance différentielle	EIA 364-108 Cet essai garantit que l'impédance des lignes D+/D– de l'ensemble d'adaptateurs est correcte. Pour l'ensemble de l'ensemble d'adaptateurs.	75 Ω min. et 105 Ω max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Obliquité dans les paires	EIA 364 - 103 Cet essai garantit que les signaux des lignes D+ et D– de l'ensemble d'adaptateurs atteignent le récepteur en même temps.	20 ps max. Temps de montée: 400 ps (20 %-80 %)
Perte d'insertion différentielle	EIA 364 - 101 Cet essai garantit que la paire D+/D– d'un ensemble d'adaptateurs peut fournir l'alimentation de signal adéquate au récepteur.	–0,7 dB max. à 400 MHz
D+ ou D– Résistance en courant continu	Cet essai garantit que la plage de résistances en CC du fil D+/D– est correcte afin de prévoir le niveau d'EOP et régler le niveau de déconnexion de l' <i>USB 2.0</i> .	2,5 Ω max.

3.7.5.2 Ensemble d'adaptateurs Connecteur mâle USB Type-C Complet vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A (normatif)

L'ensemble d'adaptateurs Connecteur mâle USB Type-C Complet vers connecteur femelle *USB 3.1* Norme-A est prévu pour une utilisation avec un dispositif à connexion directe (comme une clé USB). Le fonctionnement d'un système n'est pas garanti lors de l'utilisation d'un ensemble d'adaptateurs avec un ensemble de câbles USB normalisé.

Pour réduire le plus possible l'impact de l'ensemble d'adaptateurs sur l'intégrité du signal système, il convient que l'ensemble d'adaptateurs atteigne les objectifs de conception informatiques donnés dans le Tableau 3-32.

**Tableau 3-32 – Objectifs de conception pour les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers
USB 3.1 Norme-A (informatifs)**

Éléments	Objectifs de conception
Facteur d'adaptation différentiel	≤ -15 dB à 5 GHz Normalisé avec 85 Ω .
Perte d'insertion différentielle	$\geq -2,4$ dB à 2,5 GHz, $\geq -3,5$ dB à 5 GHz
NEXT différentielle entre les paires SuperSpeed	≤ -40 dB à 2,5 GHz ≤ -34 dB à 5 GHz
NEXT et FEXT différentielles entre les paires D+/D- et SuperSpeed	≤ -30 dB à 2,5 GHz

Les exigences normatives pour l'ensemble d'adaptateurs sont définies dans le Tableau 3-31 et dans le Tableau 3-33. La longueur totale de l'ensemble d'adaptateurs est limitée à 150 mm max.

Tableau 3-33 – Exigences concernant l'intégrité du signal pour un ensemble d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle USB 3.1 Norme-A (normatives)

Éléments	Descriptions et procédures	Exigences
Ajustement de la perte d'insertion différentielle à la fréquence de Nyquist (ILfitatNq)	ILfitatNq est évalué à la fréquence de Nyquist SuperSpeed de première génération.	$\geq -2,4$ dB à 2,5 GHz $\geq -3,5$ dB à 5 GHz
Multi-réflexion différentielle intégrée (IMR)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} ILD(f) ^2 Vin(f) ^2 df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	≤ -38 dB, Tb = 200 ps ≤ -27 dB, Tb = 100 ps
Diaphonie différentielle intégrée sur SuperSpeed (ISSXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} (Vin(f) ^2 NEXTs(f) ^2 + Vdd(f) ^2 NEXTd(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ où: NEXT = NEXT entre les paires SuperSpeed NEXTd = NEXT entre les paires D+/D- et SuperSpeed Vdd(f) = spectre d'une impulsion en entrée sur la paire D+/D-, évalué au moyen de l'équation représentée à la Figure 3-39 avec Tb (UI) = 2,08 ns.	≤ -37 dB
Diaphonie différentielle intégrée sur D+/D- (IDDXT)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 (NEXT(f) ^2 + FEXT(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$ où: NEXT = paradiaphonie entre SuperSpeed et D+/D- FEXT = télédiaphonie entre SuperSpeed et D+/D- f_{max} = 1,2 GHz	≤ -30 dB
Facteur d'adaptation intégré (IRL)	$dB \left(\sqrt{\frac{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 SDD21(f) ^2 (SDD11(f) ^2 + SDD22(f) ^2) df}{\int_0^{f_{max}} Vin(f) ^2 df}} \right)$	$\leq -14,5$ dB, Tb = 200 ps $\leq -12,0$ dB, Tb = 100 ps
Mode diff. en mode commun	Conversion du mode différentiel en mode commun (SCD12, SCD21)	≤ -15 dB

Note: f_{max} = 7,5 GHz; Vin(f) est défini à la Figure 3-39 avec Tb (UI) = 200 ps; et Vdd(f) est également spécifié à la Figure 3-39 avec Tb (UI) = 2,08 ns.

3.7.5.3 Connecteurs femelles USB existants conformes, utilisés dans les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers connecteurs existants

3.7.5.3.1 Exigences concernant les matériaux de contact

Voir 3.7.4.3.1 pour obtenir les exigences concernant les matériaux de contact qui s'appliquent aux connecteurs femelles USB Norme-A et USB Micro-B existants utilisés dans les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers connecteurs existants.

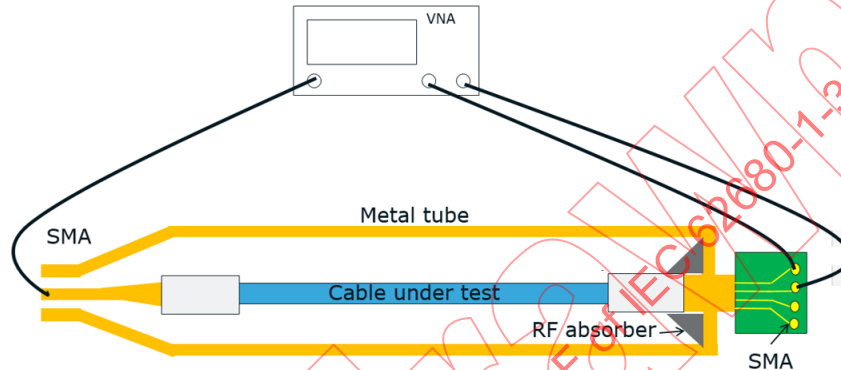
3.7.5.3.2 Courant assigné de contact

Voir 3.7.4.3.2 pour obtenir les exigences concernant les courants assignés des contacts qui s'appliquent aux connecteurs femelles USB Norme-A et USB Micro-B existants utilisés dans les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers connecteurs existants.

3.7.6 Exigences concernant l'efficacité de l'écrantage (normatives)

L'essai d'efficacité de l'écrantage (SE) de l'ensemble de câbles mesure le niveau des perturbations électromagnétiques (EMI) et radioélectriques (RFI) émises par l'ensemble de câbles. Pour réaliser la mesure, l'ensemble de câbles doit être installé dans le montage d'essai SE du câble, comme représenté à la Figure 3-57. Les facteurs de couplage entre le câble et le montage se caractérisent par un analyseur de réseau vectoriel (VNA).

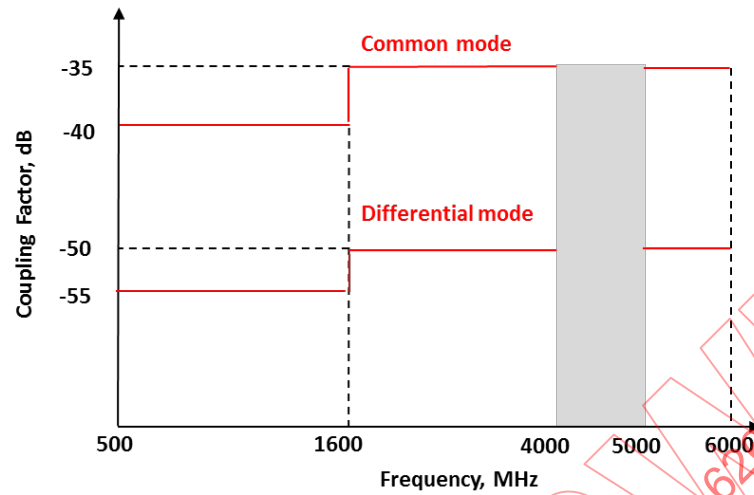
Figure 3-57 – Essai d'efficacité de l'écrantage d'un ensemble de câbles



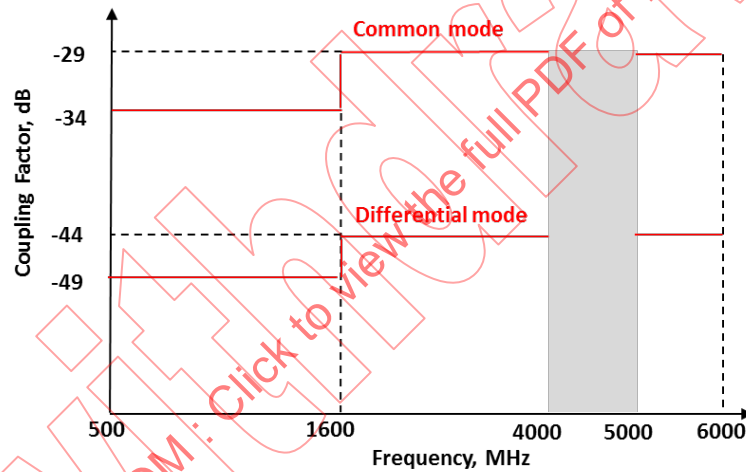
Anglais	Français
SMA	SMA
Metal Tube	Tube métallique
Cable under test	Câble soumis à l'essai
RF Absorber	Absorbeur RF

Pour être conformes, tous les ensembles câble-connecteur USB Type-C doivent réussir l'essai d'efficacité de l'écrantage. La Figure 3-58 représente les critères de réussite/échec pour (a) les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers USB Type-C, (b) les ensembles câble-connecteur USB Type-C vers connecteurs USB existants et (c) les ensembles d'adaptateurs USB Type-C vers connecteur femelle USB 3.1 Norme-A. Noter que l'efficacité de l'écrantage pour la bande de fréquences comprise entre 4 GHz et 5 GHz n'est pas spécifiée, car aucune antenne ne fonctionne dans cette plage de fréquences.

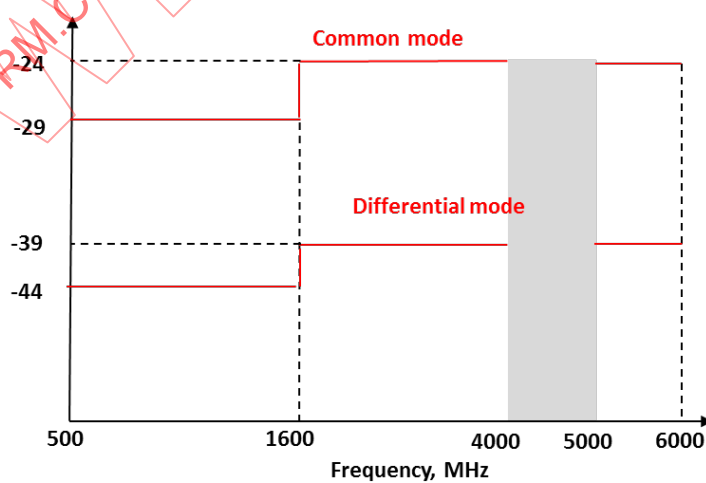
Figure 3-58 – Critères de réussite/échec pour l'efficacité de l'écrantage



(a) For USB Type-C to USB Type-C Cable Assemblies



(b) For USB Type-C to legacy USB Cable Assemblies



(c) For USB Type-C to USB3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly

Anglais	Français
Coupling Factor, dB	Facteur de couplage, dB
Frequency, MHz	Fréquence (MHz)
(a) For USB Type-C to USB Type-C Cable Assemblies	(a) USB Type-C vers ensemble de câbles USB Type-C
(b) For USB Type-C to legacy USB Cable Assemblies	(b) USB Type-C vers ensemble de câbles USB existant
(c) For USB Type-C to USB3.1 Standard-A Receptacle Adapter Assembly	(c) Pour l'ensemble d'adaptateurs d'USB Type-C vers connecteur femelle Norme-A USB3.1
Common Mode	Mode Commun
Differential Mode	Mode Différentiel

3.7.7 Exigences électriques en CC (normatives)

Sauf indication contraire, les essais décrits ci-dessous sont réalisés sur des paires de connecteurs couplés.

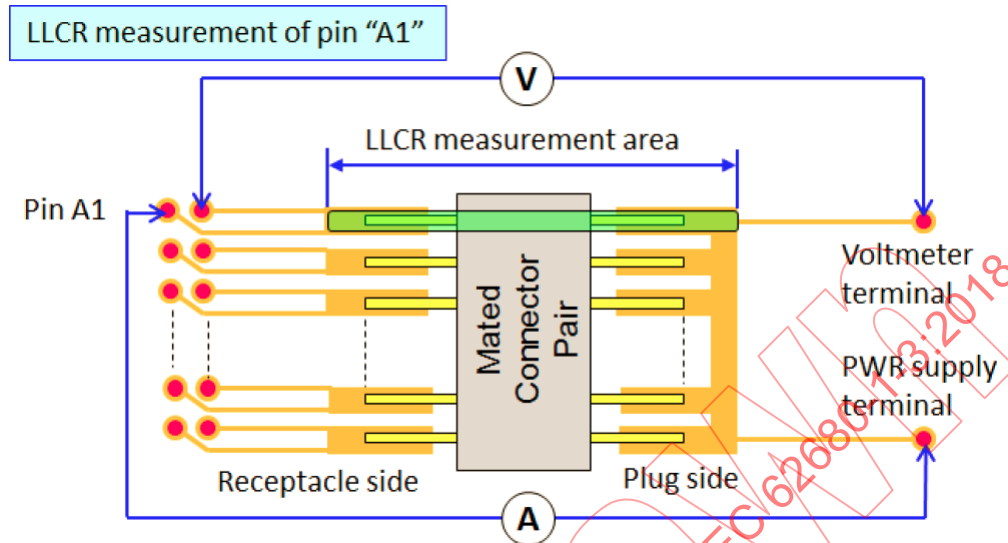
3.7.7.1 Résistance de contact à faible niveau (EIA 364-23B)

La mesure de la résistance de contact à faible niveau (LLCR) est réalisée sur les contacts couplés du connecteur mâle et du connecteur femelle. Elle ne s'applique pas aux cartes d'accès internes, ni aux sous-couches du connecteur mâle ou du connecteur femelle. Voir Figure 3-59. Les mesures suivantes s'appliquent aux contacts d'alimentation et de signal:

- 40 mΩ (max.) initiaux pour les contacts VBUS, GND et tous les autres;
- 50 mΩ (max.) après application de contraintes environnementales;
- mesure à 20 mV (max.) en circuit ouvert à 100 mA.

Pour obtenir les exigences environnementales et les séquences d'essai, voir 3.8.

Figure 3-59 – Diagramme de mesure de la LLCR



Anglais	Français
LLCR measurement of pin "A1"	Mesure de la LLCR sur la broche "A1"
Pin A1	Broche A1
LLCR measurement area	Zone de mesure de la LLCR
Receptacle side	Côté du connecteur femelle
Mated Connector Pair	Paire couplée du connecteur
Plug side	Côté du connecteur mâle
Voltmeter terminal	Borne du voltmètre
PWR supply terminal	Borne d'alimentation

3.7.7.2 Rigidité diélectrique (EIA 364-20)

Aucune panne ne doit se produire lors de l'application d'une tension alternative de 100 Volts (valeur efficace) entre les contacts adjacents des connecteurs couplés et non couplés.

3.7.7.3 Résistance d'isolation (EIA 364-21)

Une résistance d'isolation minimale de 100 MΩ est exigée entre les contacts adjacents des connecteurs couplés et non couplés.

3.7.7.4 Courant assigné des contacts

L'essai portant sur le courant assigné du connecteur USB Type-C (connecteur mâle et connecteur femelle) doit être réalisé conformément aux procédures et au montage suivants:

- Un courant de 5 A doit être appliqué collectivement aux broches VBUS (soit aux broches A4, A9, B4 et B9) et un courant de 1,25 A doit être appliqué à la broche VCONN (c.-à-d. à la broche B5), le cas échéant, terminée par les broches GND correspondantes (c.-à-d. les broches A1, A12, B1 et B12). Un courant minimal de 0,25 A doit également, le cas échéant, être appliqué individuellement à tous les autres contacts. Lorsque le courant est appliqué aux contacts, la stabilisation de la température de la paire de connecteurs doit être admissible. La montée de température de la surface de l'enveloppe externe de la paire couplée au-dessus des contacts VBUS et GND ne doit pas dépasser 30 °C au-dessus de la température ambiante.
La Figure 3-60 représente l'emplacement de la mesure.
- La mesure doit être réalisée sous air statique.
- Les connecteurs doivent être orientés de telle sorte que la surface de l'enveloppe externe accessible soit sur le dessus, horizontalement par rapport au sol.
- Le connecteur mâle et le connecteur femelle peuvent exiger une modification pour accéder aux connexions coudées ou aux points de raccordement du câble.
- La méthode utilisant un thermocouple ou l'imagerie thermique (privilégiée) peut être utilisée pour mesurer la température.
- Pour la certification, le fabricant du connecteur doit fournir les échantillons du connecteur femelle et du connecteur mâle soumis à l'essai, montés sur une PCB d'essai du courant assigné, sans plaque de cuivre. Les différents points de branchement du connecteur mâle d'un câble peuvent être raccordés en court-circuit par un fil, plutôt que d'utiliser une PCB d'essai du courant assigné:
 - les PCB d'essai du courant assigné doivent avoir une structure à 2 couches. Si la structure à 2 couches n'est pas possible, en raison de la configuration des connexions coudées, les traces VBUS et de terre doivent se situer sur les couches externes, les couches internes étant réservées aux traces de signal, selon les exigences. Les traces VCONN peuvent être routées sur les couches internes ou externes. Le Tableau 3-34 définit les exigences concernant l'épaisseur et les traces de la PCB d'essai. La longueur de trace s'applique à chaque PCB (PCB du connecteur femelle et PCB du connecteur mâle) et court de la borne de contact jusqu'au point de raccordement de la Source de courant. La Figure 3-61 représente la trace partielle informative de la PCB d'essai du courant assigné;
 - si la PCB d'essai du courant assigné est remplacée par un fil de court-circuit, la longueur de fil ne doit pas dépasser 70 mm, mesurée du point de soudage du contact du connecteur mâle, jusqu'à l'autre extrémité du fil. Aucune carte d'accès ni aucun surmoulage ne doit être inclus dans le montage d'essai. Chaque connexion coudée du connecteur mâle doit être branchée à un fil de calibre AWG 36 pour les signaux, AWG 32 pour l'alimentation (VBUS et VCONN) et AWG 30 pour la terre.

