

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems –
Part 3: Specific requirements for magnetic field wireless power transfer systems**

**Systèmes de transfert de puissance sans fil (WPT) pour véhicules électriques –
Partie 3: Exigences spécifiques pour les systèmes de transfert de puissance
sans fil par champ magnétique**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 IEC, Geneva, Switzerland

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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



**Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems –
Part 3: Specific requirements for magnetic field wireless power transfer systems**

**Systèmes de transfert de puissance sans fil (WPT) pour véhicules électriques –
Partie 3: Exigences spécifiques pour les systèmes de transfert de puissance
sans fil par champ magnétique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 43.120

ISBN 978-2-8322-6023-4

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
4 Abbreviated terms	15
5 General	15
6 Classification.....	15
7 General supply device requirements.....	17
7.1 General architecture	17
7.2 Power transfer requirements	18
7.3 Efficiency	21
7.4 Alignment	22
7.5 Activities provided by WPT system	22
8 Communication.....	24
9 Power transfer interoperability	24
10 Protection against electric shock	25
10.1 General requirements	25
10.2 Degree of protection against access to hazardous-live-parts.....	25
11 Specific requirements for WPT systems.....	25
12 Power cable requirements	29
13 Constructional requirements	30
13.1 Supply device dimensions and installation requirements	30
13.4 IP degrees	30
14 Strength of materials and parts.....	30
15 Service and test conditions.....	31
16 Electromagnetic compatibility (EMC)	32
16.1 Load and operating conditions	32
17 Marking and instructions.....	38
Annex A (normative) Circular reference EVPC	54
A.1 Circular reference EVPCs for MF-WPT1	54
A.2 Circular reference EVPCs for MF-WPT1/MF-WPT2	63
A.3 Circular reference EVPCs for MF-WPT3	72
Annex B (informative) Examples of other secondary devices.....	82
B.1 DD secondary device for MF-WPT1/Z1	82
B.2 DD secondary device for MF-WPT1/Z2	83
B.3 DD secondary device for MF-WPT2/Z1	83
B.4 DD secondary device for MF-WPT2/Z2	84
B.5 DD secondary device for MF-WPT2/Z3	85
B.6 DD secondary device for MF-WPT3/Z1	86
B.7 DD secondary device for MF-WPT3/Z2	87
B.8 DD secondary device for MF-WPT3/Z3	88
Annex C (informative) Coil position in parking spot	90
C.1 General.....	90

C.2	Width of vehicles and parking spots	90
C.3	Placement along the direction of travel	90
Annex D (informative)	Theoretical approach for system interoperability	92
D.1	General.....	92
D.2	Magnetic and electric interoperability	92
D.3	Compliance test and measurement specifications	109
Annex E (informative)	Determining centre alignment point	116
E.1	General.....	116
E.2	Laboratory procedure for determining the approximate centre alignment point of a primary device of an SPC with a secondary device of a reference EVPC.....	116
E.3	Laboratory procedure for determining the approximate centre alignment point of an EVPC with a primary device of a reference SPC.....	116
E.4	Determining the centre alignment point for a coil pair through simulation	116
Bibliography		117
Figure 101	– Surface mounted	16
Figure 102	– Flush mounted	16
Figure 1	– Example of an MF-WPT system	18
Figure 103	– Test bench protection areas	27
Figure 104	– Example of test bench setup (version 1) – View from above	33
Figure 105	– Example of test bench setup (version 2) – View from above	34
Figure 106	– Side view of test setup shown in Figure 104	35
Figure 107	– Example of vehicle test setup (version 1) – View from above.....	36
Figure 108	– Example of vehicle test setup (version 2) – View from above.....	37
Figure 109	– Side view of test setup shown in Figure 107	38
Figure 110	– Illustration of test positions.....	41
Figure A.1	– Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 reference secondary device.....	55
Figure A.2	– Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1/Z1 reference EVPC.....	56
Figure A.3	– Impedance compensation circuit.....	56
Figure A.4	– Example of a rectifier circuit.....	57
Figure A.5	– Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 reference secondary device.....	58
Figure A.6	– Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 reference EVPC.....	59
Figure A.7	– Impedance compensation circuit.....	59
Figure A.8	– Example of a rectifier circuit.....	60
Figure A.9	– Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z3 reference secondary device.....	61
Figure A.10	– Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1/Z3 reference EVPC.....	62
Figure A.11	– Impedance compensation circuit	62
Figure A.12	– Example of a rectifier circuit.....	63
Figure A.13	– Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference secondary device	64
Figure A.14	– Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference EVPC	65
Figure A.15	– Example of an impedance compensation circuit using variable reactances	65

Figure A.16 – Example of a rectifier circuit.....	66
Figure A.17 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference secondary device.....	67
Figure A.18 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference EVPC.....	68
Figure A.19 – Example of impedance compensation circuit using variable reactances	68
Figure A.20 – Example of a rectifier circuit.....	69
Figure A.21 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference secondary device.....	70
Figure A.22 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 reference EVPC.....	71
Figure A.23 – Example of impedance compensation circuit using variable reactances.....	71
Figure A.24 – Example of a rectifier circuit.....	72
Figure A.25 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 reference secondary device.....	73
Figure A.26 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3 reference EVPC.....	74
Figure A.27 – Example for impedance compensation circuit using variable reactances	74
Figure A.28 – Example for an output filter and rectifier.....	75
Figure A.29 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 reference secondary device.....	76
Figure A.30 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3/Z2 reference EVPC.....	77
Figure A.31 – Example for impedance compensation circuit using variable reactances	77
Figure A.32 – Example of an output filter and rectifier.....	78
Figure A.33 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 reference secondary device.....	79
Figure A.34 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3 reference EVPC.....	80
Figure A.35 – Example of an impedance compensation circuit using variable reactances.....	80
Figure A.36 – Example of an output filter and rectifier.....	81
Figure B.1 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 DD secondary device.....	82
Figure B.2 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 DD secondary device.....	83
Figure B.3 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z1 DD secondary device.....	84
Figure B.4 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z2 DD secondary device.....	85
Figure B.5 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z3 DD secondary device.....	86
Figure B.6 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 DD secondary device.....	87
Figure B.7 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 DD secondary device.....	88
Figure B.8 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 DD secondary device.....	89
Figure D.1 – General schematic of the concept showing the coils with their ports to the power electronics and the varying parameters	93
Figure D.2 – Schematic to explain impedance.....	100
Figure D.3 – General behaviour of the reflected impedance (example).....	102
Figure D.4 – Impedance space at the primary coil (example)	107
Figure D.5 – Impedance spaces of the reference primary coil and alternate electronics	108
Figure D.6 – Test set-up for reference or product primary coil electric interoperability conformance tests	110
Figure D.7 – Coaxial coil gauge device "CC325".....	113

Figure D.8 – Transversal coil gauge device "DD275"	115
Table 101 – MF-WPT power classes	16
Table 102 – Supported secondary device ground clearance range	17
Table 103 – Compatibility class A supply device output power ramp rates	20
Table 104 – Minimum power transfer efficiency with compatibility class A supply device and normative reference EV device of same power class	21
Table 105 – Minimum power transfer efficiency with compatibility class A supply device and normative reference EV device of different power classes	21
Table 106 – Minimum power transfer efficiency for a compatibility class B supply device and specified EVPC	22
Table 107 – Alignment tolerance of a primary device (compatibility class A)	22
Table 108 – Summary requirements according to compatibility class	23
Table 109 – Alignment positions and offset values for primary devices which are part of compatibility class A supply devices	42
Table 110 – Compatibility class A test 2 test positions	44
Table 111 – Example of compatibility class B supply device test 2 test positions	47
Table 112 – Test bodies for touch hazard	48
Table 113 – Test objects for ignition risk test	48
Table 114 – Vehicle detection action	53
Table A.1 – Values of circuit elements for Figure A.2	56
Table A.2 – Range of coupling factors	57
Table A.3 – Values of circuit elements for Figure A.6	59
Table A.4 – Range of coupling factors	60
Table A.5 – Values of circuit elements for Figure A.10	62
Table A.6 – Range of coupling factors	63
Table A.7 – Values of circuit elements for Figure A.14	65
Table A.8 – Values of variable reactances	66
Table A.9 – Coupling factors and coil current MF- WPT1 and MF-WPT2 Z1	66
Table A.10 – Values of circuit elements for Figure A.18	68
Table A.11 – Values of variable reactances	69
Table A.12 – Coupling factors and coil current MF- WPT1 and MF-WPT2 Z2	69
Table A.13 – Values of circuit elements for Figure A.22	71
Table A.14 – Values of variable reactances	72
Table A.15 – Coupling factors and coil current MF- WPT1 and MF-WPT2 Z3	72
Table A.16 – Values of circuit elements for Figure A.26	74
Table A.17 – Values of variable reactances	75
Table A.18 – Inductance values for Figure A.28	75
Table A.19 – Coupling factors and coil current MF- WPT3/Z1	75
Table A.20 – Values of circuit elements for Figure A.30	77
Table A.21 – Values of variable reactances	78
Table A.22 – Inductance values for Figure A.32	78
Table A.23 – Coupling factors and coil current MF- WPT3/Z2	78
Table A.24 – Values of circuit elements for Figure A.17	80

Table A.25 – Values of variable reactances	80
Table A.26 – Inductance values for Figure A.19	81
Table A.27 – Coupling factors and coil current MF- WPT3/Z3	81
Table B.1 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 DD secondary device	82
Table B.2 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 DD secondary device	83
Table B.3 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z1 DD reference secondary device	84
Table B.4 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z2 DD reference secondary device	85
Table B.5 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z3 DD secondary device	86
Table B.6 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 DD secondary device	87
Table B.7 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 DD secondary device	88
Table B.8 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 DD secondary device	89
Table D.1 – Description of terms	94
Table D.2 – Fundamental mutual inductance values M_0 for Z1 (in μH)	97
Table D.3 – Fundamental mutual inductance values M_0 for Z2 (in μH)	98
Table D.4 – Fundamental mutual inductance values M_0 for Z3 (in μH)	99
Table D.5 – Explanation of terms	100
Table D.6 – Voltages (RMS) required to be induced in circular reference secondary coils ...	105
Table D.7 – Recommended parameters for primary coil impedance space	108

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61980-3:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC VEHICLE WIRELESS POWER TRANSFER (WPT) SYSTEMS –**Part 3: Specific requirements for magnetic
field wireless power transfer systems****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.

IEC 61980-3 has been prepared by IEC technical committee 69: Electrical power/energy transfer systems for electrically propelled road vehicles and industrial trucks. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
69/857/FDIS	69/866/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

In this document, the following print types are used:

- compliance statement: *italic type*.