Figure 3-60 – Point de mesure de la température

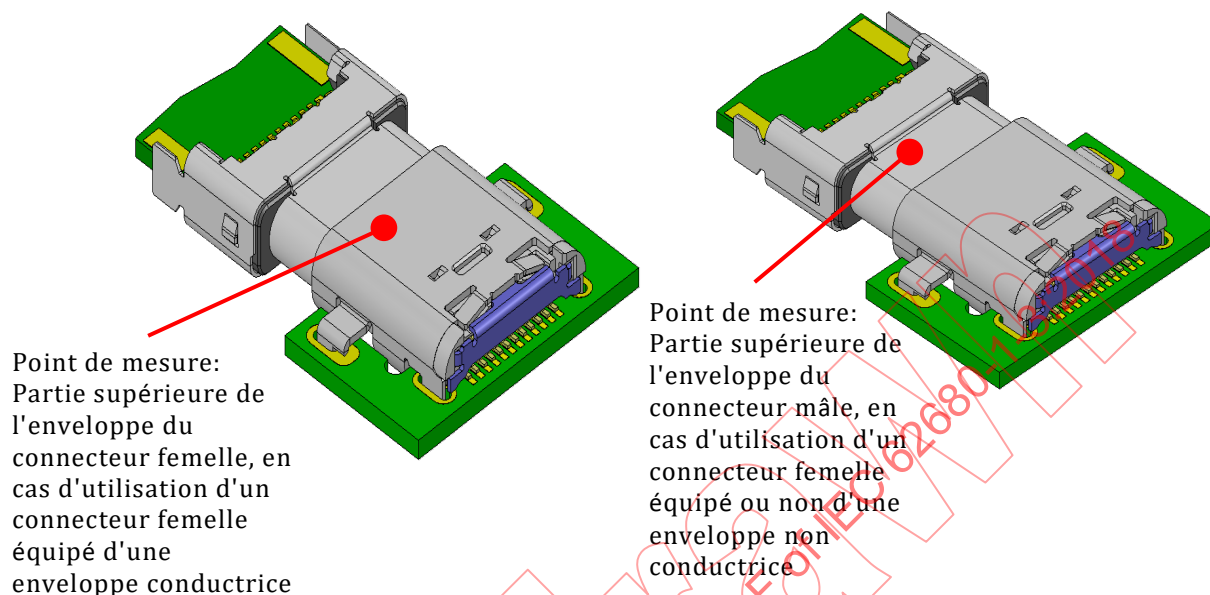
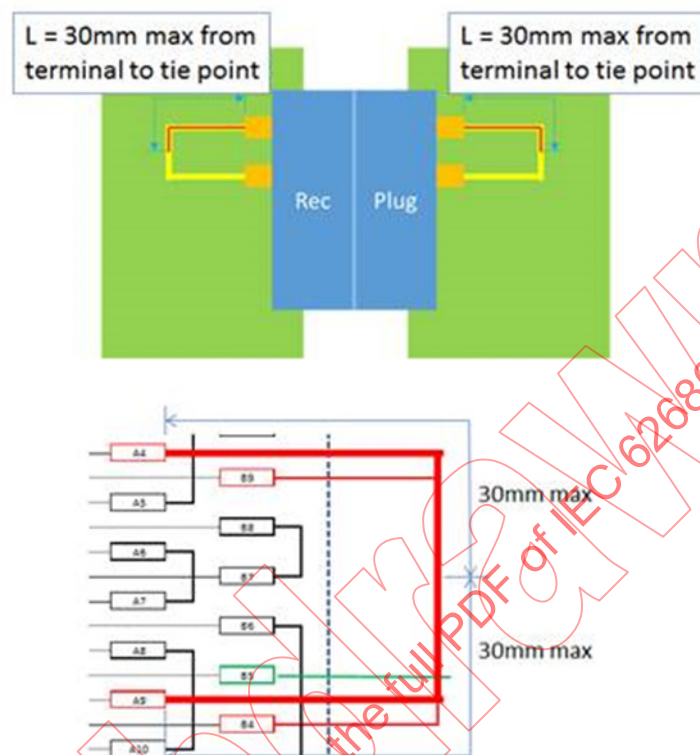


Tableau 3-34 – PCB d'essai du courant assigné

Élément	Largeur de trace (mm)	Longueur de trace (mm) sur chaque PCB	Épaisseur
Trace de signal	0,25 max.	13 max.	35 µm (1 oz de cuivre)
Trace de terre	1,57 max.	38 max.	35 µm (1 oz de cuivre)
VBUS et VCONN	1,25 max.	30 max.	35 µm (1 oz de cuivre)
PCB	N/A	N/A	Entre 0,80 mm et 1,20 mm

Figure 3-61 – Exemple de configuration de la trace de montage pour l'essai du courant assigné



Anglais	Français
L = 30mm max from terminal to tie point	L = 30 mm max à partir de la borne de sortie
30mm max	30 mm max
Rec	Connecteur femelle
Plug	Connecteur mâle

3.8 Exigences mécaniques et environnementales (normatives)

Les exigences décrites ci-dessous s'appliquent à l'ensemble des connecteurs et/ou ensembles câble-connecteur USB Type-C, sauf spécification contraire. Pour les fiches de connecteurs mâles et les ensembles câble-connecteur USB Type-C, les méthodes d'essai se basent sur l'hypothèse selon laquelle le câble sort du surmoulage dans la même direction de couplage vers un connecteur femelle USB Type-C (donc il sort tout droit de la partie arrière du surmoulage). Pour les fiches de connecteurs mâles et les ensembles câble-connecteur USB Type-C, dont le câble ne sort pas directement de l'arrière du surmoulage (donc en angle droit vers la direction de couplage), il est exigé que les montages et les procédures d'essai soient modifiés selon les besoins pour réaliser la mesure.

3.8.1 Exigences mécaniques

3.8.1.1 Force d'insertion (EIA 364-13)

La force d'insertion du connecteur initial doit être comprise entre 5 N et 20 N à un débit maximal de 12,5 mm (0,492") par minute. Cette exigence ne s'applique pas lorsque les connecteurs sont utilisés dans une station d'accueil.

Il est recommandé d'enduire le mécanisme de verrouillage d'un lubrifiant sans silicium, afin de réduire l'usure. Il convient de limiter l'usage des lubrifiants aux caractéristiques d'insertion et d'extraction et il convient qu'ils n'augmentent pas la résistance de la connexion couplée.

3.8.1.2 Force d'extraction (EIA 364-13)

La force d'extraction du connecteur initial doit être comprise entre 8 N et 20 N, mesurée à la suite d'un préconditionnement en cinq cycles d'insertion/d'extraction (soit la sixième extraction). Après vingt-cinq cycles d'insertion/d'extraction supplémentaires, la force d'extraction doit à nouveau être mesurée (soit la 32^e extraction) et elle doit:

- a. correspondre à 33 % du relevé initial et
- b. être comprise entre 8 N et 20 N.

La force d'extraction doit être comprise entre 6 N et 20 N après 10 000 cycles d'insertion/d'extraction. La mesure de la force d'extraction doit être réalisée à une vitesse maximale de 12,5 mm (0,492") par minute. L'exigence concernant la force d'extraction ne s'applique pas lorsque les connecteurs sont utilisés dans une station d'accueil mécanique.

Il est recommandé d'enduire le mécanisme de verrouillage d'un lubrifiant sans silicium afin de réduire l'usure. Il convient de limiter l'usage des lubrifiants aux caractéristiques d'insertion et d'extraction et il convient qu'ils n'augmentent pas la résistance de la connexion couplée.

3.8.1.3 Durabilité ou cycles d'insertion/d'extraction (EIA 364-09)

La valeur assignée de durabilité doit être de 10 000 cycles au minimum pour la famille de connecteurs USB Type-C. L'essai de durabilité doit être réalisé à un débit de 500 ± 50 cycles par heure. Aucune partie du connecteur ni de l'ensemble de câbles ne doit subir de dommage physique.

3.8.1.4 Flexion du câble (EIA 364-41, Condition 1)

L'ensemble de câbles ne doit subir aucun dommage physique ni aucune discontinuité de plus de 1 ms pendant sa flexion, avec une dimension X égale à 3,7 fois le diamètre du câble et 100 cycles dans chacun des deux plans.

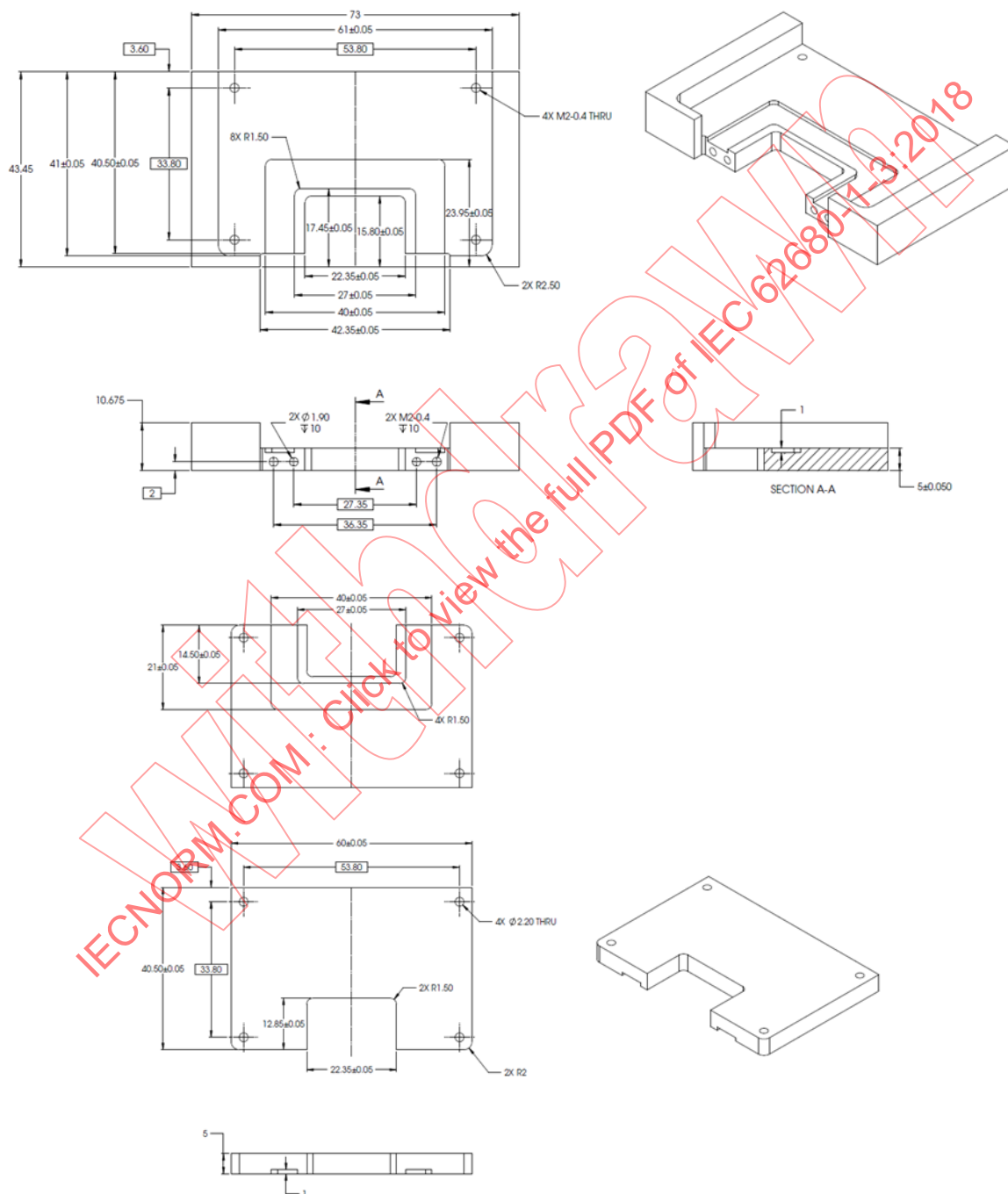
3.8.1.5 Arrachement du câble (EIA 364-38, Méthode A)

L'ensemble de câbles ne doit subir aucun dommage physique lorsqu'il est soumis à une charge axiale de 40 N pendant une minute minimum lors du serrage d'une extrémité du connecteur mâle de câble.

3.8.1.6 Essai de continuité sur quatre axes

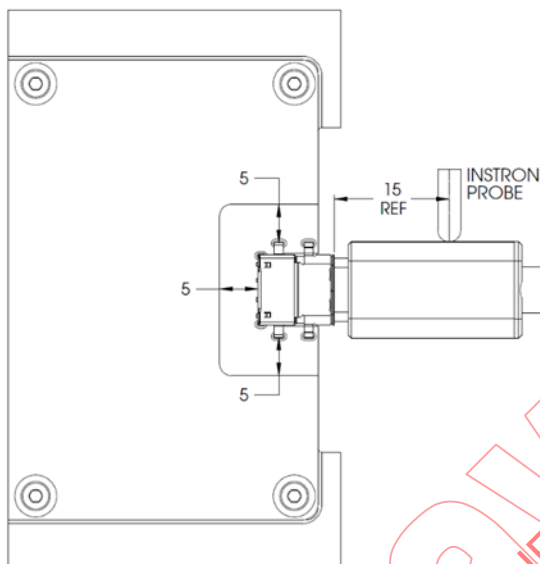
La famille de connecteurs USB Type-C doit être soumise à un essai de continuité sous contrainte, au moyen du montage d'essai représenté à la Figure 3-62, ou équivalent.

Figure 3-62 – Exemple de montage d'essai de continuité sur 4 axes



Anglais	Français
SECTION A-A	COUPE A-A

Figure 3-62 – Exemple de montage d'essai de continuité sur 4 axes (suite)



Anglais	Français
INSTRON PROBE	Essai Instron
REF	REF

Les connecteurs mâles doivent être fournis avec un surmoulage représentatif, ou être montés sur une carte à circuit imprimé (PCB) à 2 couches, dont l'épaisseur, le cas échéant, est comprise entre 0,8 mm et 1 mm. Un connecteur femelle USB Type-C doit être monté sur une PCB à 2 couches, dont l'épaisseur est comprise entre 0,8 mm et 1 mm. La PCB doit être serrée des trois côtés du connecteur femelle à une distance maximale de 5 mm du contour du connecteur femelle. La PCB du connecteur femelle doit être initialement placée sur une surface horizontale, puis un moment perpendiculaire doit être appliqué au connecteur mâle avec une sonde à bout arrondi de 5 mm pendant 10 secondes au moins, à une distance de 15 mm du bord de contact de l'enveloppe du connecteur femelle, vers le bas et perpendiculaire à l'axe d'insertion. Voir Tableau 3-35 pour obtenir la force et le moment à appliquer.

Tableau 3-35 – Exigences concernant la force et le moment

Configuration du connecteur femelle par rapport à la surface de montage	Force à 15 mm du bord de contact de l'enveloppe du connecteur femelle (N)	Moment par rapport au bord de contact de l'enveloppe du connecteur femelle (Nm)
Angle droit	20	0.30
Verticale	8	0.12

La continuité sur chaque contact doit être mesurée en appliquant la force de traction. Chaque contact non relié à la terre doit également être soumis à l'essai pour confirmer qu'il ne crée pas de court-circuit dans l'enveloppe pendant les tensions. La PCB doit ensuite subir une rotation de 90°, de sorte que le câble reste inséré horizontalement, que la force de traction donnée dans le Tableau 3-35 continue de s'appliquer dans une direction descendante et que la continuité soit toujours mesurée comme précédemment. Cet essai est répété pour les rotations à 180° et à 270°. Les câbles traversants ne doivent montrer aucune discontinuité ni créer de court-circuit dans l'enveloppe supérieur à 1 µs, quelle que soit l'orientation.

L'une des méthodes de mesure de la continuité par les contacts consiste à court-circuiter tous les fils à l'extrémité de la fibre amorce du câble et à appliquer une tension par la polarisation de chaque broche VBUS, USB D+, USB D-, SBU, CC et USB SuperSpeed, les broches GND étant reliées à la terre.

D'autres méthodes sont admises pour vérifier la continuité par l'ensemble des broches.

3.8.1.7 Résistance à l'arrachement

Les connecteurs mâles USB Type-C sur les ensembles câble-connecteur et les connecteurs mâles de montage sans surmoulage (y compris les connecteurs mâles USB Type-C montés dans la PCB) doivent être soumis à l'essai au moyen du montage d'essai d'arrachement mécanique défini dans le document de conformité des connecteurs et des ensembles câble-connecteur des Bus Universels en Série Type-C. Pour les connecteurs mâles sans surmoulage, le fournisseur doit fournir un montage d'essai de Connecteur mâle conforme aux dimensions spécifiées pour le surmoulage du connecteur mâle USB Type-C (voir Figure 3-63). Le montage peut être en métal ou tout autre matériau adapté. Des moments perpendiculaires sont appliqués au connecteur mâle avec une sonde à bout arrondi de 5 mm pendant au moins 10 secondes, lorsqu'elle est insérée dans le montage d'essai pour atteindre les moments définis dans les quatre directions, vers le haut ou vers le bas (soit perpendiculaire à l'axe long de l'ouverture du connecteur mâle) et vers la gauche ou vers la droite (soit dans le plan de l'ouverture du connecteur mâle). Les connecteurs conformes doivent satisfaire aux limites de force suivantes:

- Un moment de 0-0,75 Nm (par exemple 50 N à une distance de 15 mm du bord du connecteur femelle) est appliqué à un connecteur mâle insérée dans le montage d'essai dans chacune des quatre directions. Un seul connecteur mâle doit être utilisé pour cet essai. Des déformations mécaniques peuvent se produire. Le connecteur mâle doit être couplé avec le montage d'essai de continuité, après avoir appliqué les forces d'essai pour vérifier qu'aucun dommage ayant entraîné une discontinuité ou un court-circuit n'a été subi. Le montage d'essai de continuité doit fournir une surface plane côté couplage, située à une distance de $6,20 \text{ mm} \pm 0,20 \text{ mm}$ du plan de référence A du connecteur femelle, perpendiculaire à la direction d'insertion. Aucune force de moment n'est appliquée au connecteur mâle pendant cet essai de continuité. La Figure 3-64 représente un exemple de montage d'essai de continuité permettant de réaliser l'essai de continuité. L'essai de tension de tenue diélectrique doit être réalisé après l'essai de continuité afin de vérifier la conformité du connecteur mâle;

Figure 3-63 – Exemple de montage d'essai de résistance à l'arrachement pour les connecteurs mâles sans surmoulage

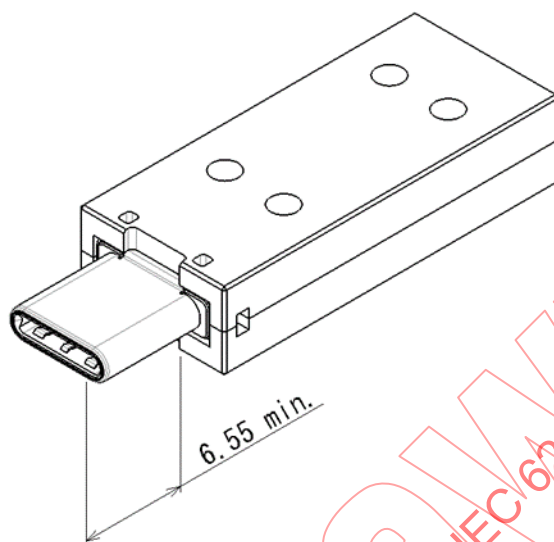
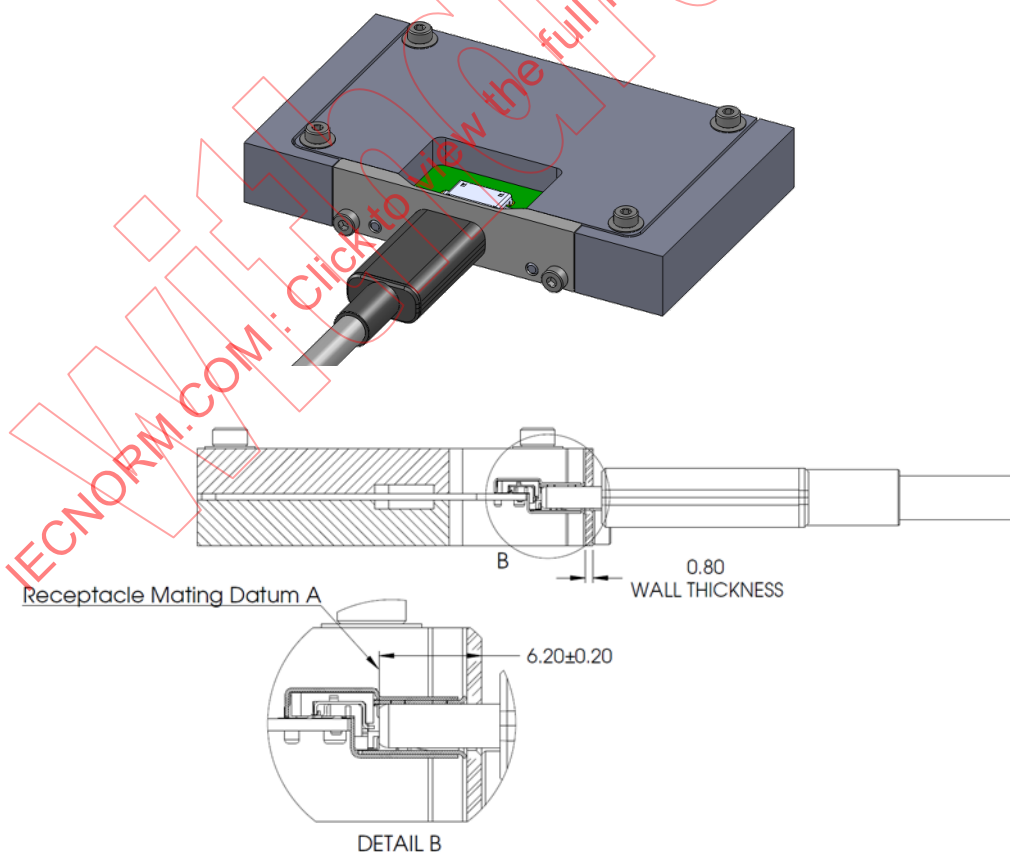


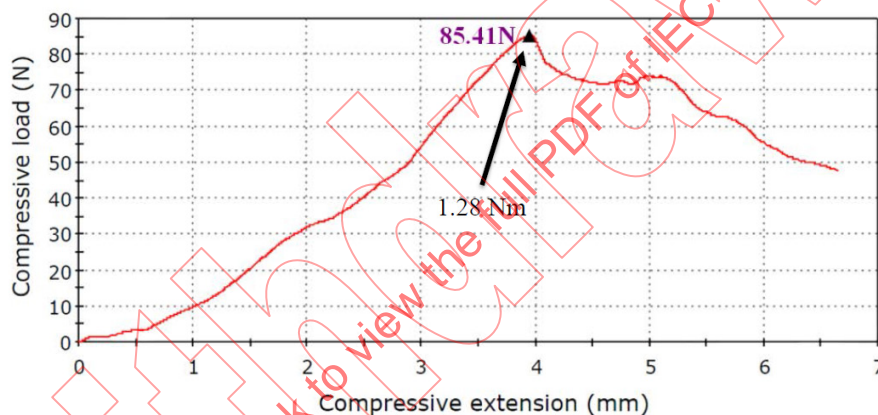
Figure 3-64 – Montage d'essai de continuité/résistance à l'arrachement de référence



Anglais	Français
Receptacle Mating Datum A	Couplage du connecteur femelle référence A
DETAIL B	Détail B
WALL THICKNESS	Épaisseur de la paroi

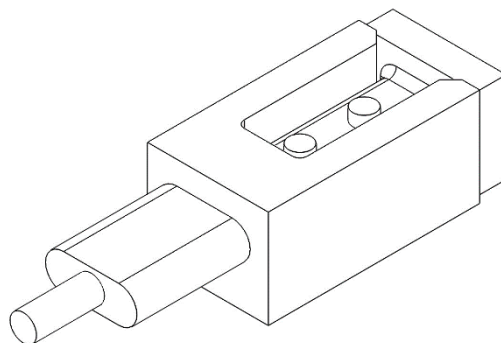
- Le connecteur mâle doit être retiré du montage d'essai ou présenter une défaillance mécanique (soit la force appliquée pendant la procédure d'essai atteint la limite maximale et chute) lorsqu'un moment de 2 Nm est appliqué au connecteur mâle vers le haut et vers le bas, qu'un moment de 3,5 Nm est appliqué au connecteur mâle vers la gauche et vers la droite. Un nouveau Connecteur mâle est exigé pour chacune des quatre directions d'essai. Un exemple de point de défaillance mécanique et une représentation du montage d'essai d'arrachement sont donnés respectivement à la Figure 3-65 et à la Figure 3-66.