This part is to be used in conjunction with IEC 61980-1:2020.

The clauses of the particular requirements in this document supplement or modify the corresponding clauses in IEC 61980-1:2020. Where the text indicates an "addition" to or a "replacement" of the relevant requirement, test specification or explanation of IEC 61980-1:2020, these changes are made to the relevant text of IEC 61980-1:2020, which then becomes part of the standard. Where no change is necessary, the words "Clause/Subclause xx of IEC 61980-1:2020 is applicable" are used. Additional items to those of IEC 61980-1:2020 are numbered starting 101. Annexes are lettered from A onwards.

A list of all parts of the IEC 61980 series, published under the general title *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under 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 document 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 61980 series is published in separate parts according to the following structure:

- IEC 61980-1 covers general requirements for electric road vehicle (EV) wireless power transfer (WPT) systems including general background and definitions (e.g. efficiency, electrical safety, EMC, EMF);
- IEC 61980-2¹ specifically applies to magnetic field wireless power transfer (MF-WPT) for electric road vehicles (EV) and covers specific requirements for system activities and communication between the electric road vehicle side and the off-board side, including general background and definitions;
- IEC 61980-3 covers specific power transfer requirements for the off-board side of magnetic field wireless power transfer systems for electric road vehicles (e.g. efficiency, electrical safety, EMC, EMF).

Requirements for the on-board side of MF-WPT for electric road vehicles are covered in ISO 19363.

IEC 61980-3 follows the structure of IEC 61980-1:2020.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/AFDIS 61980-2:2022.

ELECTRIC VEHICLE WIRELESS POWER TRANSFER (WPT) SYSTEMS –

Part 3: Specific requirements for magnetic field wireless power transfer systems

1 Scope

This part of IEC 61980 applies to the off-board supply equipment for wireless power transfer via magnetic field (MF-WPT) to electric road vehicles for purposes of supplying electric energy to the RESS (rechargeable energy storage system) and/or other on-board electrical systems. The MF-WPT system operates at standard supply voltage ratings per IEC 60038 up to 1 000 V AC and up to 1 500 V DC from the supply network. The power transfer takes place while the electric vehicle (EV) is stationary.

Off-board supply equipment fulfilling the requirements in this document are intended to operate with EV devices fulfilling the requirements described in ISO 19363.

The aspects covered in this document include

- the characteristics and operating conditions,
- the required level of electrical safety,
- requirements for basic communication for safety and process matters if required by a MF-WPT system,
- requirements for positioning to assure efficient and safe MF-WPT power transfer, and
- specific EMC requirements for MF-WPT systems.

The following aspects are under consideration for future documents:

- requirements for MF-WPT systems for two- and three-wheel vehicles,
- requirements for MF-WPT systems supplying power to EVs in motion,
- requirements for bidirectional power transfer,
- requirements for flush mounted primary device,
- requirements for MF-WPT systems for heavy duty vehicle, and
- requirements for MF-WPT systems with inputs greater than 11,1 kVA.

This document does not apply to

- safety aspects related to maintenance, and
- trolley buses, rail vehicles and vehicles designed primarily for use off-road.

NOTE The terms used in this document are specifically for MF-WPT.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 61439-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61439-7:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicle charging stations*

IEC 61980-1:2020, *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 1: General requirements*

IEC 61980-2:—, *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 2: Specific requirements for MF-WPT system communication and activities*²

ISO 19363:2020, *Electrically propelled road vehicles – Magnetic field wireless power transfer – Safety and interoperability requirements*

ISO 20653, *Road vehicles – Degrees of protection (IP code) – Protection of electrical equipment against foreign objects, water and access*

ICNIRP, *ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)*, Health Physics 99(6):818-836; 2010

Recommendation ITU-R SM.2110-1:2019, *Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles*

3 Terms and definitions

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

Clause 3 of IEC 61980-1:2020 is applicable.

Additional terms and definitions:

3.101

accessible part

part of equipment that can be touched without the use of a tool, excluding parts when under the vehicle

3.102

alignment

relative position in X- and Y- direction of the secondary device to the primary device for a given secondary device ground clearance

3.103

alignment tolerance area

intended WPT operating area in X- and Y- direction for a given secondary device ground clearance

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/AFDIS 61980-2:2022.

3.104

centre alignment point

spatial X, Y centre of the alignment tolerance area

Note 1 to entry: The centre alignment point is not a fixed point for any single coil. It only has relevance for a primary and secondary device combination and is specific for that combination.

3.105

charge session

period when the SECC is in the WPT_S_PTA or WPT_S_PT state as defined in IEC 61980-2

3.106

compatibility class A supply device

supply device that interoperates with compatibility class A EV devices

Note 1 to entry: See ISO 19363:2020, Clause 6.

Note 2 to entry: A compatibility class A supply device is interoperable with all normative reference EVPCs – see Annex A.

3.107

compatibility class B supply device

supply device that operates with at least one compatibility class B EV device and might interoperate with one or more compatibility class A EV devices

Note 1 to entry: See ISO 19363:2020, Clause 6.

Note 2 to entry: Interoperability with any of the normative reference EVPCs is optional.

3.108

connecting cable

cable which connects a physical unit containing portions of the SPC to another physical unit containing portions of the SPC

Note 1 to entry: Cables within a physical unit are not connecting cables.

3.109

DUT

device under test

3.110

electric vehicle communication controller

EVCC

embedded system within the vehicle that implements the communication between the vehicle and the SECC in order to support specific functions

Note 1 to entry: Such specific functions could be controlling input and output channels, encryption or data transfer between the vehicle and the SECC.

[SOURCE: ISO 15118-1:2019, 3.1.31]

3.111

EV power circuit

EVPC

on-board component assembly comprising the secondary device and EV power electronics as well as the mechanical connections

SEE: Figure 1.

3.112**EV power electronics**

on-board component that converts the power and frequency from the secondary device to the DC output of the EVPC

EXAMPLE Impedance matching network (IMN), filter, rectifier, impedance converter

3.113**flush mounted**

mounting of a primary device in such a manner that the top covering of the primary device is flush with the pavement

3.114**foreign object**

object that is not an attached part of the vehicle or the WPT system

3.115**fundamental mutual inductance**

mutual inductance of two specific coils at a specific physical position relative to each other

3.116**gauge device**

test device to characterize magnetic fields associated with a coil

3.117**geometric centre**

spatial X, Y centre of the primary coil or the secondary coil

3.118**MF-WPT power class**

power class of a supply device of MF-WPT systems defined from the perspective of the maximum power drawn from the supply network in order to drive the supply device

3.119**magnetic field WPT****MF-WPT**

transfer of electrical energy from a power source to an electrical load via a magnetic field without galvanic connection

3.120**magnetic resonance**

magnetic field wireless power transfer (MF-WPT) that utilizes one or more high quality factor coils and one or more impedance matching networks or compensation networks operating at or near resonance

3.121**operating frequency**

frequency used to transmit energy between the supply device and the EV device within the system frequency range

3.122**power transfer efficiency**

ratio of the output power of the EVPC divided by the input power of the SPC

3.123**primary coil**

component of the primary device comprising one or more electrical windings and magnetic materials that generate a magnetic field for MF-WPT

3.124

primary device

off-board component comprising the primary coil and its compensation network to generate and shape the magnetic field for MF-WPT

Note 1 to entry: Includes housings, covers and cabling.

3.125

reference EVPC

EVPC that serves for conformance testing purposes

3.126

reference SPC

SPC that serves for conformance testing purposes

3.127

remaining package

assembly package or packages which contain all of the components of the supply power circuit that are not contained in the under-vehicle package

3.128

secondary coil

component of the secondary device comprising one or more electrical windings and magnetic materials that capture a magnetic field for MF-WPT

3.129

secondary device

on-board component comprising the secondary coil and its compensating network to capture the magnetic field

Note 1 to entry: Includes housings, covers and cabling.

3.130

secondary device ground clearance

vertical distance between the ground surface and the lowest point of the secondary device, including the housing

Note 1 to entry: The lower surface may not be planar and may not be parallel to the ground surface.

3.131

supply equipment communication controller

SECC

off-board component that implements the communication with the EVCC(s)

Note 1 to entry: Functions of a supply equipment communication controller may control input and output channels, data encryption or data transfer between the vehicle and the SECC.

Note 2 to entry: One SECC can control multiple supply devices for certain configurations.

3.132

supply power circuit

SPC

off-board component assembly comprising the primary device and supply power electronics, as well as the electrical and mechanical connections

SEE Figure 1.

3.133

supply power electronics

off-board component that converts the power and frequency from the supply network to the power and frequency needed by the primary device

3.134**surface mounted**

mounting of a primary device in such a manner that it protrudes above ground up to certain mounting height

3.135**system frequency range**

frequency range over which the system is designed to transfer power

3.136**under-vehicle package**

assembly package containing all of the components of the SPC which is intended to be located under the vehicle when it is in position to be charged

3.137**X**

direction of travel of the vehicle per ISO 4130

3.138**Y**

direction perpendicular to the direction of travel per ISO 4130

4 Abbreviated terms

Clause 4 of IEC 61980-1:2020 is applicable.

5 General

Clause 5 of IEC 61980-1:2020 is applicable.

6 Classification

Clause 6 of IEC 61980-1:2020 is applicable except as follows:

Addition:

6.101 Compatibility classes

The supply device is classified according to the compatibility class:

- compatibility class A supply device;
- compatibility class B supply device.

6.102 Transfer power classes

SPCs which are part of compatibility class A supply devices are classified according to MF-WPT classes as described in Table 101.

The manufacturer shall specify the rated input power of the supply power circuit.

Table 101 – MF-WPT power classes

MF-WPT class	Rated input kVA of SPC
MF-WPT1	$\leq 3,7$
MF-WPT2	$> 3,7$ and $\leq 7,7$
MF-WPT3	$> 7,7$ and $\leq 11,1$
MF-WPT4	$> 11,1$ and $\leq 22,2$

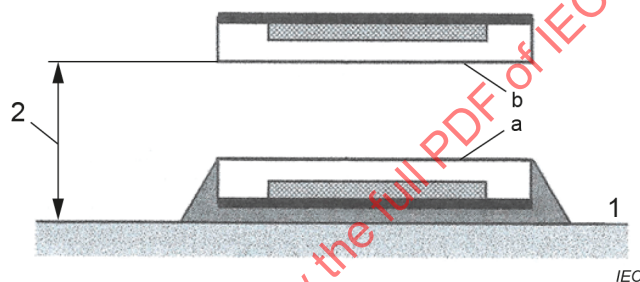
NOTE 101 Rated input power can be chosen at any value up to the maximum for the class.

NOTE 102 The requirements for MF-WPT4 are under consideration.