Figure 3-65 – Exemple de point de défaillance mécanique pour l'essai de résistance à l'arrachement



Anglais	Français
Compressive load (N)	Charge de compression (N)
Compressive extension (mm)	Déformation à la compression (mm)

Figure 3-66 – Essai de résistance à l'arrachement avec un câble dans le montage



3.8.1.8 Limitation de l'utilisation des substances dangereuses

Il est recommandé que les composants soient conformes à la directive RoHS.

3.8.2 Exigences environnementales

Les essais environnementaux portant sur l'interface des connecteurs doivent satisfaire à l'EIA 364-1000.01, *Environmental Test Methodology for Assessing the Performance of Electrical Connectors and Sockets Used in Business Office Applications*.

Sachant que le connecteur défini possède une surface de frottement de longueur supérieure à 0,127 mm, le Groupe d'essai 6 de l'EIA 364-1000.01 n'est pas exigé. Les valeurs de durée des essais Durée de température et Mélange de gaz sont tirées de l'EIA 364-1000.01 qui se base sur le champ de température du tableau suivant.

Tableau 3-36 – Conditions d'essai environnementales

Température et durée pour l'essai Durée de température	105 °C pendant 120 heures
Température et durée pour l'essai Durée de température pour le préconditionnement	105 °C pendant 72 heures
Durée de l'essai Mélange de gaz	7 jours

Le critère de réussite/échec pour la résistance de contact à faible niveau (LLCR) est défini au 3.7.7.1. Les valeurs assignées de durabilité sont définies au 3.8.1.3.

3.8.2.1 Matériaux de référence (informatifs)

La présente spécification ne spécifie pas les matériaux des connecteurs et des câbles. Il convient que les fabricants de connecteurs et de câbles choisissent des matériaux appropriés en se basant sur les exigences de performance. Les informations ci-dessous sont données à titre de référence uniquement.

Note: Il convient que les fabricants de connecteurs et de câbles répondent aux exigences de placage des contacts selon les options suivantes:

Option I

Connecteur femelle

Zone de contact: (Min) 0,05 µm Au + (Min) 0,75 µm Ni-Pd sur (Min) 2 µm Ni

Connecteur mâle

Zone de contact: (Min) 0,05 µm Au + (Min) 0,75 µm Ni-Pd sur (Min) 2 µm Ni

Option II

Connecteur femelle

Zone de contact: (Min) 0,75 µm Au sur (Min) 2 µm Ni

Connecteur mâle

Zone de contact: (Min) 0,75 µm Au sur (Min) 2 µm Ni

Les autres matériaux de référence, choisis par les fabricants de connecteurs et de câbles en fonction des paramètres de performance, répertoriés dans le Tableau 3-37 sont donnés à titre de référence uniquement.

Tableau 3-37 – Matériaux de référence

Composant	Matériaux
Câble	Conducteur: cuivre avec placage en plomb ou en argent
	Ecrantage du SDP: Feuille d'aluminium ou feuille d'aluminium/de mylar
	Ecrantage coaxial: toron de cuivre
	Tresse: Cuivre ou aluminium étamé
	Gaine: Matériau de substitution en PVC ou sans halogène
Surmoulage du câble	Plastique thermdurci ou thermoplastique
Enveloppes de connecteur	Acier inoxydable ou bronze phosphoreux
Système latéral de fermeture du connecteur mâle	Acier inoxydable
Plaque médiane du connecteur femelle	Acier inoxydable
Ressort CEM interne du connecteur mâle	Acier inoxydable ou alliage de cuivre hautement résistant à la déformation
Plaque CEM du connecteur femelle	Acier inoxydable ou bronze phosphoreux
Enveloppe du connecteur femelle	Acier inoxydable ou bronze phosphoreux
Langue du connecteur femelle	Nylon chargé en verre
Boîtier	Thermoplastiques capables de supporter la température de soudage sans plomb

Note: Il convient de prendre en compte les matériaux sans halogène pour l'ensemble des plastiques.

3.9 Applications d'accueil (informatives)

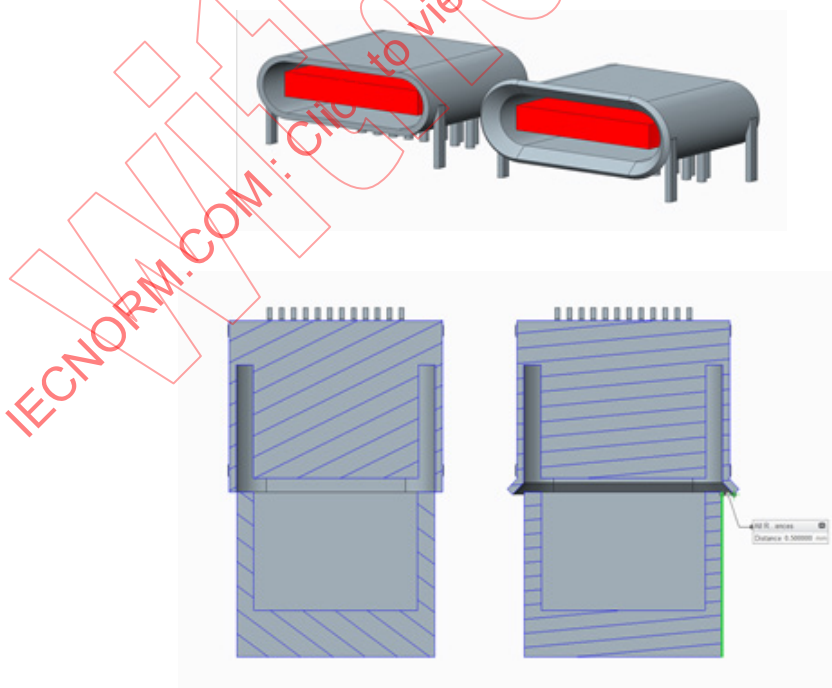
Dans la présente spécification, le terme "accueil" fait référence au branchement d'un dispositif directement dans une station d'accueil sans utiliser d'ensemble de câbles. Le connecteur USB Type-C est défini pour prendre en charge ces applications.

Il n'est qu'une partie d'une solution d'accueil. Au niveau du système, une solution d'accueil complète peut également inclure des mécanismes de maintien ou de verrouillage, des mécanismes d'alignement, des solutions de montage de connecteur mâle pour l'accueil et des protocoles pris en charge par le connecteur. La présente spécification n'essaie pas de normaliser les solutions d'accueil de système; il n'existe donc pas d'exigence d'interopérabilité pour les solutions d'accueil.

La liste suivante répertorie les exigences et les lignes directrices pour l'utilisation du connecteur USB Type-C à des fins d'accueil:

1. le connecteur mâle USB Type-C utilisée pour l'accueil doit fonctionner avec le connecteur femelle USB Type-C conforme. Elle doit satisfaire aux exigences dimensionnelles, électriques et mécaniques;
2. si le connecteur mâle sur la station d'accueil ne possède pas de verrous latéraux, il convient que la station d'accueil fournisse un mécanisme de maintien ou de verrouillage afin de fixer le dispositif à le connecteur mâle. Les verrous de maintien servent également de chemin de retour à la terre pour la CEM. Il convient que la conception d'accueil garantisse des performances CEM adéquates sans les verrous latéraux, s'ils ne sont pas présents;
3. les doigts CEM internes ne sont pas exigés pour le connecteur mâle d'accueil tant que les enveloppes du connecteur femelle et du connecteur mâle possèdent une connexion électrique adéquate;
4. l'alignement est un facteur important pour l'accueil. Selon la conception du système, les connecteurs USB Type-C normalisés seuls peuvent ne pas garantir un alignement adéquat pour l'couplage. Un alignement au niveau du système est fortement recommandé. Les solutions d'alignement sont propres à chaque implémentation;
5. un alignement correct est fourni par le connecteur. La face avant du connecteur femelle peut avoir des caractéristiques d'entrée pour garantir un bon alignement. La Figure 3-67 représente un exemple de connecteur femelle USB Type-C avec une collerette de guidage par comparaison à un connecteur femelle sans collerette.

Figure 3-67 – Exemple de collerette pour un connecteur femelle de câble USB Type-C



3.10 Notes d'implémentation et guides de conception

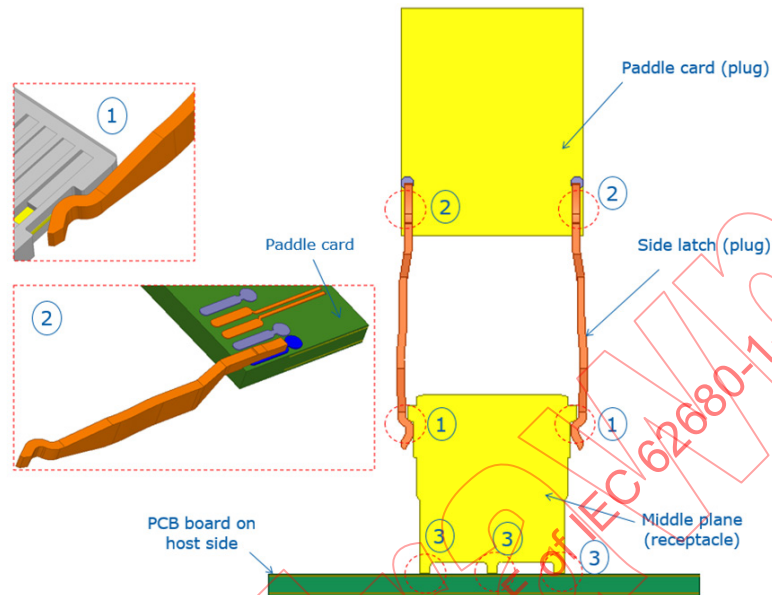
Le présent fournit des notes d'implémentation et des guides de conception pour aider les utilisateurs à concevoir et à utiliser les connecteurs et les câbles USB Type-C.

3.10.1 Gestion de la CEM (informative)

Il convient que les concepteurs de connecteurs et d'ensembles de câbles, ainsi que les implémenteurs de systèmes, prêtent attention à l'écrantage du connecteur femelle et de l'ensemble de câbles afin de garantir un chemin de mise à la terre de faible impédance. Les lignes directrices suivantes s'appliquent à la gestion de la CEM:

- Il convient de vérifier la qualité des câbles bruts. L'obliquité dans les paires ou la conversion du mode différentiel en mode commun des paires SuperSpeed a un impact significatif sur la CEM des câbles et il convient de les contrôler dans les limites de la présente spécification;
- Il convient que la tresse externe du câble soit physiquement connectée à l'enveloppe en métal du connecteur mâle sous un angle aussi proche que possible de 360°, afin de contrôler la CEM. En l'absence d'une terminaison de sortie convenablement écrantée, même un câble parfait qui ne présenterait aucune obliquité dans les paires peut ne pas satisfaire aux exigences CEM. Un ruban de cuivre peut s'avérer nécessaire pour écranter la zone de la terminaison de la tresse;
- La terminaison du fil contribue au bruit de mode commun. Il convient que la distance de branchement de la terminaison du fil soit aussi réduite que possible, afin d'optimiser les performances de CEM et d'intégrité du signal. Si possible, il convient que les deux lignes d'une paire différentielle restent symétriques;
- Outre la fonction mécanique, les verrous latéraux sur le connecteur mâle et la plaque médiane dans le connecteur femelle jouent également un rôle dans la CEM, ce que représente la Figure 3-68:
 1. Il convient qu'une connexion électrique soit établie entre le verrou latéral et la plaque médiane du connecteur femelle (un connecteur mâle d'accueil peut ne pas avoir de verrous latéraux);
 2. Il convient que le système latéral de fermeture soit raccordé au plan GND de la carte d'accès à l'intérieur du connecteur mâle;
 3. Il convient de connecter directement la plaque médiane au plan GND de la PCB du système avec 3 conducteurs/connexions soudés, ou plus.

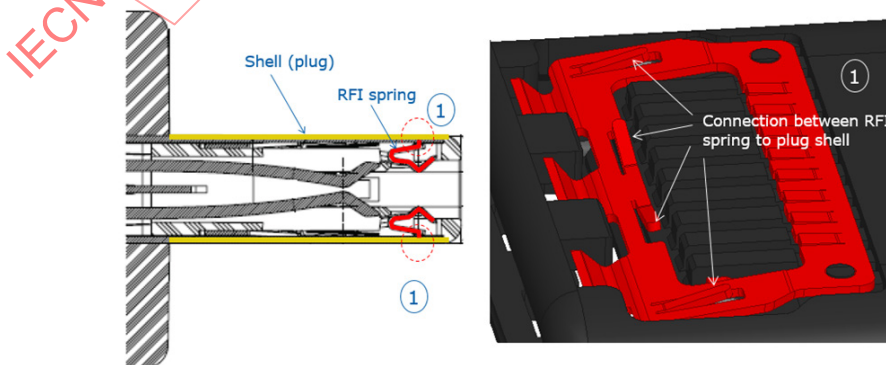
Figure 3-68 – Lignes directrices concernant la CEM pour les verrous latéraux et la plaque médiane



Anglais	Français
Paddle card	Carte d'accès
PCB board on host side	Support PCB côté hôte
Paddle card (plug)	Carte d'accès (connecteur mâle)
Side latch (plug)	Carte d'accès (connecteur mâle)
Middle plane (receptacle)	Plaque médiane (connecteur femelle)

- Il convient que le doigt RFI interne, à l'intérieur du connecteur mâle, possède des points de connexion adéquats sur la surface interne de l'enveloppe du connecteur mâle. Quatre points de connexion ou plus sont recommandés, comme représenté à la Figure 3-69;

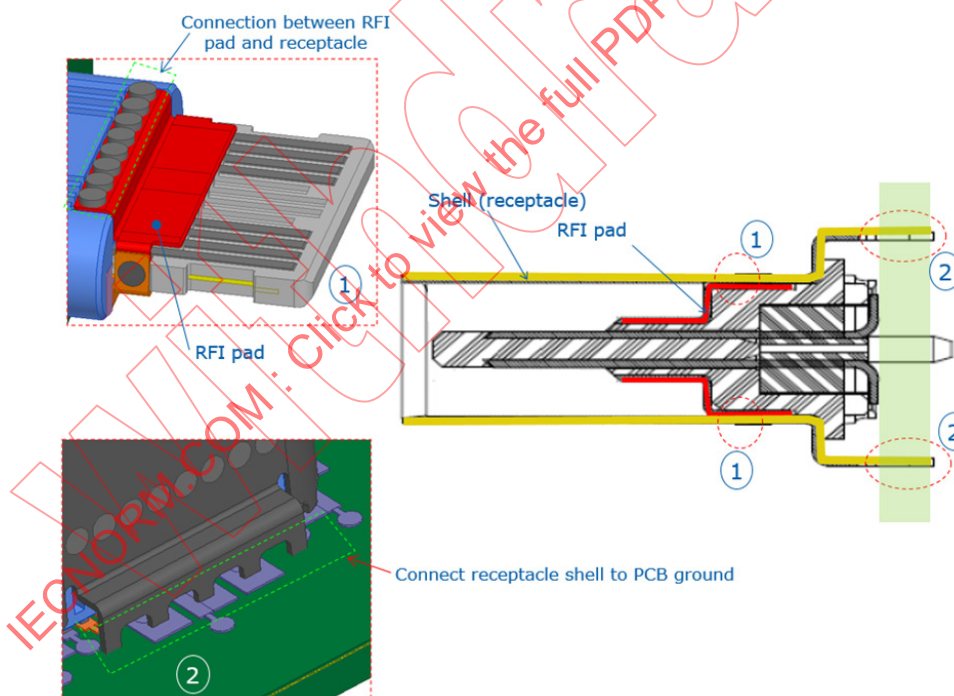
Figure 3-69 – Connexions du doigt CEM sur l'enveloppe du connecteur mâle



Anglais	Français
Shell (plug)	Enveloppe (connecteur mâle)
RFI spring	Ressort RFI
Connection between RFI spring to plug shell	Connexion entre le ressort RFI et l'enveloppe du connecteur mâle

- Les doigts CEM, à l'intérieur du connecteur mâle, sont couplés avec la plaque CEM dans le connecteur femelle. Il est important que la plaque CEM possède des connexions adéquates sur l'enveloppe du connecteur femelle. Comme représenté à la Figure 3-70, plusieurs points de soudure laser se trouvent entre les plaques CEM et l'enveloppe du connecteur femelle, en haut et en bas;
- Il convient que l'enveloppe du connecteur femelle possède un nombre suffisant de points de connexion sur le plan GND de la PCB du système, avec des ouvertures aussi petites que possible. La Figure 3-70 représente un exemple de plusieurs connexions coudées, qui permettent de connecter l'enveloppe du connecteur femelle au plan GND de la PCB du système;

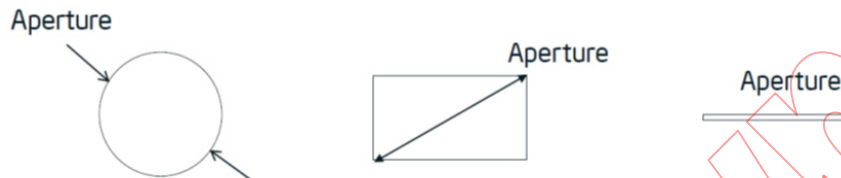
Figure 3-70 – Connexions de la plaque CEM sur l'enveloppe du connecteur femelle



Anglais	Français
Connection between RFI pad and receptacle	Connexion entre le ressort RFI et le connecteur femelle
RFI pad	Patin RFI
Shell (receptacle)	Enveloppe (connecteur femelle)
Connect receptacle shell to PCB ground	Raccorder l'enveloppe du connecteur femelle à la terre PCB

- Il convient de réduire le plus possible les ouvertures dans les enveloppes du connecteur femelle et du connecteur mâle. Si les ouvertures sont inévitables, une taille d'ouverture maximale de 1,5 mm est recommandée. Pour obtenir des exemples d'ouvertures, voir Figure 3-71. Du ruban de cuivre peut être appliqué pour sceller les ouvertures à l'intérieur du connecteur mâle du câble;

Figure 3-71 – Exemples d'ouvertures de connecteur



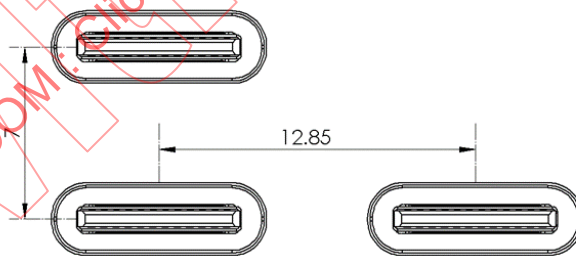
Anglais	Français
Aperture	Ouverture

- Il convient de connecter les fiches de connecteurs femelles au châssis en métal ou aux boîtiers, par des doigts de mise à la terre, de vis ou de toute autre méthode permettant de gérer la CEM.

3.10.2 Espacement physique des connecteurs empilés et adjacents (informatif)

Les connecteurs USB empilés et adjacents sont couramment utilisés dans les systèmes PC. La Figure 3-72 représente l'espacement recommandé entre les connecteurs pour les configurations empilées et adjacentes.

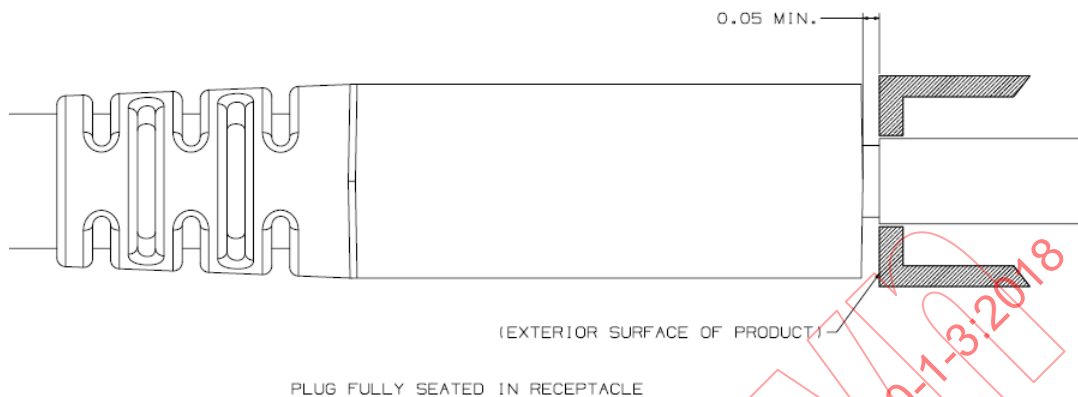
Figure 3-72 – Espacement minimal recommandé entre les connecteurs



3.10.3 Considérations sur le couplage des câbles (informatives)

Il est nécessaire de prendre en compte l'emplacement de montage du connecteur femelle, les surfaces extérieures du produit, le surmoulage des câbles et la longueur de couplage des connecteurs mâles, pour permettre de garantir l'insertion complète du connecteur mâle USB Type-C dans le connecteur femelle USB Type-C. La Figure 3-73 représente l'espace minimal recommandé pour le surmoulage du connecteur mâle, afin de permettre l'insertion complète du connecteur mâle du câble dans le connecteur femelle du produit.

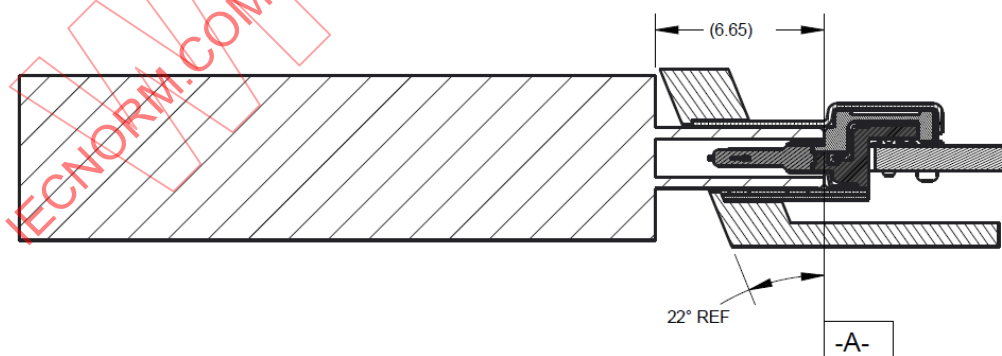
Figure 3-73 – Espace minimal recommandé pour le surmoulage du connecteur mâle



Anglais	Français
(EXTERIOR SURFACE OF PRODUCT)	SURFACE EXTERIEURE DU PRODUIT
PLUG FULLY SEATED IN RECEPTACLE	CONNECTEUR MÂLE ASSUJETTI DANS LE RECEPTACLE

La Figure 3-74 représente les considérations particulières exigées lorsque les parois externes sont inclinées. Pour ces applications, il se peut que la protection contre l'alignement mécanique de la languette du connecteur femelle avec l'enveloppe du connecteur femelle USB Type-C ne soit pas aussi efficace que pour une conception avec enveloppe intégrale. Les options de conception permettant au connecteur femelle de répondre aux exigences d'essai mécanique incluent de relâcher la surface de la paroi extérieure, pour permettre d'utiliser l'enveloppe intégrale du connecteur femelle, ou un connecteur femelle spécialement conçu pour cette application.

Figure 3-74 – Surmoulage du connecteur mâle de câble et surface inclinée



4 Fonctionnel

Le présent article traite des exigences fonctionnelles concernant la signalisation sur les câbles et connecteurs USB Type-C™. Elles incluent la définition du signal fonctionnel, les processus de découverte et de configuration, ainsi que l'alimentation.

L'Article 5 définit les extensions fonctionnelles qui sont facultatives.

4.1 Résumé des signaux

Le Tableau 4-1 résume la liste des signaux utilisés sur les connecteurs USB Type-C.

Tableau 4-1 – Liste des signaux utilisés sur les connecteurs USB Type-C

Groupe de signaux	Signal	Description
<i>USB 3.1</i>	SSTXp1, SSTXn1 SSRXp1, SSRXn1 SSTXp2, SSTXn2 SSRXp2, SSRXn2	L'interface de données en série USB SuperSpeed définit 1 paire de transmission différentielle et 1 paire de réception différentielle. Sur un connecteur femelle USB Type-C, deux ensembles de broches de signal USB SuperSpeed sont définis pour activer la fonctionnalité de retournement des connecteurs mâles.
<i>USB 2.0</i>	Dp1, Dn1 Dp2, Dn2	L'interface de données en série <i>USB 2.0</i> définit une paire différentielle. Sur un connecteur femelle USB Type-C, deux ensembles de broches de signal <i>USB 2.0</i> sont définis pour activer la fonctionnalité de retournement des connecteurs mâles.
Configuration	CC1, CC2 (connecteur femelle) CC (Connecteur mâle)	Canal CC dans le connecteur mâle utilisé pour la détection des connexions, la configuration de l'interface et VCONN
Signaux auxiliaires	SBU1, SBU2	Utilisation en bande latérale (SBU)
Alimentation	VBUS	Alimentation de bus du câble USB
	VCONN (Connecteur mâle)	Alimentation du connecteur mâle USB
	GND	Chemin du courant de retour du câble USB

4.2 Description des broches de signal

4.2.1 Broches USB SuperSpeed

SSTXp1, SSTXn1 Ces broches sont exigées pour implémenter le chemin de
(SSTXp2, SSTXn2) transmission du système d'une interface *USB 3.1* SuperSpeed. La
paire différentielle de transmission dans un port est routée vers la
paire différentielle de réception dans le port à l'extrémité opposée du
chemin. La *Spécification USB 3.1* définit l'ensemble des
caractéristiques électriques et des fonctionnalités d'énumération, de
protocole et de gestion pour cette interface.

Deux paires de broches sont définies pour activer la fonctionnalité de
retournement des connecteurs mâles (voir 4.5.1.1 pour obtenir une
définition détaillée).

**SSRXp1, SSRXn1
(SSRXp2, SSRXn2)** Ces broches sont exigées pour implémenter le chemin de réception du système d'une interface *USB 3.1 SuperSpeed*. La paire différentielle de réception dans un port est routée vers la paire différentielle de transmission dans le port à l'extrémité opposée du chemin. La *Spécification USB 3.1* définit l'ensemble des caractéristiques électriques et des fonctionnalités d'énumération, de protocole et de gestion pour cette interface.

Deux paires de broches sont définies pour activer la fonctionnalité de retournement des connecteurs mâles (voir 4.5.1.1 pour obtenir une définition détaillée).

4.2.2 Broches USB 2.0

**Dp1, Dn1
(Dp2, Dn2)** Ces broches sont exigées pour implémenter la fonctionnalité *USB 2.0*. Les trois modes de l'*USB 2.0* (LS, FS et HS) sont pris en charge. La *Spécification USB 2.0* définit l'ensemble des caractéristiques électriques et des fonctionnalités d'énumération, de protocole de bus et de gestion de bus pour cette interface.

Deux paires de broches sont définies pour activer la fonctionnalité de retournement des connecteurs mâles (voir 4.5.1.1 pour obtenir une définition détaillée).

4.2.3 Broches de signal auxiliaire

SBU1, SBU2 Ces broches sont affectées à l'utilisation en bande latérale. Voir 4.3 pour obtenir les exigences fonctionnelles.

4.2.4 Broches d'alimentation et de terre

VBUS Ces broches sont destinées à l'alimentation de bus du câble USB définie par les spécifications USB. VBUS n'est présent que lorsqu'une connexion Source-Collecteur sur le canal CC est établie (voir 4.5.1.2.1). Voir 4.4.2 pour obtenir les exigences fonctionnelles de Vbus.

VCONN La tension VCONN est appliquée à la broche CC inutilisée pour alimenter le connecteur mâle locale. Voir 4.4.3 pour obtenir les exigences fonctionnelles de Vconn.

GND Chemin du courant de retour.

4.2.5 Broches de configuration

CC1, CC2, CC Ces broches sont utilisées pour détecter les connexions et pour configurer l'interface sur les câbles et connecteurs USB Type-C. Voir 4.5.2 pour obtenir la définition fonctionnelle. Lorsqu'une connexion est établie, CC1 ou CC2 sont réaffectées à l'alimentation du connecteur mâle par la broche VCONN (voir 4.5.1.2.1).

4.3 Utilisation en bande latérale (SBU, Sideband Use)

Les broches SBU (SBU1 et SBU2) sont limitées aux utilisations définies par la présente spécification. Une fonctionnalité supplémentaire sera définie dans les futures versions des spécifications USB. Pour plus d'informations sur l'utilisation des broches SBU en mode alternatif et en mode accessoire d'adaptateur audio, voir 5.1 et Annexe A.

Les broches SBU sur un port doivent être en circuit ouvert ou avoir une faible dépolarisation à la terre, moins puissante que zSBUTermination.

Ces broches sont prébranchées dans le câble USB Type-C Complet normalisé en tant que fils individuels à extrémité unique (SBU_A et SBU_B). Noter que SBU1 et SBU2 sont interconnectés dans le câble.

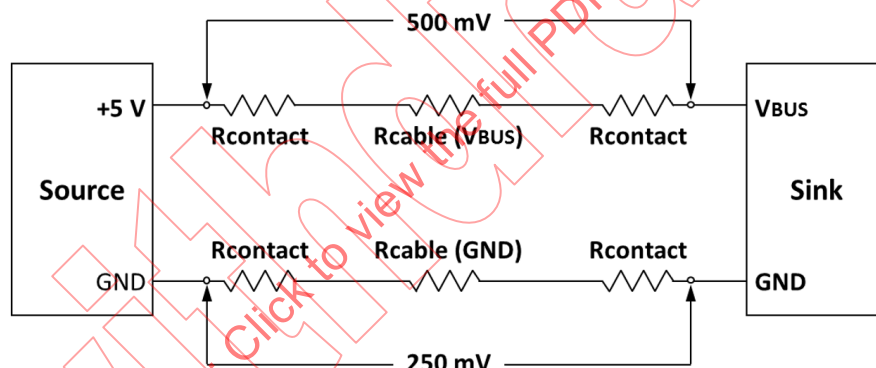
4.4 Alimentation et terre

4.4.1 Chute de tension ohmique

La chute de tension ohmique du câble maximale admise pour la terre (y compris sur un câble captif) doit être de 250 mV et de 500 mV pour VBUS par le câble, pour la capacité maximale de courant VBUS assigné. Lorsque VCONN est sourcée, la chute de tension ohmique pour la terre doit toujours être respectée en tenant compte d'un éventuel courant de retour VCONN supplémentaire.

Figure 4-1 représente les paramètres qui contribuent à la chute de tension ohmique, ainsi que leur emplacement de mesure. La chute de tension ohmique inclut la résistance de contact du connecteur mâle couplé et des connecteurs femelles à chaque extrémité.

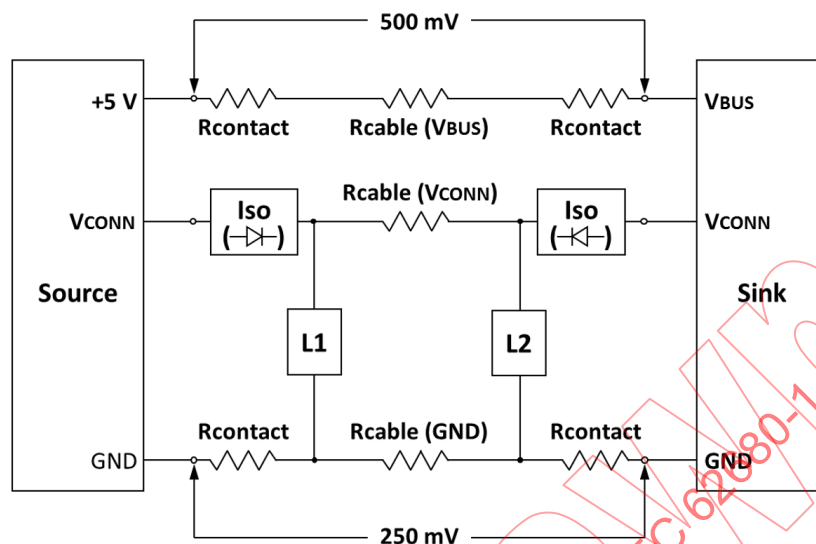
Figure 4-1 – Chute de tension ohmique du câble



Anglais	Français
Source	Source
Rcontact	Rcontact
Rcable (GND)	Rcable (GND)
Rcable (Vbus)	Rcable (V _{BUS})
VBUS	(V _{BUS})
GND	GND
Sink	Collecteur

La Figure 4-2 représente les paramètres qui contribuent à la chute de tension ohmique pour un câble alimenté, ainsi que leur emplacement de mesure. Noter que le câble alimenté inclut des éléments d'isolation (Iso) et des charges (L1 et L2) pour les fonctions du câble alimenté, tels que les contrôleurs *USB PD*. La chute de tension ohmique doit rester inférieure à 250 mV dans tous les cas.

Figure 4-2 – Chute de tension ohmique pour les câbles alimentés



Anglais	Français
Source	Source
V _{CONN}	V _{CONN}
GND	GND
Rcable (GND)	Rcable (GND)
Rcable (Vbus)	Rcable (V _{BUS})
Rcontact	Rcontact
Rcable (V _{CONN})	Rcable (V _{CONN})
VBUS	V _{BUS}
Sink	Collecteur

4.4.2 VBUS

La plage de tensions VBUS admise par défaut, mesurée au niveau du connecteur femelle de la Source, doit être celle définie par la *Spécification USB 2.0* et la *Spécification USB 3.1*. Noter qu'en raison des courants plus élevés admis, les dispositifs existants peuvent supporter une tension plus élevée (jusqu'à 5,5 V maximum) à des charges légères.

La broche VBUS du connecteur femelle USB Type-C de la Source doit rester hors tension et limiter la capacité entre VBUS et GND, selon les spécifications du Tableau 4-2, tant qu'un Collecteur n'est pas branché. La broche VBUS doit être réalimentée lorsque le Collecteur est débranché. Pour obtenir les valeurs de temporisation pour VBUS, voir Tableau 4-25. Ces deux exigences ne s'appliquent pas aux hôtes/chargeurs existants qui sourcent VBUS par défaut lorsqu'ils sont connectés par un connecteur USB existant (Norme-A, Micro-B, etc.) à un câble ou un adaptateur USB Type-C.

Un DRP ou une Source (ou un dispositif prenant en charge les accessoires) qui applique une polarisation Rp comme méthode de détection des connexions doit fournir une impédance entre VBUS et GND sur les broches de son connecteur femelle, selon les spécifications du Tableau 4-2, lorsqu'il ou elle ne source pas l'alimentation sur VBUS (soit en état Unattached.SRC ou Unattached.Accessory).

Tableau 4-2 – Caractéristiques d'une Source VBUS

	Minimum	Maximum	Notes
Impédance de fuite de VBUS	72,4 kΩ		Fuite entre les broches VBUS et GND sur le connecteur femelle lorsque la tension VBUS n'est pas sourcée.
Capacité de VBUS		10 μF	Capacité entre les broches VBUS et GND sur le connecteur femelle lorsque la tension VBUS n'est pas sourcée.

Le Tableau 4-3 spécifie les caractéristiques du Collecteur VBUS par rapport au comportement de déconnexion en fonction de la surveillance de VBUS. Les collecteurs peuvent surveiller la broche CC, le retrait de Rp par la Source étant un indice supplémentaire de déconnexion.

Tableau 4-3 – Caractéristiques d'un Collecteur VBUS

	Minimum	Maximum	Notes
tSinkDisconnect		40 ms	Limite de temps pour la transition de Attached.SNK vers Unattached.SNK
vSinkDisconnect	0,8V	3,67V	Seuil utilisé pour la transition de Attached.SNK vers Unattached.SNK. Il s'applique également pour les contrats <i>USB PD</i> à 5 V. Pour les contrats <i>USB PD</i> à 5 V, le Collecteur doit prendre en compte la chute de tension ohmique et la marge lors du choix de ce seuil.
vSinkPD_min		vNew – 750 mV + vValid	Tension VBUS valide minimale lue par le Collecteur lors de la négociation par l' <i>USB PD</i> . vNew = vSrcNew (min) ou vPpsNew (min) comme défini dans l' <i>USB PD</i> . 750 mV = 500 mV + 250 mV (chute de tension ohmique maximale) vValid = vSrcValid (min) ou vPpsValid (min) comme défini dans l' <i>USB PD</i> .
vSinkDisconnectPD	90 % de vSinkPD_min	vSinkPD_min	Seuil de déconnexion de VBUS lorsque la tension VBUS a été négociée par l' <i>USB PD</i> à une valeur supérieure à 5 V

4.4.3 VCONN

La tension VCONN est fournie par la Source pour alimenter les câbles dont le connecteur mâle comporte des composants électroniques. Elle est fournie par la broche CC qui est désignée pour ne pas être connectée au fil CC du câble.

Dans un premier temps, VCONN doit être sourcée sur l'ensemble des connecteurs femelles USB Type-C de la Source, qui utilisent les broches SSTX et SSRX pendant certains états de connexion décrits en 4.5.2.2. Ensuite, VCONN peut être retirée dans certains cas, décrits dans le Tableau 4-4. VCONN peut également être sourcée par les connecteurs femelles USB Type-C qui n'utilisent pas les broches SSTX et SSRX, comme décrit en 4.5.2.2. La commande VCONN_Swap d'USB PD permet également à la Source de demander que le Collecteur branché source VCONN.

Tableau 4-4 – Résumé des exigences concernant la tension VCONN du port Source USB Type-C

D+/D-	SSTX/SSRX, VPD	> 3 A	Exigences de VCONN
Non	Non	Non	Non exigé pour sourcer VCONN
Oui	Non	Non	Non exigé pour sourcer VCONN
Oui	Oui	Non	Exigé pour sourcer 1 W. L'alimentation VCONN peut être retirée après que la Source a lu le marqueur électronique du câble et déterminé qu'il ne s'agit ni d'un câble actif, ni d'un VPD.
Non	Non	Oui	Exigé pour sourcer 100 mW. L'alimentation VCONN peut être retirée après que la Source a lu le marqueur électronique du câble et déterminé la capacité portante de courant du câble.
Oui	Non	Oui	Exigé pour sourcer 100 mW. L'alimentation VCONN peut être retirée après que la Source a lu le marqueur électronique du câble et déterminé la capacité portante de courant du câble.
Oui	Oui	Oui	Exigé pour sourcer 1 W. L'alimentation VCONN peut être retirée après que la Source a lu le marqueur électronique du câble et déterminé la capacité portante de courant du câble, et qu'il ne s'agit ni d'un câble actif, ni d'un VPD.

Le Tableau 4-5 indique les exigences de tension et d'alimentation qui doivent être satisfaites pour VCONN. Pour plus d'informations sur les câbles marqués électroniquement, voir 4.9. Pour plus d'informations sur la prise en charge facultative d'une plage de tensions VCONN étendue en modes alternatifs, voir 5.1.

Tableau 4-5 – Caractéristiques d'une Source VCONN

	Minimum	Maximum	Notes
Tension	3,0 V	5,5 V	
Alimentation des Sources avec signaux SuperSpeed ou prise en charge des VPD	1.0 W		La Source peut verrouiller VCONN si la quantité d'alimentation extraite dépasse l'appel et l'alimentation électrique spécifiés. La Source peut désactiver VCONN conformément au Tableau 4-4. Les modes alternatifs peuvent exiger une quantité d'alimentation plus élevée.
Alimentation des Sources en mode veille USB ou sans signaux SuperSpeed	100 mW		La Source d'alimentation minimale doit alimenter en veille USB ou sans signaux SuperSpeed. La Source peut désactiver VCONN conformément au Tableau 4-4.
Rdch	30 Ω	6120 Ω	Résistance de décharge appliquée dans UnattachedWait.SRC entre la broche CC en cours de déchargement et GND.

Pour aider à réduire l'alimentation associée à l'alimentation de VCONN, une Source peut soit ne pas sourcer VCONN, soit désactiver VCONN dans l'une des conditions suivantes:

- Ra n'est pas détecté sur la broche CC après tCCDebounce lorsque l'autre broche CC est à l'état SRC.Rd;
- aucune réponse GoodCRC n'a été donnée aux messages Discover Identity de l'USB PD.

Si la Source d'alimentation utilisée pour alimenter VCONN est une Source d'alimentation partagée avec d'autres sorties USB VCONN et VBUS, elle doit être dérivée avec une capacité identique aux exigences de capacité VBUS définies en 11.4.4 d'USB 3.1, intitulé Connexion et déconnexion dynamiques. La capacité de dérivation des Sources d'alimentation VCONN doit être isolée des broches CC lorsque VCONN n'est pas en cours d'alimentation.