6.103 Installation

The primary device is classified according to the type of mounting:

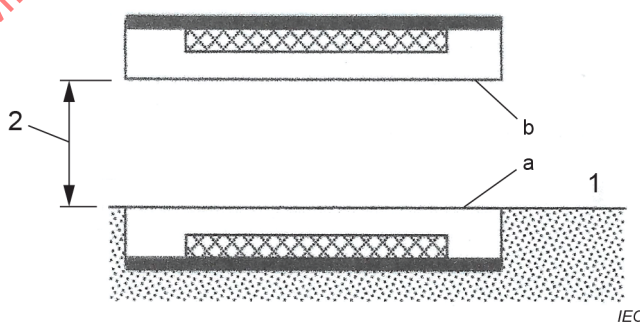
- surface mounted – see Figure 101;
- flush mounted – see Figure 102.



Key

- a primary device
- b secondary device
- 1 top of road surface
- 2 secondary device ground clearance

Figure 101 – Surface mounted



Key

- a primary device
- b secondary device
- 1 top of road surface
- 2 secondary device ground clearance

Figure 102 – Flush mounted

Primary devices not secured to the mounting surface are under consideration.

See Annex C for position within the parking spot.

6.104 Z classes

The SPC which is part of a compatibility class A supply device is classified according to the supported secondary device ground clearances as specified in Table 102.

Table 102 – Supported secondary device ground clearance range

Supply power circuit Z-class	Supported secondary device ground clearance range mm
Z1	100 to 150
Z2	100 to 210
Z3	100 to 250

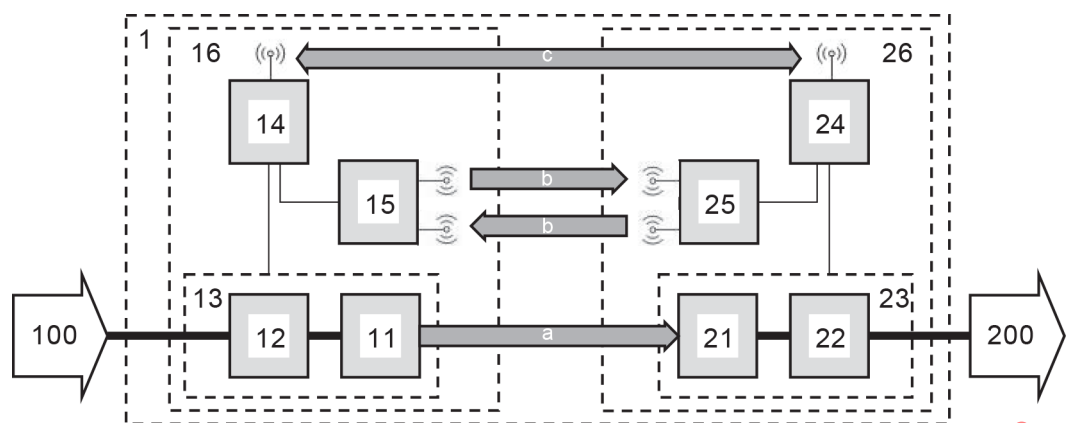
7 General supply device requirements

Clause 7 of IEC 61980-1:2020 applies except as follows:

7.1 General architecture

Replacement:

Figure 1 shows a representation for the structure of the components referred to throughout this document. Additional communication and signalling architectures to support MF-WPT activities apply according to IEC 61980-2.



Key	Name	Key	Name
1	MF-WPT system	21	secondary device
11	primary device	22	EV power electronics
12	supply power electronics	23	EV power circuit (EVPC)
13	supply power circuit (SPC)	24	EV communication controller (EVCC)
14	supply equipment communication controller (SECC)	25	EV device P2PS controller
15	supply device P2PS controller	26	EV device
16	supply device	200	RESS
100	supply network		
a	wireless power flow	b	wireless signalling
		c	wireless communication

NOTE See IEC 61980-2 for details regarding items 14, 15, 24, 25, b and c.

Figure 1 – Example of an MF-WPT system

7.2 Power transfer requirements

Additional subclauses:

7.2.101 General

Unless otherwise stated in any of the subsequent clauses of this document, requirements apply to both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices and their component parts.

If an EVPC from Annex A is being tested for operation with a compatibility class B supply device candidate, for the purpose of the test, that EVPC should be treated and specified as if it were a compatibility class B EV device (see Table 108).

Procedures for verification of conformance are included in 101.1.

7.2.102 Frequency requirement

The following frequency requirements apply to both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices.

For compatibility class A, the supply device shall utilize magnetic resonance to perform power transfer within the fundamental frequency range of 79 kHz to 90 kHz in accordance with ITU-R Recommendation SM.2110.1:2019, Table 1.

For compatibility class B, the supply device shall operate within the fundamental frequency range of 79 kHz to 90 kHz. Only the fundamental frequency is permitted to be used for power transfer.

For a given charging session, the operating frequency may be selected at low power to be any frequency within the system frequency range; the operating frequency shall remain fixed within $\pm 0,050$ kHz for the duration of that charging session unless the power level is reduced to meet the low power requirement.

For this purpose, low power is a power level less than or equal to 25 % of full power for the specific combination of supply device and EV device, determined as the lower of maximum input (kVA) into the supply device or the rated power out of the EVPC.

NOTE 101 While any fixed frequency in the system frequency range is allowable, the nominal operating frequency for the normative reference EVPCs is 85 kHz.