Le Tableau 4-6 fournit les exigences qui doivent être satisfaites pour les câbles qui consomment de l'alimentation VCONN.

Tableau 4-6 – Caractéristiques d'un Collecteur VCONN de câble

	Minimum	Maximum	Notes
Tension	3.0	5,5V	Plage de tensions à laquelle le présent Tableau s'applique
Capacité d'appel		10 μ F	Un câble ne doit pas présenter une capacité d'appel supérieure à celle de la Source VCONN. Le câble actif est responsable du déchargement de sa capacité.
Alimentation des câbles passifs marqués électroniquement		20mW	Voir 4.9. Mesurée sans trafic USB PD au moins 500 ms après application de VCONN Note: 75 mW max. admis pendant les 500 premières millisecondes après application de VCONN.
Alimentation des câbles actifs lorsqu'ils sont connectés à une Source avec signaux SuperSpeed		1.0 W	Voir 5.2.
Alimentation des câbles actifs lorsqu'ils sont connectés à une Source sans signaux SuperSpeed ou en mode veille USB		70mW	Alimentation maximale des câbles actifs en mode veille USB, ou lorsqu'ils sont connectés à une Source sans signaux SuperSpeed. Mesurée sans trafic USB PD au moins 500 ms après application de VCONN Note: 100 mW max. admis pendant les 500 premières millisecondes après application de VCONN.
tVCONNDischarge		230ms	Durée entre la déconnexion du câble et le moment où vVCONNDischarge est atteint.
vVCONNDischarge		800mV	Tension VCONN après tVCONNDischarge
vRaReconnect	800mV		Tension à laquelle le câble doit réappliquer Ra sur le bord descendant de VCONN.

Le câble doit retirer ou affaiblir Ra lorsque VCONN est compris dans la plage de tensions valide. Le câble doit réappliquer Ra lorsque VCONN chute au-dessous de vRaReconnect, comme défini dans le Tableau 4-6. Le câble doit décharger VCONN à une valeur inférieure à vVCONNDischarge lors de la déconnexion du câble. Le câble doit tenir compte de la capacité VCONN présente dans le câble lors du déchargement de VCONN.

Note d'implémentation: L'augmentation de Ra à 20 K Ω satisfait à l'alimentation dissipée pour les câbles passifs marqués électroniquement et à la décharge de 10 μ F inférieure à vVCONNDischarge dans tVCONNDischarge.

Tableau 4-7 – Caractéristiques d'un Collecteur VPA (accessoire alimenté par VCONN)

	Minimum	Maximum	Notes
Tension	3,0 V	5,5 V	Plage de tensions à laquelle le présent Tableau s'applique
Capacité d'appel		10 µF	Un accessoire ne doit pas présenter une capacité d'appel supérieure à celle de la Source VCONN. L'accessoire est responsable du déchargement de sa capacité lorsqu'il est débranché d'un port.
Alimentation avant l'entrée en mode alternatif		35 mW	Alimentation maximale en mode veille USB Note: L'alimentation doit être réduite cinq secondes après l'application de VCONN, si le passage en mode alternatif ne s'est pas fait. Une mise sous/hors tension de VCONN peut être exigée pour réactiver la communication USB-PD.
tVCONNDischarge		230 ms	Durée entre la déconnexion du câble et le moment où vVCONNDischarge est atteint.
vVCONNDischarge		800 mV	Tension VCONN après tVCONNDischarge
vRaReconnect	800 mV		Tension à laquelle le câble doit réappliquer Ra sur le bord descendant de VCONN.
vVCONNDisconnect	800 mV	2,4 V	Seuil utilisé pour détecter les déconnexions de VCONN.

L'accessoire alimenté par Vconn doit retirer ou affaiblir Ra lorsque VCONN est compris dans la plage de tensions valide. L'accessoire alimenté par Vconn doit réappliquer Ra lorsque VCONN chute au-dessous de vRaReconnect, comme défini dans le Tableau 4-7. L'accessoire alimenté par Vconn doit tenir compte de la capacité VCONN présente dans l'accessoire lors du déchargement de VCONN.

La consommation d'alimentation maximale en mode alternatif est définie par le mode alternatif.

Tableau 4-8 – Caractéristiques d'un Collecteur VPD (dispositif USB alimenté par Vconn)

	Minimum	Maximum	Notes
Tension	3,0 V	5,5 V	Plage de tensions à laquelle le présent Tableau s'applique
Capacité d'appel		10 μ F	Un VPD ne doit pas présenter une capacité d'appel supérieure à celle de la Source VCONN. Le VPD est responsable du déchargement de sa capacité lorsqu'il est débranché d'un port.
Alimentation avant l'énumération USB		35 mW	Alimentation maximale en mode veille USB
Alimentation en activité		500 mW (USB 2.0) 750 mW (USB 3.1)	Un VPD doit uniquement exposer une interface à faible alimentation par USB.
tVCONNDischarge		230 ms	Durée entre la déconnexion du VPD et le moment où vVCONNDischarge est atteint.
vVCONNDischarge		800 mV	Tension VCONN après tVCONNDischarge
vRaReconnect	800 mV		Tension à laquelle le câble doit réappliquer Ra sur le bord descendant de VCONN.
vVCONNDisconnect	800 mV	2,4 V	Seuil utilisé pour détecter les déconnexions de VCONN.

Le VPD doit retirer ou affaiblir Ra lorsque VCONN est compris dans la plage de tensions valide.

Le VPD doit réappliquer Ra lorsque VCONN chute au-dessous de vRaReconnect, comme défini dans le Tableau 4-8. Le VPD doit tenir compte de la capacité VCONN présente dans le dispositif lors du déchargement de VCONN.

4.5 Canal de configuration (CC)

4.5.1 Vue d'ensemble de l'architecture

Pour la solution USB Type-C, deux broches sur le connecteur, CC1 et CC2, sont utilisées pour établir et gérer la connexion de la Source au Collecteur. Lorsque le dispositif est connecté par un hub, la connexion entre un Collecteur (UFP) sur le hub et la Source (port hôte), et la connexion entre le Collecteur (port dispositif) et une Source (DFP sur le hub), sont traitées séparément. Sur le plan fonctionnel, le canal de configuration permet d'atteindre les objectifs suivants:

- détecter le branchement d'accès USB, d'une Source à un Collecteur par exemple;
- résoudre l'orientation du câble et les connexions torsadées pour établir le routage du bus de données USB;
- établir des rôles de données entre deux accès branchés;

- découvrir et configurer VBUS: modes d'USB Type-C Current ou *USB Power Delivery*;
- configurer VCONN;
- découvrir et configurer les modes alternatifs et accessoires facultatifs.

4.5.1.1 Interface de bus de données USB et capacité de retournement des connecteurs mâles USB Type-C

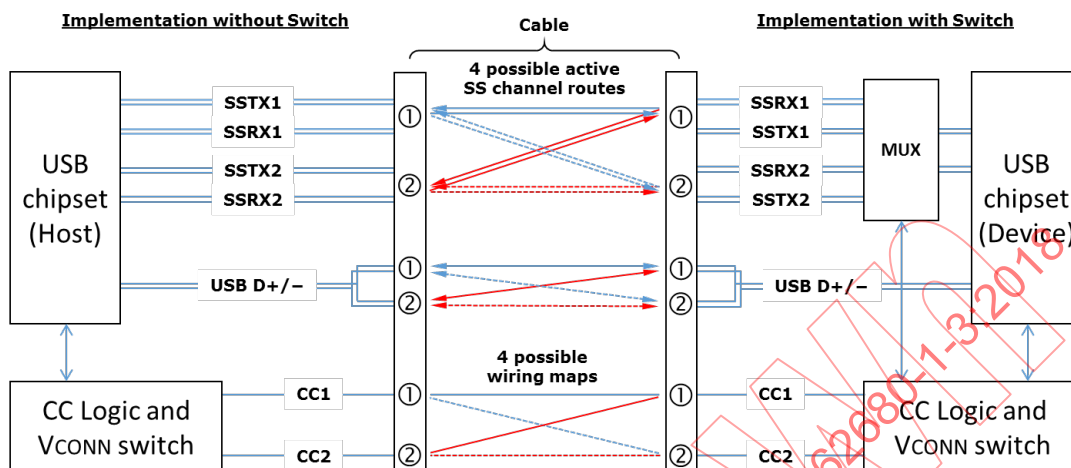
Sachant que le connecteur mâle USB Type-C peut être inséré vers le haut ou vers le bas, les hôtes et dispositifs qui prennent en charge la fonctionnalité de bus de données USB doivent s'exécuter sur les broches de signal qui sont connectées de bout en bout. Dans le cas d'*USB 2.0*, les deux broches de signal D+ et les deux broches de signal D- sont court-circuitées ensemble dans les connecteurs femelles de l'hôte et du dispositif. Dans le cas des signaux USB SuperSpeed, l'équivalent fonctionnel d'un interrupteur est exigé dans l'hôte et le dispositif afin de router de manière appropriée les paires de signaux TX et RX SuperSpeed vers le chemin connecté par le câble.

La Figure 4-3 représente le modèle de bus de données logique pour un hôte basé sur USB Type-C connecté à un dispositif basé sur USB Type-C. Le câble USB qui se trouve entre un hôte et un dispositif peut être à l'un des quatre états connectés possibles du point de vue du port:

- liaison directe non retournée – Position ① ⇔ Position ①;
- liaison torsadée non retournée – Position ① ⇔ Position ②;
- liaison directe retournée – Position ② ⇔ Position ②;
- liaison torsadée retournée – Position ② ⇔ Position ①.

Pour établir un routage approprié du bus de données USB actif de l'hôte vers le dispositif, le câble USB Type-C normalisé est branché de telle sorte qu'un seul fil CC soit aligné sur les premières paires de signaux USB SuperSpeed (SSTXp1/SSTXn1 et SSRXp1/SSRXn1). De cette façon, le fil CC et les fils du bus de données USB SuperSpeed qui sont utilisés pour le signalement dans le câble suivent l'orientation et la torsion du câble. En étant capable de détecter la broche CC (CC1 ou CC2) au niveau connecteur femelle, qui est terminé par le dispositif, l'hôte peut déterminer les signaux USB SuperSpeed qu'il faut utiliser pour la connexion. L'hôte peut également contrôler l'interrupteur fonctionnel pour le routage des paires de signaux USB SuperSpeed. De la même façon, dans le dispositif, la détection de la broche CC au niveau du connecteur femelle, qui est terminé par l'hôte, permet au dispositif de contrôler l'interrupteur fonctionnel qui route ses paires de signaux USB SuperSpeed.

Figure 4-3 – Modèle logique pour le routage du bus de données sur les ports basés sur USB Type-C

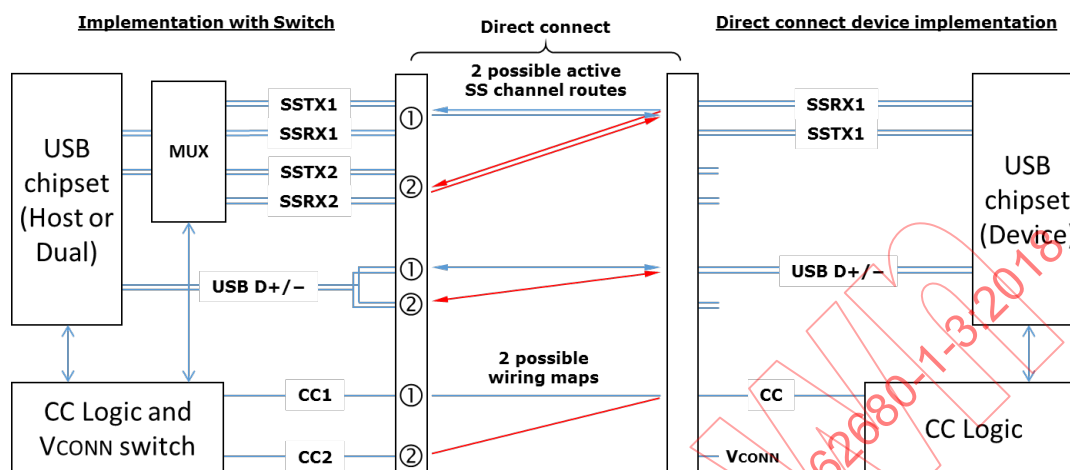


Anglais	Français
Implementation without Switch	Mise en œuvre sans commutateur
Implementation with Switch	Mise en œuvre avec commutateur
USB chipset (Host)	Jeu de puces USB (Hôte)
CC Logic and V _{CONN} switch	CC Logique et Commutateur V _{CONN}
Cable	Câble
4 possible active SS channel routes	4 possibilités de canaux SS sous tension
4 possible wiring maps	4 possibilités de plans de câblage
MUX	MUX
USB chipset (Device)	Jeu de puces USB (Dispositif)
CC Logic and V _{CONN} switch	CC Logique et Commutateur V _{CONN}

Tandis que la Figure 4-3 représente le modèle fonctionnel d'un hôte connecté à un dispositif, ce modèle s'applique également aux accès en aval d'un hub USB.

La Figure 4-4 représente le modèle de bus de données logique d'un dispositif basé sur USB Type-C (implémenté avec un connecteur mâle USB Type-C incorporé physiquement dans le dispositif ou branché en permanence en tant que câble captif) et connecté directement à un hôte basé sur USB Type-C. Pour le dispositif, l'emplacement du bus de données USB SuperSpeed, du bus de données USB 2.0 et des broches CC et VCONN, est spécifié par la conception. Sachant que l'emplacement des broches du dispositif est fixe, seuls deux états de connexion possibles sont disponibles du point de vue de l'hôte.

Figure 4-4 – Modèle logique pour les ports basés sur USB Type-C du dispositif à connexion directe



Anglais	Français
Implementation without Switch	Mise en œuvre sans commutateur
Direct connect device implementation	Mise en œuvre de dispositif à connexion directe
USB chipset (Host or Dual)	Jeu de puces USB (Hôte et Double)
CC Logic and V _{CONN} switch	CC Logique et Commutateur V _{CONN}
MUX	MUX
Direct connect	Connexion directe
2 possible active SS channel routes	2 possibilités de canaux SS sous tension
2 possible wiring maps	2 possibilités de plans de câblage
V _{CONN}	V _{CONN}
USB chipset (Device)	Jeu de puces USB (Dispositif)
CC Logic	CC Logique

Les exigences fonctionnelles concernant l'implémentation du routage du bus de données USB SuperSpeed pour le connecteur femelle USB Type-C ne relèvent pas du domaine d'application de la présente spécification. Ce modèle logique peut reposer sur plusieurs architectures d'hôte, de dispositif et de hub, qui peuvent inclure la commutation discrète ou intégrée, et l'intégration de cette fonctionnalité à d'autres éléments de conception USB 3.1, comme un répéteur de bus par exemple.

4.5.1.2 Connexion des Sources et des Collecteurs

Étant donné que le connecteur femelle et le connecteur mâle USB Type-C ne font plus la différence entre les rôles hôte et dispositif basés sur la forme du connecteur (les connecteurs USB Type-A et Type-B par exemple), deux accès quelconques équipés de connecteurs femelles USB Type-C peuvent être connectés ensemble avec un câble USB Type-C normalisé. Le Tableau 4-9 résume les résultats attendus lors de l'interconnexion d'accès Source, Collecteur et DRP.

Tableau 4-9 – Interopérabilité d'un port basé sur USB Type-C

	Source uniquement	Collecteur uniquement	DRP (Prise en charge de double fonction)
Source uniquement	Non fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel
Collecteur uniquement	Fonctionnel	Non fonctionnel	Fonctionnel
DRP (Prise en charge de double fonction)	Fonctionnel	Fonctionnel	Fonctionnel*

* La résolution des rôles peut être automatique ou manuelle.

Dans les cas où l'interconnexion ne fonctionne pas, aucun des ports ne doit être utilisé. Il faut que l'utilisateur trouve lui-même la combinaison invalide et prenne les mesures de résolution appropriées. Bien qu'il ne soit pas prévu que ces deux combinaisons incorrectes imitent USB traditionnel où les connexions entre hôtes et entre dispositifs fonctionnent, la solution USB Type-C non détournée n'empêche pas l'utilisateur de tenter ces interconnexions. Les tensions VBUS et VCONN ne doivent pas être appliquées par une Source (hôte) dans ces cas.

Le processus classique de configuration de l'interface dans le cas général d'une connexion USB entre une Source (hôte) et un Collecteur (dispositif) est le suivant:

1. détecter une connexion valide entre les ports (déterminer notamment l'orientation du câble et la relation Source/Collecteur et DFP/DFP);
2. découvrir éventuellement les capacités du câble;
3. établir éventuellement des alternatives à l'alimentation traditionnelle par USB (voir 4.6.2):
 - a. communication *USB PD* par CC pour la négociation de l'alimentation avancée;
 - b. modes d'USB Type-C Current;
 - c. USB BC 1.2;
4. procéder à la récupération des informations du dispositif USB.

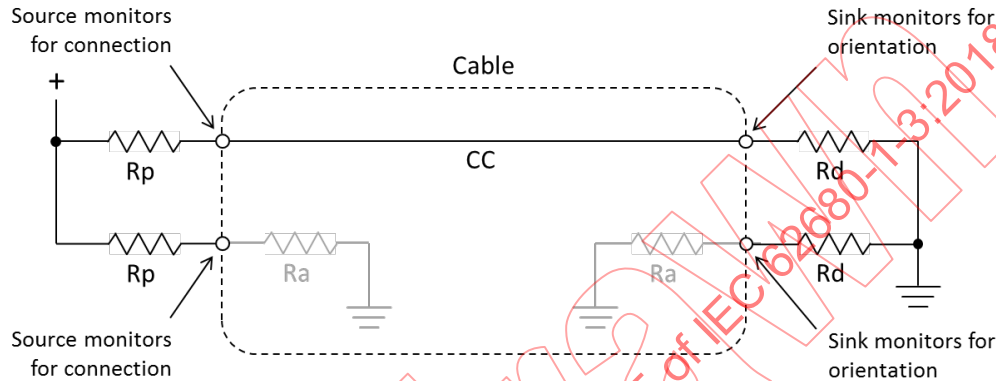
Dans le cas où les ports DRP (Prise en charge de Double Fonction) sont branchés à une Source uniquement, un Collecteur uniquement ou un autre DRP, le processus est fondamentalement le même, à l'exception près que lors de l'étape de détection d'une connexion valide, le DRP alterne entre le fonctionnement en tant que Source pour détecter un Collecteur branché, et la présentation en tant que Collecteur pour être détecté par une Source branchée. Finalement, une connexion Source à Collecteur est établie.

4.5.1.2.1 Détection d'une connexion Source à Collecteur valide

Le concept général de configuration d'une connexion valide entre une Source et un Collecteur se base sur la capacité à détecter des terminaisons qui figurent dans le produit actuellement branché.

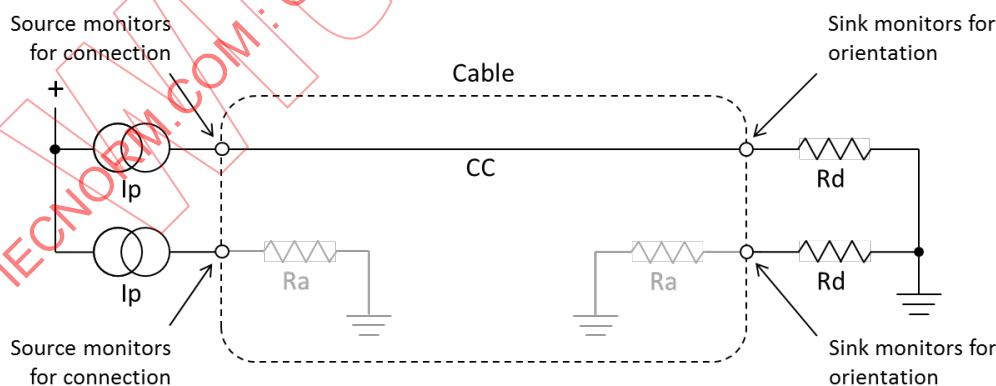
Pour aider à définir le comportement fonctionnel du CC, un modèle de terminaison de polarisation (R_p) et de dépolarisation (R_d) est utilisé. L'implémentation réelle dans les hôtes et les dispositifs peut varier. Par exemple, la terminaison de polarisation peut être remplacée par une Source de courant. La Figure 4-5 et la Figure 4-6 représentent deux modèles. Le premier se base sur une résistance de polarisation dans la Source et le second remplace cette dernière par une Source de courant.

Figure 4-5 – Modèle CC de polarisation/dépolarisation



Anglais	Français
Source monitors for connection	Vigilance source détection de connexion
Sink monitors for orientation	Vigilance collecteur détection d'orientation
Cable	Câble

Figure 4-6 – Modèle CC de Source de courant/dépolarisation



Anglais	Français
Source monitors for connection	Vigilance source détection de connexion
Sink monitors for orientation	Vigilance collecteur détection d'orientation
Cable	Câble

À l'origine, une Source expose les terminaisons Rp indépendantes sur ses broches CC1 et CC2, et un Collecteur expose les terminaisons Rd indépendantes sur ses broches CC1 et CC2. La combinaison Source vers Collecteur de cette configuration de circuit représente une connexion valide. Pour détecter cette connexion, la Source surveille CC1 et CC2 pour identifier une tension inférieure à sa tension non terminée. Le choix de Rp est effectué en fonction de la tension de terminaison de polarisation et du circuit de détection de la Source. Il indique qu'un Collecteur, un câble alimenté ou un Collecteur connecté par un câble alimenté, a été branché.

Avant l'application de VCONN, un câble alimenté expose Ra sur sa broche VCONN. Ra représente la charge sur VCONN à laquelle s'ajoute les éventuels éléments résistants reliés à la terre. Dans certains connecteurs mâles de câble, il peut s'agir d'une résistance pure et dans d'autres, il peut tout simplement s'agir de la charge.

Il faut que la Source soit capable de faire la différence entre la présence de Rd et de Ra, pour savoir si un Collecteur est branché et à quel endroit appliquer VCONN. Il n'est pas exigé que la Source source VCONN à moins que Ra soit détecté.

Deux combinaisons de terminaisons spéciales sur les broches CC, du point de vue de la Source, sont définies pour les modes accessoire branché en direct: Ra/Ra pour le mode accessoire d'adaptateur audio (Annexe A) et Rd/Rd pour le mode accessoire de débogage (Annexe B).

La Source utilise des temporisateurs anti-rebond pour détecter de manière fiable l'état des broches CC, afin de neutraliser les rebonds de la connexion (tCCDebounce) et masquer les communications BMC *USB PD* (tPDDebounce).

Le Tableau 4-10 résume l'état des ports du point de vue de la Source.

Tableau 4-10 – Point de vue de la Source

CC1	CC2	État	Position
Ouverte	Ouverte	Aucun branchement	N/A
Rd	Ouverte	Collecteur branché	①
Ouverte	Rd		②
Ouverte	Ra	Câble alimenté sans Collecteur branché	①
Ra	Ouverte		②
Rd	Ra	Câble alimenté avec un Collecteur, un accessoire alimenté par VCONN (VPA) ou un dispositif USB alimenté par VCONN (VPD) branché	①
Ra	Rd		②
Rd	Rd	Mode accessoire de débogage branché (Annexe B)	N/A
Ra	Ra	Mode accessoire d'adaptateur audio branché (Annexe A)	N/A

Après alimentation, le Collecteur surveille CC1 et CC2 pour identifier une tension supérieure à la tension de terre locale. La broche CC dont la tension est la plus élevée (donc polarisée par Rp dans la Source) indique l'orientation du connecteur mâle.

Le Tableau 4-11 résume les comportements classiques de Sources (hôtes) et de Collecteurs (dispositifs) simples pour chaque état décrit dans le Tableau 4-10.

Tableau 4-11 – Comportements de la Source (hôte) et du Collecteur (dispositif) par état

État	Comportement de la Source	Comportement du Collecteur
Aucun branchement	- Détecte les broches CC pour le branchement - N'applique pas VBUS ou VCONN	Détecte VBUS pour le branchement
Collecteur branché	- Détecte CC pour l'orientation - Détecte CC pour le débranchement - Applique VBUS et VCONN	- Détecte les broches CC pour l'orientation - Détecte la perte de VBUS pour le débranchement
Câble alimenté sans Collecteur branché	- Détecte les broches CC pour le branchement - N'applique pas VBUS ou VCONN	Détecte VBUS pour le branchement
Câble alimenté avec un Collecteur, un ACCESSOIRE ALIMENTÉ PAR VCONN ou un dispositif USB alimenté par Vconn branché	- Détecte CC pour l'orientation - Détecte CC pour le débranchement - Applique VBUS et VCONN - Détecte VPD et retire VBUS	Si les accessoires ou les VPD sont pris en charge, se référer à la colonne Comportement de la Source, à l'exception de VBUS qui n'est pas appliqué. Sinon, N/A.
Mode accessoire de débogage branché	- Détecte les broches CC pour le débranchement - Reconfigure pour le débogage	- Détecte VBUS pour le débranchement - Reconfigure pour le débogage
Mode accessoire d'adaptateur audio branché	- Détecte les broches CC pour le débranchement - Reconfigure pour l'audio analogique	Si les accessoires sont pris en charge, se référer à la colonne Comportement de la Source. Sinon, N/A

La Figure 4-3 représente comment l'orientation du connecteur mâle inséré est détectée au niveau du connecteur femelle de la Source en identifiant sur laquelle des deux broches CC du connecteur femelle la terminaison Rd est décelée. Quand la Source (hôte) a reconnu qu'un Collecteur (un dispositif) est branché et quand l'orientation du connecteur mâle est déterminée, la Source configure le routage du bus de données USB SuperSpeed vers le connecteur femelle.

La Source (hôte) active ensuite la VBUS. Pour les broches CC qui ne connectent pas la Source au Collecteur par câble, la Source alimente la VCONN et peut retirer la terminaison. Lorsque le Collecteur (le dispositif) est sous tension, il configure le chemin de données USB. Cela finalise la connexion hôte-dispositif.

La Source surveille le fil CC (perte de la terminaison de dépolarisation) afin de détecter toute déconnexion. Lorsque le Collecteur est retiré, le port Source élimine toute tension appliquée sur la VBUS et la VCONN, réinitialise la configuration de son interface et reprend la recherche d'une nouvelle connexion de Collecteur.

Lorsqu'une connexion Source-Collecteur valide est établie, des alternatives aux alimentations USB traditionnelles (VBUS définie par les spécifications *USB 2.0* ou *USB 3.1*) peuvent être disponibles en fonction des capacités de l'hôte et du dispositif. Il s'agit notamment d'USB Type-C Current, d'USB Power Delivery et de *USB Battery Charging 1.2*.

Lorsque l'*USB PD PR_Swap* est utilisé pour échanger la Source et le Collecteur d'une VBUS, le fournisseur de la VCONN reste inchangé pendant et après l'échange d'alimentation de la VBUS. La nouvelle Source surveille le fil CC et le nouveau Collecteur surveille la VBUS afin de détecter toute déconnexion. Lorsqu'un débranchement est détecté, toutes les tensions appliquées sur la VBUS et la VCONN sont éliminées, et chaque port réinitialise la configuration de son interface et reprend la recherche d'une nouvelle connexion.

Lorsque l'*USB PD DR_Swap* est utilisé pour échanger les rôles de données (DFP et UFP), la Source de la VBUS et de la VCONN n'est pas modifiée après l'échange des rôles de données.

Lorsque l'*USB PD VCONN_Swap* est utilisé pour échanger la Source de la VCONN, la Source/Collecteur de la VBUS et les rôles DFP/UFP sont conservés pendant et après l'échange de la VCONN.

La dernière étape du processus de connexion normale par USB Type-C renvoie au dispositif USB à connecter et à énumérer conformément aux processus normalisés *USB 2.0* et *USB 3.1*.

4.5.1.3 Modèles fonctionnels du canal de configuration

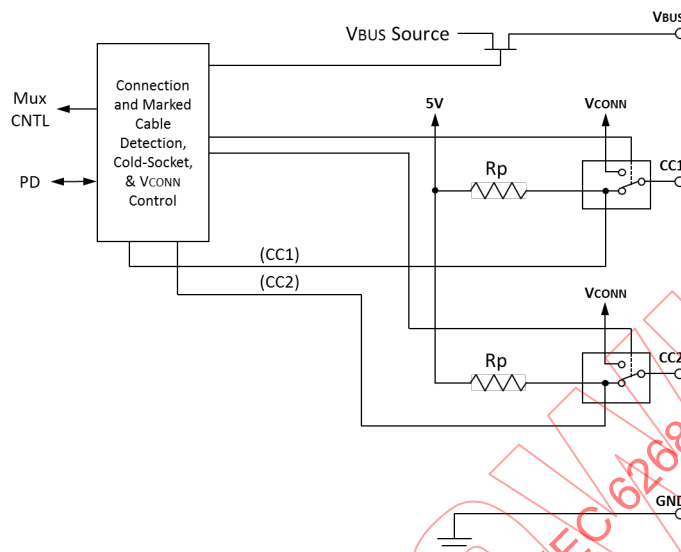
Les modèles fonctionnels relatifs au comportement du canal de configuration basé sur les broches CC1 et CC2 décrites ci-dessous pour chaque type de ports: Source, Collecteur et Prise en charge de double fonction (DRP, pour Dual-Role-Power).

Les figures suivantes représentent les routages CC1 et CC2, après finalisation du processus de détection CC. Dans ces figures, la VBUS et la VCONN peuvent être effectivement disponibles, ou pas.

4.5.1.3.1 Modèle fonctionnel du canal de configuration Source

La Figure 4-7 représente le modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 pour un port Source avant connexion. Cette image prend en compte *USB PD*.

Figure 4-7 – Modèle fonctionnel Source pour broches CC1 et CC2



Anglais	Français
Mux CNTL	Mux CNTL
PD	PD
Connection and Marked Cable Detection, Cold-Socket, & VCONN Control	Détection de connexion et de câbles marqués électroniquement, prise commutée & VCONN
VBUS Source	Source V _{BUS}
VCONN	V _{CONN}
GND	GND

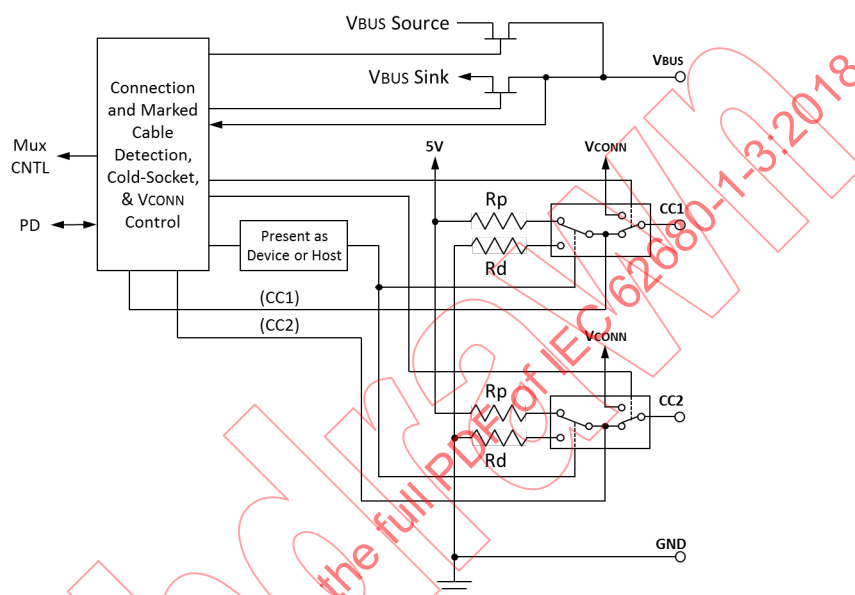
D'après la Figure 4-7, un port qui se comporte comme une Source présente les caractéristiques fonctionnelles suivantes:

1. La Source utilise un TEC pour activer/désactiver l'alimentation par la VBUS ou lorsque la Source est initialement équipée d'une VBUS désactivée;
2. La Source fournit les résistances de polarisation (Rp) sur les broches CC1 et CC2, et surveille ces dernières en vue de détecter un Collecteur. La présence d'une résistance de dépolarisation (Rd) sur chaque broche indique qu'un Collecteur est branché. La valeur d'une Rp indique le niveau initial d'USB Type-C Current pris en charge par l'hôte;
3. La Source utilise la capacité de dépolarisation des broches CC pour détecter et établir le routage adapté au chemin de données USB SuperSpeed, et déterminer quelle broche CC est destinée à alimenter la VCONN;
4. Une fois le Collecteur détecté, la Source active la VBUS et la VCONN;
5. La Source peut ajuster dynamiquement la valeur de la Rp pour indiquer une modification d'USB Type-C Current disponible vers un Collecteur;
6. La Source surveille le maintien de la présence de Rd, afin de détecter toute déconnexion du Collecteur. Lorsqu'un débranchement est détecté, la Source élimine (le cas échéant) la VBUS et la VCONN et revient à l'étape 2;

7. Si la Source prend en charge les fonctions avancées (USB Power Delivery et/ou modes alternatifs), une communication *USB PD* est exigée.

La Figure 4-8 représente le modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 pour un port Source prenant en charge *USB PD PR_Swap*.

Figure 4-8 – Modèle fonctionnel Source prenant en charge USB PD PR_Swap

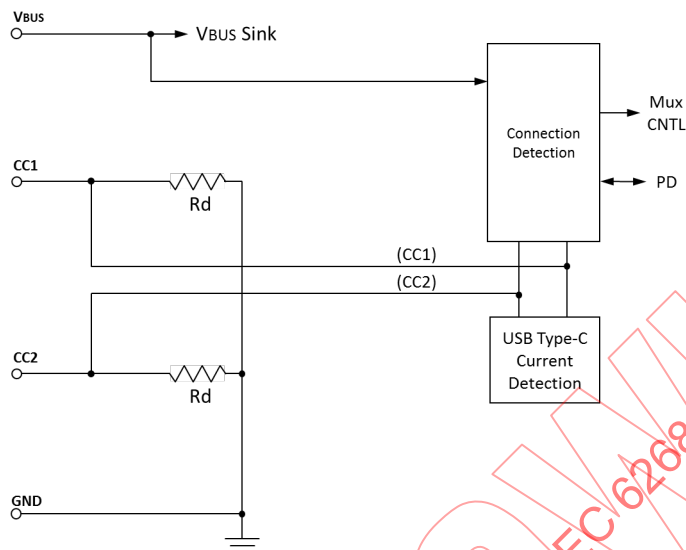


Anglais	Français
Mux CNTL	Mux CNTL
PD	PD
Connection and Marked Cable Detection, Cold-Socket, & VCONN Control	Détection de connexion et de câbles marqués électroniquement, prise commutée & VCONN
Present as device or Host	Présent en tant que dispositif ou Hôte
VBUS Source	Source V _{BUS}
VBUS Sink	Collecteur V _{BUS}
VBUS	V _{BUS}
VCONN	V _{COMM}
GND	GND

4.5.1.3.2 Modèle fonctionnel du canal de configuration de Collecteur

La Figure 4-9 représente le modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 pour un Collecteur. Cette image prend en compte USB Type-C Current et l'*USB PD*.

Figure 4-9 – Modèle fonctionnel de Collecteur pour broches CC1 et CC2



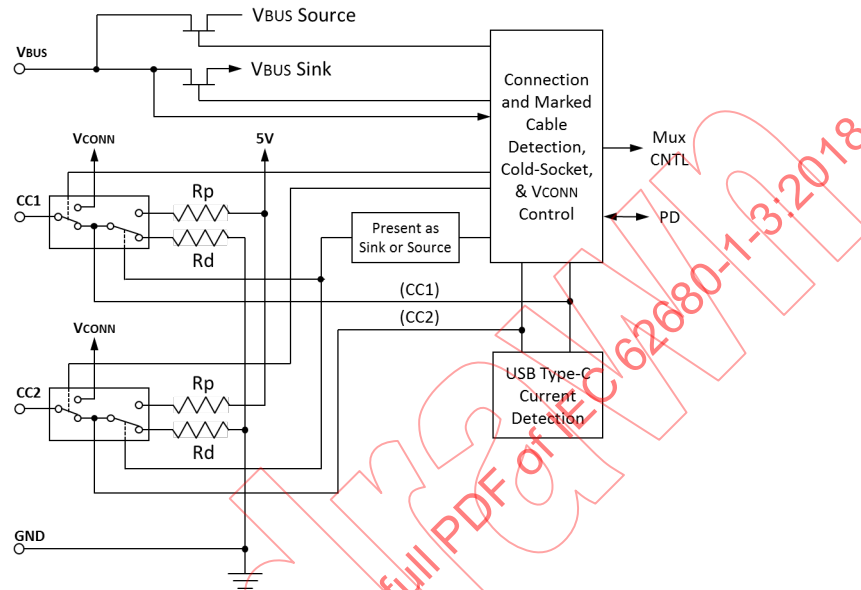
Anglais	Français
VBUS Sink	Collecteur V_{BUS}
VBUS	V_{BUS}
Connection Detection	Détection de connexion
Rd	Rd
USB Type-C Current Detection	Détection d'USB Type-C Current
Present as device or Host	Présent en tant que dispositif ou Hôte
VBUS Sink	Collecteur V_{BUS}
GND	GND
Mux CNTL	Mux CNTL
PD	PD

D'après la Figure 4-9, un port qui se comporte comme un Collecteur présente les caractéristiques fonctionnelles suivantes:

1. le Collecteur termine les broches CC1 et CC2 vers la GND avec des résistances de dépolarisation;
2. le Collecteur détermine qu'une Source est branchée par la présence d'une alimentation sur la VBUS;
3. le Collecteur utilise la caractéristique de polarisation des broches CC pour détecter et établir le routage adapté au chemin de données USB SuperSpeed;
4. le Collecteur peut, de manière facultative, surveiller les broches CC pour détecter un USB Type-C Current supérieur, disponible en provenance de la Source. Le Collecteur doit gérer sa charge afin de respecter la limite de courant de la Source détectée;
5. si le Collecteur prend en charge les fonctions avancées (USB Power Delivery et/ou modes alternatifs), une communication *USB PD* est exigée.

La Figure 4-10 représente le modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 pour un Collecteur qui prend en charge *USB PD PR_Swap* et *USB PD VCONN_Swap* avant connexion.

Figure 4-10 – Modèle fonctionnel de Collecteur prenant en charge *USB PD PR_Swap* et *VCONN_Swap*

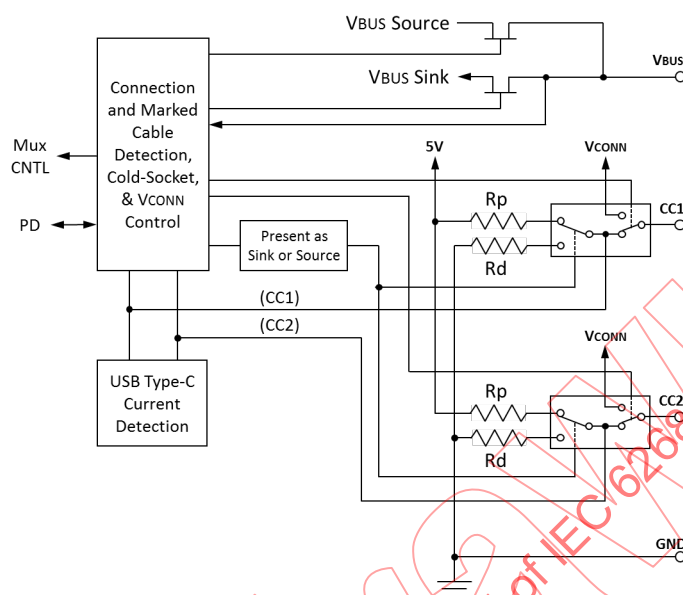


Anglais	Français
VBUS Sink	Collecteur V_{BUS}
VBUS Source	Source V_{BUS}
Connection and Marked Cable Detection, Cold-Socket, & V_{CONN} Control	Détection de connexion et de câbles marqués électroniquement, prise commutée & V_{CONN}
V_{CONN}	V_{CONN}
R_d	R_d
R_p	R_p
Mux CNTL	Mux CNTL
GND	GND
Present as Sink or Source	Présent en tant que Collecteur ou Source
USB Type-C Current Detection	Détection USB Type-C Current

4.5.1.3.3 Modèles fonctionnels du canal de configuration de Prise en charge de double fonction (DRP)

La Figure 4-11 représente le modèle fonctionnel des broches CC1 et CC2 pour une DRP apparaissant comme une Source avant connexion. Cette image prend en compte les fonctionnalités USB Type-C Current et *USB PD*.

Figure 4-11 – Modèle fonctionnel de DRP pour broches CC1 et CC2



Anglais	Français
VBUS Sink	Collecteur V_{BUS}
VBUS Source	Source V_{BUS}
Connection and Marked Cable Detection, Cold-Socket, & V_{CONN} Control	Détection de connexion et de câbles marqués électroniquement, prise commutée & V_{CONN}
V_{CONN}	V_{CONN}
V_{BUS}	V_{BUS}
Mux CNTL	Mux CNTL
PD	PD
R_d	R_d
R_p	R_p
GND	GND
Present as Sink or Source	Présent en tant que Collecteur ou Source
USB Type-C Current Detection	Détection d'USB Type-C Current

D'après la Figure 4-11, un port pouvant alterner entre les comportements DFP et UFP présente les caractéristiques fonctionnelles suivantes:

1. la DRP utilise un TEC pour activer/désactiver l'alimentation par la VBUS et lorsque la mode est initialement équipée d'une VBUS désactivée;
2. la DRP utilise des commutateurs pour apparaître comme une Source ou un Collecteur;

3. la DRP fait appel à une logique utilisée pendant le branchement initial pour alterner entre le fonctionnement de la Source et du Collecteur:
 - a. jusqu'à ce qu'un état stable spécifique soit atteint, la DRP apparaît alternativement comme une Source et un Collecteur. La temporisation du processus est dictée par une période (t_{DRP}), le pourcentage de temps d'exposition d'une Rp par la DRP ($dcSRC.DRP$) et le temps de transition des rôles ($t_{DRPTransition}$);
 - b. lorsque la DRP apparaît comme une Source, elle suit le fonctionnement de la Source pour détecter un Collecteur branché (lorsqu'un Collecteur est détecté, il applique la VBUS et la VCONN, et continue de fonctionner comme une Source, par exemple interruption alternative);
 - c. lorsque la DRP apparaît comme un Collecteur, elle surveille la VBUS pour détecter le branchement à la Source (si une Source est détectée, elle continue de fonctionner comme un Collecteur, interruption alternative);
4. si la DRP prend en charge les fonctions avancées (USB Power Delivery et/ou modes alternatifs), une communication *USB PD* est exigée.