NOTE 102 In the following country, frequency variation while transferring power may be allowed under certain conditions: JP.

7.2.103 Input voltage and kVA levels

For both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices, the manufacturer shall specify the input voltage range of operation and the rated input kVA.

7.2.104 Output voltage levels

7.2.104.1 Compatibility class A supply device

For a compatibility class A supply device, the normative reference EVPCs shall provide output voltages of 280 V to 420 V at maximum power levels (see 7.2.105.1).

7.2.104.2 Compatibility class B supply device

For a compatibility class B supply device, the minimum and maximum output voltages of the EVPC(s) are specified by the manufacturer.

- $V_{\min}$ is the minimum output voltage.
- $V_{\max}$ is the maximum output voltage.
- V_{range} is equal to $(V_{\max} - V_{\min})$.

7.2.105 Output power levels

7.2.105.1 Compatibility class A supply device

A compatibility class A supply device shall be able to deliver maximum power to all of the normative reference devices specified in Annex A. The conditions for maximum power transfer are given below.

When the WPT power class of the normative reference EVPC is the same as or higher than the supply device power class, the maximum power delivered occurs when the input to the supply device is the rated kVA.

When the WPT power class of the normative reference EVPC is lower than the supply device power class, the maximum power delivered occurs when output of the EVPC is at the EVPC rated power level.

7.2.105.2 Compatibility class B supply device

A compatibility class B supply device shall be able to deliver the rated output power to the EVPC(s) specified by the manufacturer of the supply device.

7.2.106 Dynamic performance

7.2.106.1 General

For both a compatibility class A supply device and a compatibility class B supply device, the following times for shutdown are required.

In the event of an emergency shutdown condition, the supply device shall ramp down its primary device coil current and stop power transfer within 1 s of the identification of emergency shutdown.

In the case of loss of communication between the EVPC and SECC, power shall be reduced to a level that is low enough to meet EMF requirements within 4 s of the loss of communication, including up to 2 s for detection of loss of communication to trigger shutdown. Power shall continue decreasing to zero watts.

When power transfer is set to 0 W or is otherwise stopped, the current in the primary device coil shall be such that all EMF requirements herein are met.

7.2.106.2 Compatibility class A supply device

For a compatibility class A supply device, during normal operation, the output power ramp-up and output power ramp-down rates shall be within the ranges in Table 103.

Table 103 – Compatibility class A supply device output power ramp rates

Normal operation	Minimum	Maximum
Output power ramp up rate	0,25 kW/s	2 kW/s
Output power ramp down rate	2,5 kW/s	(None)

The supply device input current overshoot shall remain within 10 % of its target value during ramp up and ramp down.

The supply device shall have the means to increase and decrease the delivered power to the EVPC during power transfer. The supply device makes these adjustments by adjusting the current to the primary device coil.

The supply device shall have a controller response time of 2 ms or less for controlling the current to the primary device coil during all operating conditions.

NOTE Separate but interacting control systems might exist on the supply device and EVPC (see IEC 61980-2).

Special consideration should be given about control stability in the case of an EVPC capable of making changes affecting power delivery or impedance seen by the primary device.

If the EVPC is able to make adjustments that affect power delivery or the impedance seen at the supply device, the changes shall not result in power delivery changes that exceed the above ramp-up and ramp-down rates in normal operation. The EVCC shall only request changes from the supply device during start-up and normal operation once its own control adjustments are complete. During normal operation, the EVPC shall make all changes that affect the power or the impedance seen at the primary device at a rate at 50 Hz or less so that the supply device can compensate for these changes before further impedance changes occur. If the EVPC detects an emergency or error condition, it may make changes at any rate necessary to keep within safe operating conditions.

7.2.106.3 Compatibility class B supply device

For a compatibility class B supply device, the manufacturer shall specify the normal operation ramp up and ramp down rates, the supply device input current overshoot and the control bandwidth.

7.3 Efficiency

Additional subclauses:

7.3.101 Compatibility class A supply device

A compatibility class A supply device shall support the minimum power transfer efficiency according to Table 104 when operating with a reference EVPC of the same WPT power class at its rated input kVA.

Table 104 – Minimum power transfer efficiency with compatibility class A supply device and normative reference EV device of same power class

Alignment	Minimum power transfer efficiency
At centre alignment point	85 %
Within alignment tolerance	80 %

Since compatibility class A supply devices might be rated at a WPT power level that is different from that of the EVPC to which it is being asked to provide power, provision for that power level difference is provided in the efficiency requirements as shown in Table 105.

When the supply device is the same power class or is a lower power class than the EVPC, the efficiency requirements of Table 105 apply when the supply device is operated at its rated input kVa.

When the supply device is a higher power class than the EVPC, the efficiency requirements of Table 105 apply when the output of the EVPC is the maximum rated output.

Table 105 – Minimum power transfer efficiency with compatibility class A supply device and normative reference EV device of different power classes

Alignment	Power class difference between supply device and EV device	
	One power class	Two power classes
At centre alignment point	82 %	80 %
Within alignment tolerance range	77 %	75 %

7.3.102 Compatibility class B supply device

A compatibility class B supply device is designed to operate with specific EVPCs. When operated at its rated input kVA, the efficiency shall be according to Table 106.