4.5.1.4 Rôles d'alimentation des ports USB Type-C et mécanismes d'échange des rôles

Les ports USB Type-C des produits (hôte USB, dispositifs USB, chargeurs USB, etc.) peuvent généralement se caractériser comme mettant en œuvre un des sept modèles de comportement des rôles d'alimentation:

- Source uniquement;
- Source (par défaut): nette préférence pour le rôle de Source, mais capacité à devenir par la suite un Collecteur avec des mécanismes d'échange USB PD;
- Collecteur uniquement;
- Collecteur (par défaut): nette préférence pour le rôle de Collecteur, mais capacité à devenir par la suite une Source par le biais des mécanismes d'échange USB PD;
- DRP: alternance (Source-Collecteur);
- DRP: dispositif d'alimentation;
- DRP: hôte de Collecteur.

Deux ensembles indépendants de mécanismes d'échange sont définis pour les mises en œuvre de ports USB Type-C. Le premier est basé sur l'échange des rôles dans le processus de connexion initiale avec diagramme d'état, le second sur l'utilisation ultérieure des mécanismes d'échange basés sur l'*USB PD*.

4.5.1.4.1 Echange des rôles, basé sur le diagramme d'états USB Type-C

Pendant le processus de connexion initiale avec diagramme d'états USB Type-C, les produits à connecter se terminent lorsque l'un des deux rôles suivants est associé à la terminaison de son port:

- Rp → Source de la VBUS et de la VCONN se comportant comme un port orienté en aval (hôte USB);
- Rd → Collecteur de la VBUS se comportant comme un port orienté vers la partie amont (dispositif USB).

Un produit basé sur DRP USB Type-C peut intégrer les mécanismes d'échange Try.SRC et Try.SNK pour affecter le rôle résultant. Try.SRC permet à une DRP avec préférence basée sur les politiques de constituer une Source lorsqu'elle se connecte à une autre DRP pour effectuer une transition depuis un rôle de Collecteur destiné vers le rôle Source. De son côté, Try.SNK permet à une DRP avec préférence stratégique de constituer un Collecteur lorsqu'elle se connecte à une autre DRP pour effectuer une transition depuis un rôle de Source prévu vers le rôle de Collecteur. La temporisation de la connexion et d'autres facteurs sont impliqués dans ce processus, comme défini pour le fonctionnement avec diagramme d'états USB Type-C (voir 4.5.2). Il est important de noter que ces fonctions (Try.SRC et Try.SNK) ne peuvent être utilisées qu'une seule fois dans le cadre du processus de connexion initiale.

Try.SRC et Try.SNK sont destinés à garantir des rôles d'alimentation plus prévisibles lors de la connexion initiale de deux DRP, notamment si le port partenaire ne prend pas en charge *USB PD*. Par exemple, un dispositif mobile de petite taille peut demander à mettre en œuvre Try.SNK de sorte que, lors de sa connexion à un ordinateur portable DRP, le dispositif mobile reste le Collecteur d'alimentation. De même, un ordinateur portable ou une batterie d'alimentation peuvent demander à mettre en œuvre Try.SRC, pour s'assurer de continuer à alimenter les DRP branchées. Les dispositifs autoalimentés (AMA, par exemple), ou ceux dont la fonction primaire est un rôle de données UFP, peuvent également envisager de mettre en œuvre Try.SNK pour s'assurer de pouvoir correctement exposer leur fonctionnalité. Lorsque les deux côtés prennent en charge *USB PD*, les rôles pertinents peuvent ensuite être affinés ou échangés conformément à la spécification *USB PD*.

4.5.1.4.2 Echange des rôles d'alimentation, des rôles de données et de la VCONN basée sur USB PD

À l'issue du processus de connexion initiale avec diagramme d'états USB Type-C, les produits peuvent utiliser les mécanismes d'échange basés sur *USB PD* pour commander une modification des rôles d'alimentation, des rôles de données et de l'extrémité de câble qui alimente la VCONN. Ces mécanismes sont les suivants:

- *USB PD PR_Swap*: échange la Source (Rp) et le Collecteur (Rd);
- *USB PD DR_Swap*: échange les rôles DFP (données d'hôte) et UFP (données du dispositif);
- *USB PD VCONN_Swap*: échange le port qui alimente la VCONN.

Le Tableau 4-12 récapitule les comportements d'un port en réponse aux trois commandes d'échange *USB PD*.

Tableau 4-12 – Résumé du comportement d'échange des ports USB PD

	Rôles de données DFP/UFP	Rp/Rd	Source/Collecteur de la VBUS	Source de la VCONN
PR_Swap	Sans modification	Échange	Échange	Sans modification
DR_Swap	Echange	Sans modification	Sans modification	Sans modification
VCONN_Swap	Sans modification	Sans modification	Sans modification	Échange

* Échange du port Source de la VCONN

4.5.1.4.3 Résumé du modèle comportemental des rôles d'alimentation

Le Tableau 4-13 fournit un résumé des caractéristiques de définition des sept principaux rôles d'alimentation.

Tableau 4-13 – Résumé du modèle comportemental des rôles d'alimentation

Rôle d'alimentation	Alternance	PR_Swap	Hôte USB	Dispositif USB	DFP (Downstream Facing Port)	UFP (Upstream Facing Port)	DR_Swap	Try.SRC/ Try.SNK	Connexion à...
Source uniquement	Non	NA	Fac.	Fac. ¹	Exigé	Fac.	Fac.	NA	Collecteur/ DRP
Source (par défaut)	Non	Exigé	Fac.	Fac. ¹	Exigé	Fac.	Fac.	NA	Collecteur/ DRP
Collecteur uniquement	Non	NA	Fac. ¹	Fac.	Fac.	Exigé	Fac.	NA	Source/ DRP
Collecteur (par défaut)	Non	Exigé	Fac. ¹	Fac.	Fac.	Exigé	Fac.	NA	Source/ DRP
DRP	alternance (Source-Collecteur)	Exigé	Fac.	Fac.	Exigé	Exigé	Exigé	Fac.	Source/ Collecteur/ DRP
	dispositif d'alimentation	Exigé	NA	Exigé	Exigé	Exigé	Exigé	Fac.	
	Hôte de Collecteur	Exigé	Exigé	NA	Exigé	Exigé	Exigé	Fac.	

Note: 1. Exige l'utilisation de DR_Swap

4.5.2 Exigences fonctionnelles et comportementales pour broches CC

Les informations suivantes spécifient les exigences fonctionnelles et comportementales exigées pour la mise en œuvre de broches CC. La première partie fournit les diagrammes d'états de connexion qui constituent la base des parties suivantes.

Les termes "Source" (SRC) et "Collecteur" (SNK) utilisés ci-dessous renvoient au rôle d'alimentation du port. Les termes "DFP" et "UFP" renvoient au rôle de données du port. Un port DRP (Prise en charge de double fonction) est capable d'agir comme une Source ou un Collecteur. En général, les Sources se trouvent sur les diagrammes d'états et alimentent la VBUS, alors que les Collecteurs se trouvent sur les dispositifs et consomment l'alimentation en provenance de la VBUS. Lors d'une connexion initiale, l'état d'alimentation initial du port et le rôle de données sont établis. *USB PD* introduit trois commandes d'échange, qui peuvent altérer le rôle d'alimentation ou de données d'un port:

- la commande PR_Swap modifie l'état d'alimentation du port, conformément aux diagrammes d'états ci-dessous. PR_Swap ne modifie pas le port d'alimentation de la VCONN;
- la commande DR_Swap n'a aucun effet sur les diagrammes d'états ci-dessous ni sur la VCONN, car elle ne modifie que le rôle de données du port;
- la commande VCONN_Swap modifie le port qui alimente la VCONN. Les commandes PR_Swap et DR_Swap n'ont aucun effet sur le port d'alimentation de la VCONN.

Note: *USB PD* définit un autre mécanisme facultatif d'échange (FR_Swap), qui est utilisé dans les cas particuliers où une interaction utilisateur involontaire peut rendre nécessaire la modification de la Source de la VBUS. Variante de PR_Swap, FR_Swap procède de la même manière à l'échange de la Source (Rp) et du Collecteur (Rd) entre deux ports connectés. Aux fins de la présente spécification, seul PR_Swap est explicitement pris en compte dans les exigences comportementales. Le cas échéant, il convient que les mises en œuvre prenant en charge FR_Swap appliquent les comportements associés à PR_Swap à FR_Swap. Voir la spécification *USB PD* pour plus d'informations sur FR_Swap.

Les diagrammes d'états de connexion et les descriptions du comportement des broches CC ci-dessous décrivent le comportement des ports basés sur connecteur femelle. Le connecteur mâle sur un dispositif directement branché ou un dispositif avec câble captif doit se comporter comme un connecteur mâle sur un câble branché à un connecteur femelle à son autre extrémité, selon une orientation normale. Ces dispositifs ne doivent appliquer et décoder les niveaux de tension CC que sur la broche A5. La broche B5 doit avoir une impédance supérieure à zOPEN, sauf s'il s'agit d'un accessoire alimenté par VCONN. Dans ce cas, B5 doit avoir une impédance Ra.

4.5.2.1 Diagrammes d'états de connexion

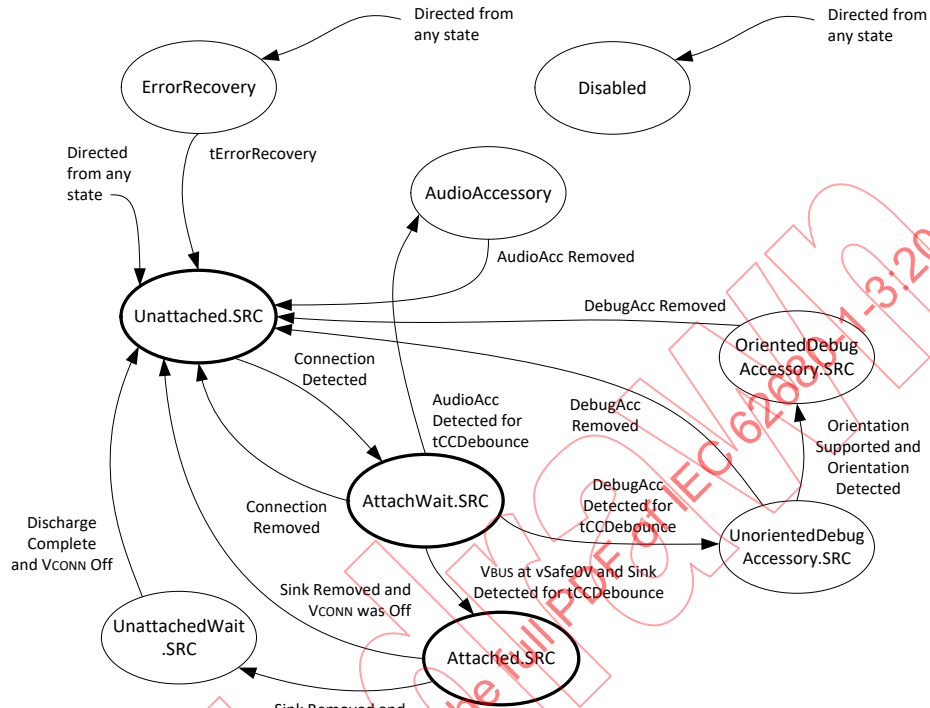
Les informations suivantes fournissent des diagrammes d'états de connexion de référence pour les comportements basés sur broche CC.

Se reporter au 4.5.2.2 pour les exigences de transition d'états spécifiques, relatives à chaque état représenté dans les diagrammes.

Se reporter au 4.5.2.4 pour une description des états obligatoires pour chaque type de ports, ainsi qu'une liste des états où une communication *USB PD* est admise.

La Figure 4-12 représente un diagramme d'états de connexion pour une Source (DFP d'hôte/hub).

Figure 4-12 – Diagramme d'états de connexion: Source

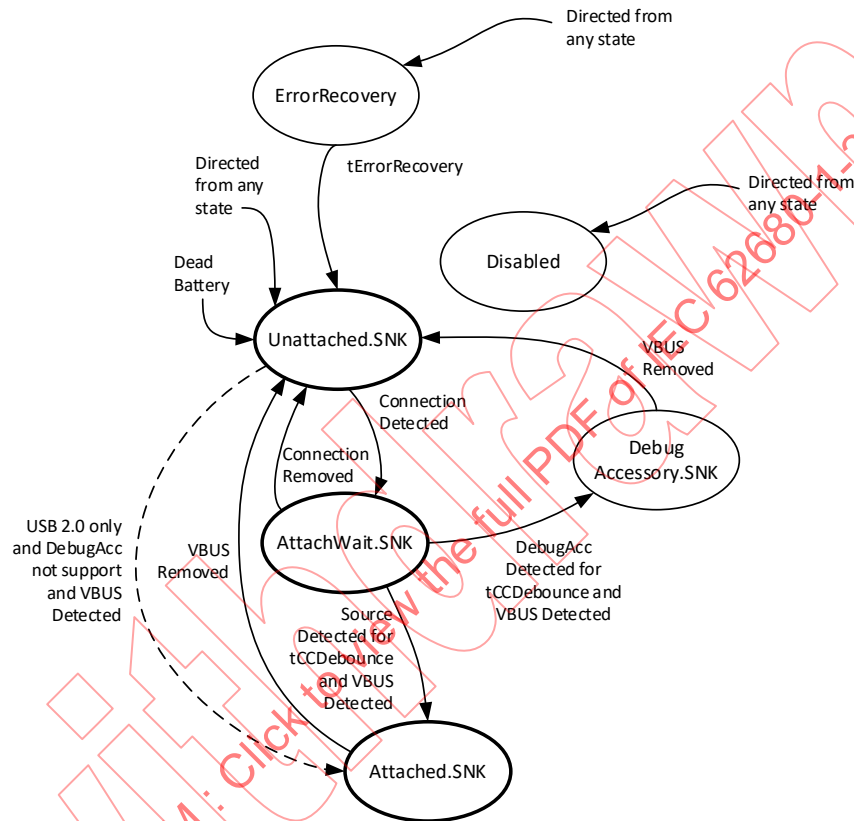


Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
Unattached.SRC	Unattached.SRC
AudioAccessory	AudioAccessory
Disabled	Désactivé
AudioAcc Removed	AudioAcc supprimé
Connection detected	Connexion détectée
DebugAcc Removed	DebugAcc supprimé
AudioAcc Detected for tCCDebounce	AudioAcc détecté pour tCCDebounce
DebugAcc Detected for tCCDebounce	DebugAcc détecté pour tCCDebounce
Orientation Supported and Orientation Detected	Orientation prise en charge et détectée
OrientedDebug Accessory.SRC	OrientedDebug Accessory.SRC
AttachWait.SRC	AttachWait.SRC
Connection Removed	Connexion supprimée
Discharge Complete and V _{CONN} Off	Déchargement complet et V _{CONN} désactivée
Sink Removed and V _{CONN} was Off	Collecteur supprimé et V _{CONN} désactivée
UnattachWait.SRC	UnattachWait.SRC
Attached.SRC	Attached.SRC

Unattached.SRC	V _{BUS} en état vSafe0V et collecteur détecté pour tCCDebounce
Vbus at vSafe0V and Sink Detected for tCCDebounce	ErrorRecovery

La Figure 4-13 représente un diagramme d'états de connexion pour un Collecteur simple (UFP de dispositif/hub).

Figure 4-13 – Diagramme d'états de connexion: Collecteur

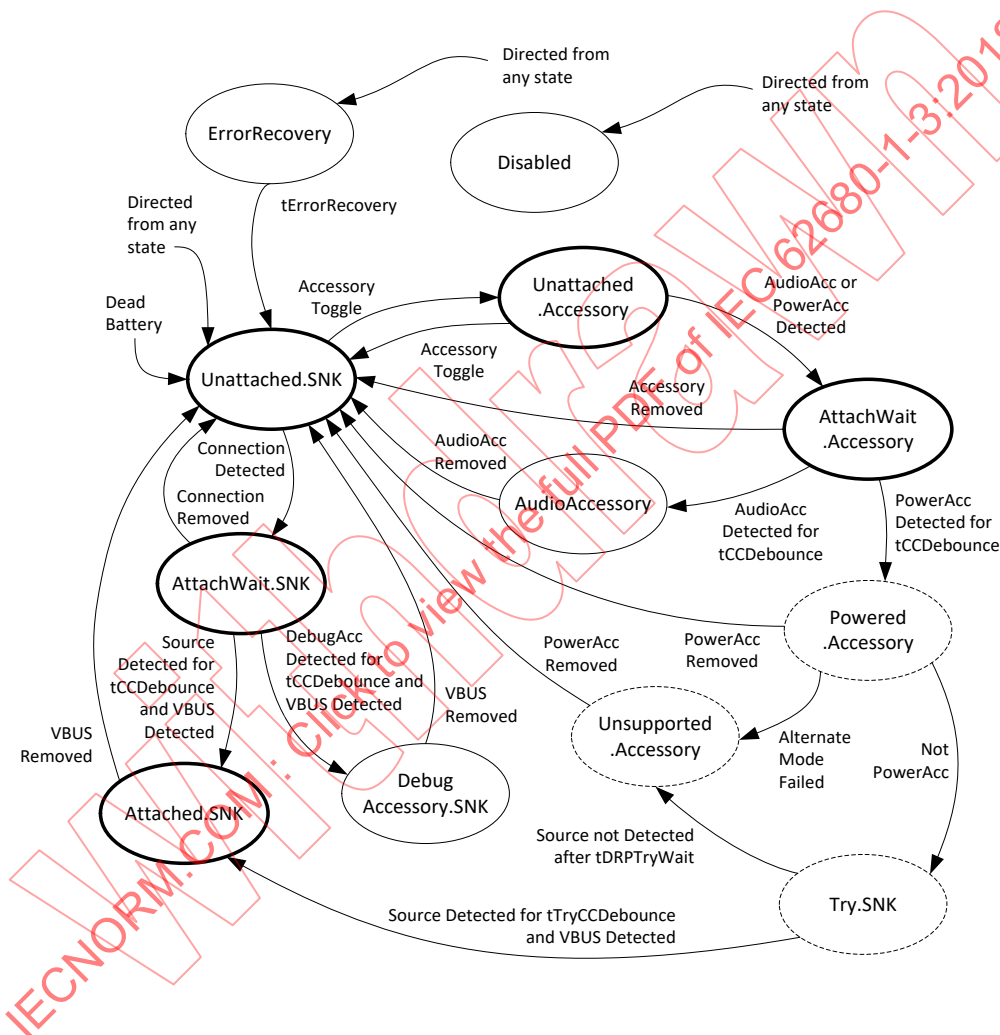


Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Unattached.SNK	Unattached.SNK
AttachWait.SNK	AttachWait.SNK
Attached.SNK	Attached.SNK
Disabled	Désactivé
Debug Accessory.SNK	Debug Accessory.SNK
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
Dead Battery	Batterie déchargée
USB 2.0 only and DebugAcc not support and VBUS Detected	USB 2.0 seul et DebugAcc non pris en charge et V _{BUS} détectée
VBUS Removed	V _{BUS} supprimée
Connection Detected	Connexion détectée
Connection Removed	Connexion supprimée

Source Detected for tCCDebounce and Vbus Detected	Source détectée pour tCCDebounce et V _{BUS} détectée
DebugAcc Detected for tCCDebounce and VBUS Detected	DebugAcc détecté pour tCCDebounce et V _{BUS} détectée

La Figure 4-14 représente un diagramme d'états de connexion pour un Collecteur avec prise en charge des modes accessoires.

Figure 4-14 – Diagramme d'états de connexion: Collecteur avec prise en charge des modes accessoires

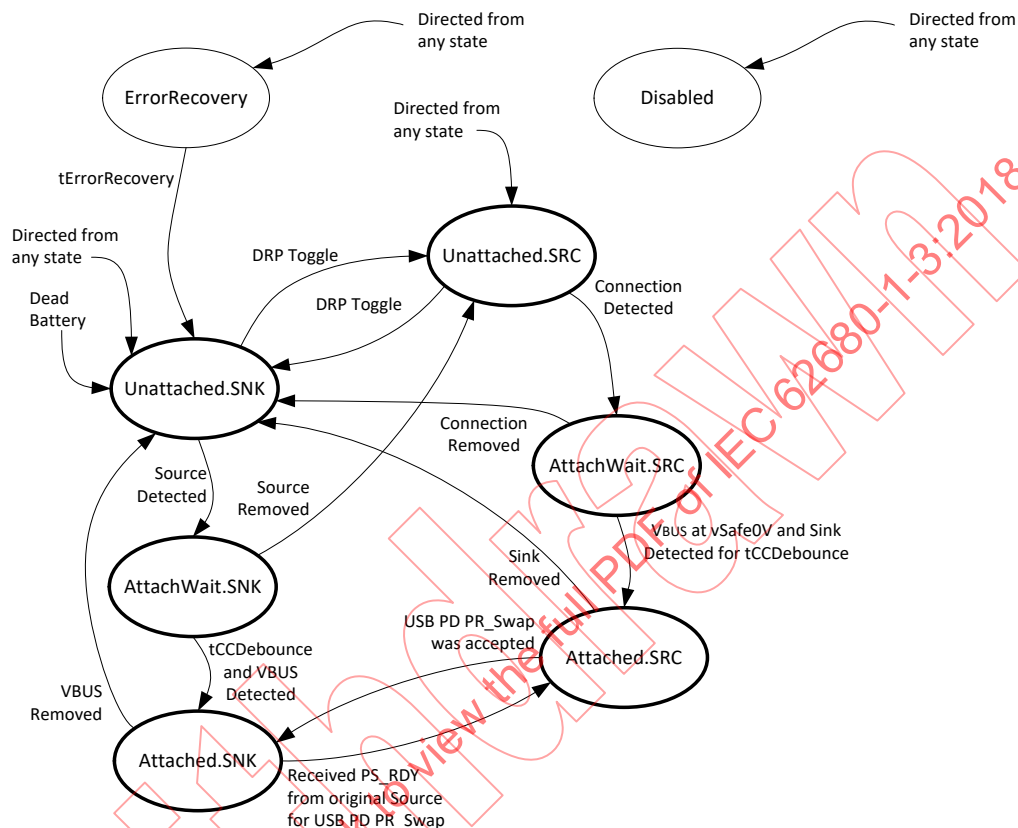


Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Unattached.SNK	Unattached.SNK
Unattached.Accessory	Unattached.Accessory
AttachWait.SNK	AttachWait.SNK
AttachWait.Accessory	AttachWait.Accessory
AudioAccessory	AudioAccessory
Disabled	Désactivé
Powered.Accessory	Powered.Accessory

Unsupported.Accessory	Unsupported.Accessory
DebugAccessory.SNK	DebugAccessory.SNK
Attached.SNK	Attached.SNK
Try.SNK	Try.SNK
Dead Battery	Batterie déchargée
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
Accessory Toggle	Alternance accessoire
AudioAcc or PowerAcc Detected	AudioAcc ou PowerAcc détectés
Connection Detected	Connexion détectée
Connection Removed	Connexion supprimée
Accessory Removed	Accessoire supprimé
AudioAcc Removed	AudioAcc supprimé
AudioAcc Detected for tCCDebounce	AudioAcc détecté pour tCCDebounce
PowerAcc Detected for tCCDebounce	PowerAcc détecté pour tCCDebounce
Source Detected for tCCDebounce and VBUS Detected	Source détectée pour tCCDebounce et V_{BUS}
DebugAcc for tCCDebounce and VBUS Detected	DebugAcc détecté pour tCCDebounce et V_{BUS} détectée
Vbus Removed	V_{BUS} supprimée
PowerAcc Removed	PowerAcc supprimé
Alternate Mode failed	Echec du Mode Alternatif
Not PowerAcc	Pas de PowerAcc
Source not Detected after tDRPTryWait	Source non détectée après tDRPTryWait
Source Detected for tTryCCDebounce and VBUS Detected	Source détectée pour tTryCCDebounce et V_{BUS} détectée

La Figure 4-15 représente un diagramme d'états de connexion pour un port DRP (Prise en charge de double fonction) simple.

Figure 4-15 – Diagramme d'états de connexion: DRP

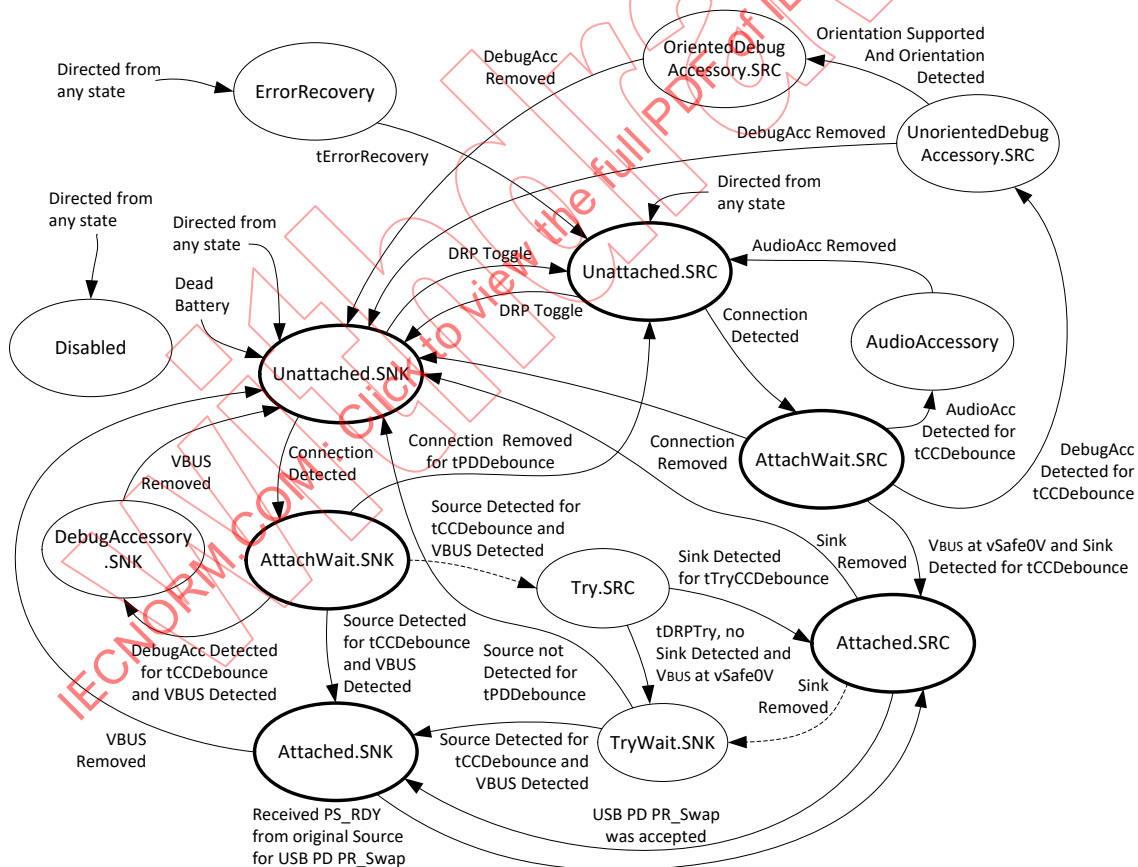


Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Disabled	Désactivé
Unattached.SRC	Unattached.SRC
Unattached.SNK	Unattached.SNK
AttachWait.SRC	AttachWait.SRC
AttachWait.SNK	AttachWait.SNK
Attached.SRC	Attached.SRC
Attached.SNK	Attached.SNK
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
DRP Toggle	Alternance DRP
Connection Detected	Connexion détectée
Connection Removed	Connexion supprimée
Source Detected	Source détectée

Source Removed	Source supprimée
Dead Battery	Batterie déchargée
Sink Removed	Collecteur supprimé
Vbus at vSafe0V and Sink Detected for tCCDebounce	V _{BUS} en état vSafe0V et collecteur détecté pour tCCDebounce
USB PD PR_Swap was accepted	USB PD PR_Swap accepté
tCCDebounce and Vbus Detected	tCCDebounce et V _{BUS} détectés
VBUS Removed	V _{BUS} supprimée
Received PS_RDY from original Source or USB PD PR_Swap	PS_RDY reçu depuis la Source ou USB PD PR_Swap

La Figure 4-16 représente un diagramme d'états de connexion pour une DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et les modes accessoires.

Figure 4-16 – Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et des modes accessoires

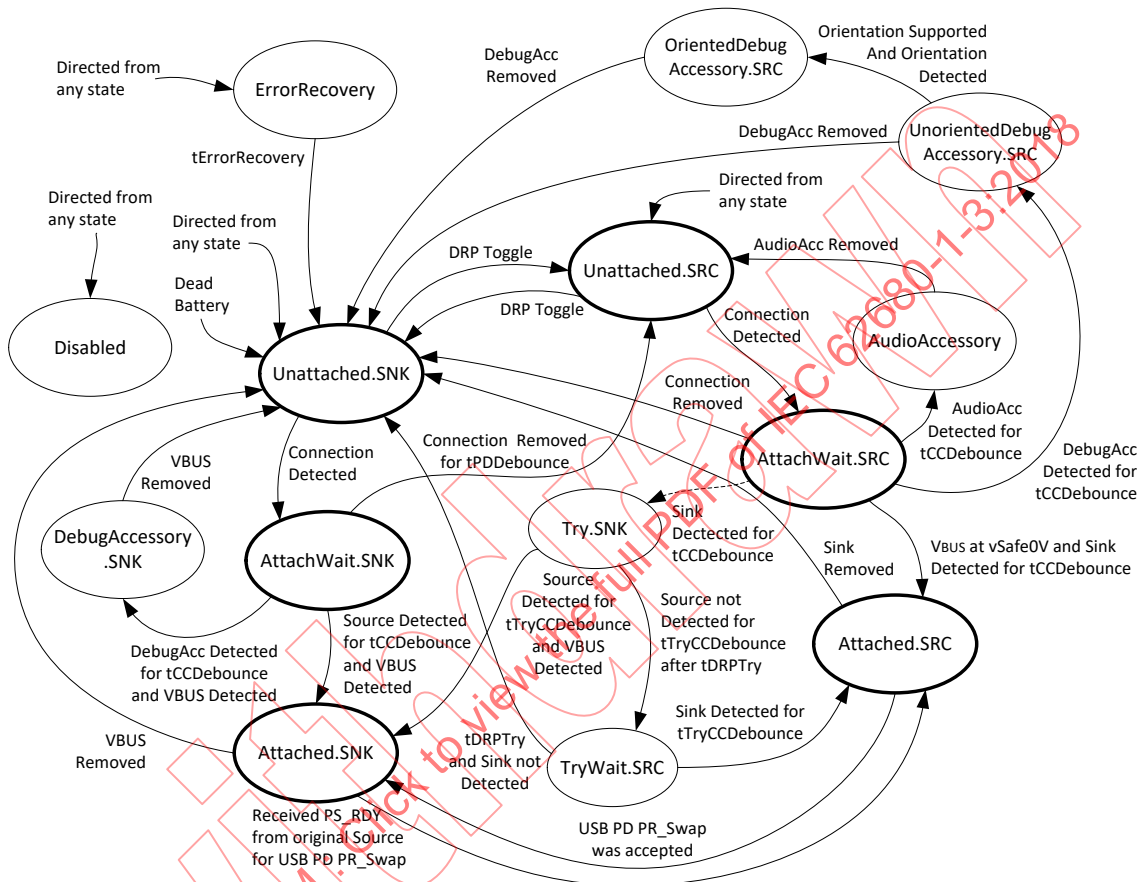


Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Disabled	Désactivé
Unattached.SRC	Unattached.SRC
Unattached.SNK	Unattached.SNK

AttachWait.SRC	AttachWait.SRC
AttachWait.SNK	AttachWait.SNK
Attached.SRC	Attached.SRC
Attached.SNK	Attached.SNK
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
DRP Toggle	Alternance DRP
Connection Detected	Connexion détectée
Connection Removed	Connexion supprimée
DebugAccessory.SNK	DebugAccessory.SNK
Dead Battery	Batterie déchargée
DebugAcc Removed	DebugAcc supprimé
Orientation Supported And Orientation Detected	Orientation prise en charge et détectée
Sink Removed	Collecteur supprimé
Vbus at vSafe0V and Sink Detected for tCCDebounce	V _{BUS} en état vSafe0V et collecteur détecté pour tCCDebounce
USB PD PR_Swap was accepted	USB PD PR_Swap accepté
OrientedDebug Accessory.SRC	OrientedDebug Accessory.SRC
VBUS Removed	V _{BUS} supprimée
Received PS_RDY from original Source or USB PD PR_Swap	PS_RDY depuis la Source ou USB PD PR_Swap
UnorientedDebug Accessory.SRC	OrientedDebug Accessory.SRC
DebugAcc Removed	DebugAcc détecté pour tCCDebounce et V _{BUS}
AudioAcc Removed	AudioAcc supprimé
AudioAccessory	AudioAccessory
AudioAcc Detected for tCCDebounce	AudioAcc détecté pour tCCDebounce
DebugAcc Detected for tCCDebounce	DebugAcc détecté pour tCCDebounce
Connection Removed for tCCDebounce	Connexion supprimée pour tCCDebounce
Source Detected for tCCDebounce and VBUS detected	Source détectée pour tCCDebounce et V _{BUS} détectée
Sink Detected for tCCDebounce	Collecteur détecté pour tTryCCDebounce
Try.SRC	Try.SNK
Source not Detected for tPDDebounce	Source non détectée pour tCCDebounce après tDRPTry
tDRPTry, no Sink Detected and Vbus at vSafe0V	tDRPTry et Collecteur non détectés
Try.SRC	Collecteur détecté pour tCCDebounce
TryWait.SNK	TryWait.SRC

La Figure 4-17 représente un diagramme d'états de connexion pour une DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et les modes accessoires.

Figure 4-17 – Diagramme d'états de connexion: DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et des modes accessoires



Anglais	Français
ErrorRecovery	ErrorRecovery
Disabled	Désactivé
Unattached.SRC	Unattached.SRC
Unattached.SNK	Unattached.SNK
AttachWait.SRC	AttachWait.SRC
AttachWait.SNK	AttachWait.SNK
Attached.SRC	Attached.SRC
Attached.SNK	Attached.SNK
Directed from any state	Induit depuis n'importe quel état
tErrorRecovery	tErrorRecovery
DRP Toggle	Alternance DRP
Connection Detected	Connexion détectée
Connection Removed	Connexion supprimée

DebugAccessory.SNK	DebugAccessory.SNK
Dead Battery	Batterie déchargée
DebugAcc Removed	DebugAcc supprimé
Orientation Supported And Orientation Detected	Orientation prise en charge et détectée
Sink Removed	Collecteur supprimé
Vbus at vSafe0V and Sink Detected for tCCDebounce	V _{BUS} en état vSafe0V et collecteur détecté pour tCCDebounce
USB PD PR_Swap was accepted	USB PD PR_Swap accepté
OrientedDebug Accessory.SRC	OrientedDebug Accessory.SRC
VBUS Removed	V _{BUS} supprimée
Received PS_RDY from original Source or USB PD PR_Swap	PS_RDY depuis la Source ou USB PD PR_Swap
UnorientedDebug Accessory.SRC	OrientedDebug Accessory.SRC
DebugAcc Detected for tCCDebounce and VBUS Detected	DebugAcc détecté pour tCCDebounce et V _{BUS} détectée
AudioAcc Removed	AudioAcc supprimé
AudioAccessory	AudioAccessory
AudioAcc Detected for tCCDebounce	AudioAcc détecté pour tCCDebounce
DebugAcc Detected for tCCDebounce	DebugAcc détecté pour tCCDebounce
Connection Removed for tCCDebounce	Connexion supprimée pour tCCDebounce
Source Detected for tCCDebounce and VBUS detected	Source détectée pour tCCDebounce et V _{BUS} détectée
Sink Detected for tTryCCDebounce	Collecteur détecté pour tTryCCDebounce
Try.SNK	Try.SNK
Source not Detected for tTryCCDebounce after tDRPTry	Source non détectée pour tCCDebounce après tDRPTry
tDRPTry and Sink not Detected	tDRPTry et Collecteur non détectés
Sink Detected for tCCDebounce	Collecteur détecté pour tCCDebounce
TryWait.SRC	TryWait.SRC
Source Detected for tTryCCDebounce and VBUS detected	Source détectée pour tTryCCDebounce et V _{BUS} détectée

4.5.2.2 Exigences relatives aux diagrammes d'états de connexion

L'entrée dans un état de déconnexion "induit depuis n'importe quel état" ne doit pas être utilisée pour écraser une alternance tDRP.

Une DRP ou un Collecteur peuvent consommer l'alimentation par défaut de la VBUS dans n'importe quel état, lorsque la mise à disposition VBUS n'est pas exigée.

Les deux tableaux suivants définissent les états électriques d'une broche CC d'une Source et d'un Collecteur. Chaque port est équipé de broches CC1 et CC2, chacune disposant de son propre état de broche CC. La combinaison de l'état des broches CC1 et CC2 d'un port est utilisée pour définir les conditions de transition d'un port d'un état à un autre.

Tableau 4-14 – États des broches CC d'un port Source

État des broches CC	Terminaison CC du port partenaire	Tension détectée sur les broches CC lorsque le port affirme la Rp
SRC.Open	Ouverte, Rp	Supérieure à vOPEN
SRC.Rd	Rd	Dans la plage vRd (soit, entre la vRd minimale et la vRd maximale)
SRC.Ra	Ra	Inférieure à la vRa maximale

Tableau 4-15 – États des broches CC d'un port de Collecteur

État des broches CC	Terminaison CC du port partenaire	Tension détectée sur les broches CC lorsque le port affirme la Rd
SNK.Rp	Rp	Supérieure à la vRd-Connect minimale
SNK.Open	Ouverte, Ra, Rd	Inférieure à la vRa maximale

4.5.2.2.1 État Désactivé

Cet état est représenté à la Figure 4-12, la Figure 4-13, la Figure 4-14, la Figure 4-15, la Figure 4-16 et la Figure 4-17.

L'état Désactivé correspond aux situations où le port empêche la connexion en retirant toutes les terminaisons des broches CC.

Il convient que le port bascule vers l'état Désactivé depuis n'importe quel autre état en cas de demande. Lorsque le port bascule vers l'état Désactivé depuis l'état Attached.SNK, aucune terminaison de câble ne doit être en contact avec les broches CC, pendant au moins tErrorRecovery.

Un port peut choisir de ne pas prendre en charge l'état Désactivé. Si l'état Désactivé n'est pas pris en charge, le port doit être dirigé vers l'état Unattached.SNK ou Unattached.SRC après mise sous tension.

4.5.2.2.1.1 Exigences relatives à l'état Désactivé

Le port ne doit pas piloter la VBUS ou la VCONN, et doit présenter une impédance de mise à la terre élevée (supérieure à zOPEN) sur ses broches CC1 et CC2.

4.5.2.2.1.2 Sortie de l'état Désactivé

Un Collecteur doit basculer vers l'état Unattached.SNK en cas de demande.

Une Source doit basculer vers l'état Unattached.SRC en cas de demande.

Une DRP doit basculer vers l'état Unattached.SNK ou Unattached.SRC en cas de demande.

4.5.2.2.2 État ErrorRecovery

Cet état est représenté à la Figure 4-12, la Figure 4-13, la Figure 4-14, la Figure 4-15, la Figure 4-16 et la Figure 4-17.

L'état ErrorRecovery désigne la situation dans laquelle le port extrait ses terminaisons de câbles des broches CC1 et CC2 pendant le tErrorRecovery, avant de basculer vers l'état Unattached.SNK ou Unattached.SRC approprié selon le type de ports. Il s'agit de l'équivalent d'un débranchement forcé avec recherche d'une nouvelle connexion.

Il convient que le port bascule vers l'état ErrorRecovery, depuis n'importe quel autre état, en cas de demande.

Un port peut choisir de ne pas prendre en charge l'état ErrorRecovery. Si l'état ErrorRecovery n'est pas pris en charge, le port doit être dirigé vers l'état Disabled lorsque celui-ci est pris en charge. Si l'état Disabled n'est pas pris en charge, le port doit être dirigé vers l'état Unattached.SNK ou Unattached.SRC.

4.5.2.2.2.1 Exigences relatives à l'état ErrorRecovery

Le port ne doit pas piloter la VBUS ou la VCONN, et doit présenter une impédance de mise à la terre élevée (supérieure à zOPEN) sur ses broches CC1 et CC2.

4.5.2.2.2.2 Sortie de l'état ErrorRecovery

Un Collecteur doit basculer vers l'état Unattached.SNK après le tErrorRecovery.

Une Source doit basculer vers l'état Unattached.SRC après le tErrorRecovery.

Une DRP (Figure 4-15) et une DRP avec prise en charge de l'état Try.SNK et du mode accessoire (Figure 4-17) doit basculer vers l'état Unattached.SNK après le tErrorRecovery.

Une DRP avec prise en charge de l'état Try.SRC et des modes accessoires (Figure 4-16) doit basculer vers l'état Unattached.SRC après le tErrorRecovery.