Table 106 – Minimum power transfer efficiency for a compatibility class B supply device and specified EVPC

Alignment	Minimum power transfer efficiency
At centre alignment point	85 %
Within alignment tolerance	75 %

7.4 Alignment

Additional subclauses:

7.4.101 Alignment tolerance area for compatibility class A supply device

The alignment tolerance area relative to the centre alignment point for the primary device of a compatibility class A supply device is a rectangle as specified in Table 107.

Table 107 – Alignment tolerance of a primary device (compatibility class A)

Axis	Alignment tolerance range mm
X	±75
Y	±100

7.4.102 Secondary device ground clearance range for compatibility class A supply device

The compatibility class A supply device shall be able to meet the performance requirements as a class Z3 supply device per Table 102.

7.4.103 Alignment tolerance area for compatibility class B supply device

The manufacturer shall specify the shape and dimensions of the alignment tolerance area relative to the centre alignment point for the primary device of a compatibility class B supply device (primary device class B) and the specific EV supply device combination. If there is more than one combination, the alignment tolerance area for each shall be specified.

7.4.104 Secondary device ground clearance range for compatibility class B supply device

Since the manufacturer will specify the EVPCs with which the class B supply device is to be tested, the manufacturer shall specify the secondary device ground clearance range for the supply device and the EV device combination. If there is more than one combination, the ground clearance range for each shall be specified.

7.5 Activities provided by WPT system

Addition:

IEC 61980-2 models the operation process for MF-WPT as a WPT session, which is organized by a sequence of activities.

These activities are executed, respectively supported, by communication between the EVCC and the SECC. The requirements for a supply device related to the execution of the activities, including hardware related requirements, are described in IEC 61980-2.

Additional subclauses:

7.101 Overall performance requirement

The expectation and requirement for both a compatibility class A supply device and a compatibility class B supply device is that it meets the applicable requirements of 7.2.102 (frequency) and 7.3 (efficiency) and the full range of variations in 7.2.103 (input voltage and kVA), 7.2.104 (output voltage from the EVPC), 7.2.105 (output power from the EVPC), and the dynamic performance requirements in 7.2.106 over the alignment range specified in 7.4.

A summary of the requirements mentioned in the above paragraph is presented in Table 108.

Table 108 – Summary requirements according to compatibility class

Reference clause/subclause	Subject		Compatibility class A requirement	Compatibility class B requirement
9	Secondary devices for test purposes		Reference devices in Annex A	Specified by manufacturer
9	Secondary device ground clearance range		100 mm to 250 mm	Specified by manufacturer
7.2.102	System frequency		79 kHz to 90 kHz (85 kHz nominal)	79 kHz to 90 kHz (85 kHz nominal)
7.2.103	Input voltage range and rated input power		Specified by manufacturer	Specified by manufacturer
7.2.104	Output voltage range		280 VDC to 420 VDC	Specified by manufacturer
7.2.105	Output power levels		At max. input kVA to supply device or max. rated output of reference EVPC, whichever occurs first	Rated power as specified by manufacturer
7.2.106	Emergency Shutdown		< 1 s	< 1 s
	Upon loss of communication		< 4 s	< 4
	Dynamic performance during normal operation	Ramp up rate	0,25 kW/s to 2,0 kW/s	Specified by manufacturer
		Ramp down rate	≥ 2,5 kW/s	Specified by manufacturer
7.3.101	Minimum power transfer efficiency with supply device and reference EVPC of same power class	At centre alignment point	85 %	
		Within alignment tolerance area	80 %	
7.3.102	Minimum power transfer efficiency with supply device and specified EVPC	At centre alignment point		85 %
		Within alignment tolerance area		75 %
7.4.101 7.4.103	Alignment tolerance area	X axis	±75 mm	Specified by manufacturer
		Y axis	±100 mm	Specified by manufacturer
7.4.102 7.4.104	Ground clearance range		100 mm to 250 mm	Specified by manufacturer

The number of test combinations is very large and it would be impractical to execute them fully. The test procedure in 101.1 describes the verification process under this document.

Additional design verification tests are strongly recommended. They could uncover areas where performance might be most likely to approach the limits.

7.102 Vehicle presence detection

Unless there is a separate mechanism for detection of vehicle presence, a compatibility class A supply device shall be able to detect the presence or absence of a vehicle located over the primary device. The detection capability shall be independent of the supply device's external communication or signalling mechanism.

The use of this information is self-contained within the supply device in order to make the supply device aware that it should not respond to pairing requests from an approaching vehicle if there is already a vehicle located over that primary device.

Verification of functionality is given in 101.3.

8 Communication

Clause 8 of IEC 61980-1:2020 is applicable except as follows:

Addition:

The communication and control concept for both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices are described in IEC 61980-2.

The communication and control requirements for compatibility class A supply devices are described in IEC 61980-2.

The hardware to support the communication as described in IEC 61980-2 between the EVCC and SECC is not specified in this document. See IEC 61980-2 for details.

9 Power transfer interoperability

Replacement:

Interoperability refers to WPT between a supply device and an EV device that were not specifically designed with each other, for example, WPT between devices from different vendors or devices of different power classes.

For a compatibility class A supply device, interoperability shall be verified with the normative reference EVPCs for each MF-WPT power class and applicable Z class as given in Annex A, meeting all the requirements for a compatibility class A supply device listed in Clause 7, using the procedure in 101.1.

Interoperability of a compatibility class B supply device does not apply since the supply device is meant to work with specific EVPCs. It is verified with each of those EVPCs to meet all the requirements for a compatibility class B supply device listed in Clause 7 using the procedure in 101.1.

All of the devices specified in Annex A are built using circular coil topology.

Other coil topologies exist; examples of coils using DD coil topology are shown in informative Annex B.

NOTE Approaches to define magnetic interoperability by requirements beyond testing against reference EV power circuits are under development – see Annex D.

10 Protection against electric shock

Clause 10 of IEC 61980-1:2020 is applicable except as follows:

10.1 General requirements

Addition:

NOTE 101 For systems or equipment on board the vehicle, the requirements are specified in ISO 19363.

10.2 Degree of protection against access to hazardous-live-parts

Replacement:

IP ratings for enclosure of the primary device shall be at least IPXXD. See also 13.4.

10.3.1 Stored energy under abnormal or fault conditions

Addition:

For a supply device that consists of two or more parts connected by a cable and connector(s), where the connector can be disconnected without the use of a tool and the connection pins are accessible after disconnecting, the voltage between any combination of accessible contacts of the connector shall be less than or equal to 60 V DC or the stored energy available shall be less than 0,5 mJ one second after disconnecting.

11 Specific requirements for WPT systems

Clause 11 of IEC 61980-1:2020 is applicable, except as follows:

11.1 General

Addition before the first paragraph:

The supply device shall be able to detect any of the following errors or exceptions:

- excessive operating temperature;
- input undervoltage/overvoltage;
- input overcurrent.

If the error or exception persists, the supply device shall attempt to correct the issue in accordance with the requirements of IEC 61980-2.

NOTE Possible corrective actions include decreasing the level of power transfer or power shutdown.

11.3 Insulation resistance

Replacement of the first paragraph:

The insulation resistance with a 1 000 V DC voltage applied between all inputs/outputs connected together and the accessible parts shall be

- for a class I supply device: $R \geq 1 \text{ M}\Omega$, and
- for a class II supply device: $R \geq 7 \text{ M}\Omega$.

11.6.3 Temperature limits for material

Replacement of the second and third paragraphs:

Temperature rise during normal operation and under single fault condition shall not cause damage to current-carrying parts or adjacent parts of the supply device.

Compliance is demonstrated on a design verification basis according to 10.10 of IEC 61439-1:2020.

11.6.4 Protection against burns from heating of foreign objects

Replacement:

11.6.4.101 Touch hazards

11.6.4.101 applies to both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices.

The manufacturer of the supply device shall determine and specify the "critical active area", i.e. the area in which foreign objects could be exposed to magnetic fields of sufficient strength to cause them to reach or exceed the temperature limits of

- 80 °C for metal parts bare metallic surfaces, and
- 90 °C for parts with non-metallic surfaces.

In most cases, the critical active area is above the surface of the primary device.

There are four categories of objects.

- 1) Objects which will not heat up when exposed to the magnetic fields in the critical active area.
- 2) Objects which will heat up and could exceed the temperature limits if located in the critical active area during power transfer, but which will also cool to below the temperature limit within a few seconds after power transfer has ceased. These will likely be small objects which might be difficult to detect.
- 3) Objects which will heat up and could exceed the temperature limits if located in the critical active area during power transfer, but which will also cool to below the temperature limit within 10 s after power transfer has ceased.
- 4) Objects which will heat up and exceed the temperature limits if located in the critical active area during power transfer and will still exceed the temperature limits after 10 s after power transfer has ceased.

Only category 4 objects are categorized as touch hazards for the purpose of foreign object detection.

NOTE 101 The requirements apply to protect someone from touching the foreign objects. This touch requirement applies only to objects which are accessible at that time. Objects under the vehicle are not considered accessible. In the usual case associated with this document, such foreign objects of concern would be under the vehicle when parked, or above or adjacent to the primary device prior to the vehicle being present or after the vehicle has left the parking spot.

NOTE 102 The time mentioned in category 2 allows for an intrusion detection system, where a person is detected to be reaching under the vehicle.

NOTE 103 The 10 s mentioned in category 3 allows for power transfer to cease and the vehicle to be moved away from the charging spot.

The supply device shall have a foreign object detection (FOD) facility capable of detecting objects in category 4. Upon detection of a category 4 object, the FOD facility shall cause power transfer to cease.

Compliance is tested in accordance with 101.2.

Also see 17.102.

11.6.4.102 Protection against heat and fire

11.6.4.102 applies to both compatibility class A supply devices and compatibility class B supply devices.

The supply device shall not cause foreign objects to become a fire hazard. For the purposes of 11.6.4.102, a fire hazard is defined as a hazard which causes combustion.

Foreign objects that may become a fire hazard shall be detected and the system shall shut off or reduce power transfer to prevent ignition.

Compliance is tested in accordance with 101.2.

11.8 Protection from electromagnetic field

Replacement:

11.8.101 General

A WPT system shall not cause human exposure to electromagnetic fields above the limits from applicable ICNIRP guidelines as a result of WPT operation. The area inside the vehicle cabin and outside the envelope of the vehicle exterior (front, sides, rear) down to the ground level is covered in ISO 19363:2020 (protection areas 2 and 3). See Figure 103.

The area underneath the vehicle, ISO 19363:2020 protection area 1, delimited by the envelope of the vehicle exterior, is the responsibility of the SPC.

For purposes of a test bench setup, protection area 3 is considered to be the region directly above the mimic plate; protection area 1 is considered to be the region underneath the mimic plate; and the remaining region to the sides of the test bench is considered protection area 2.

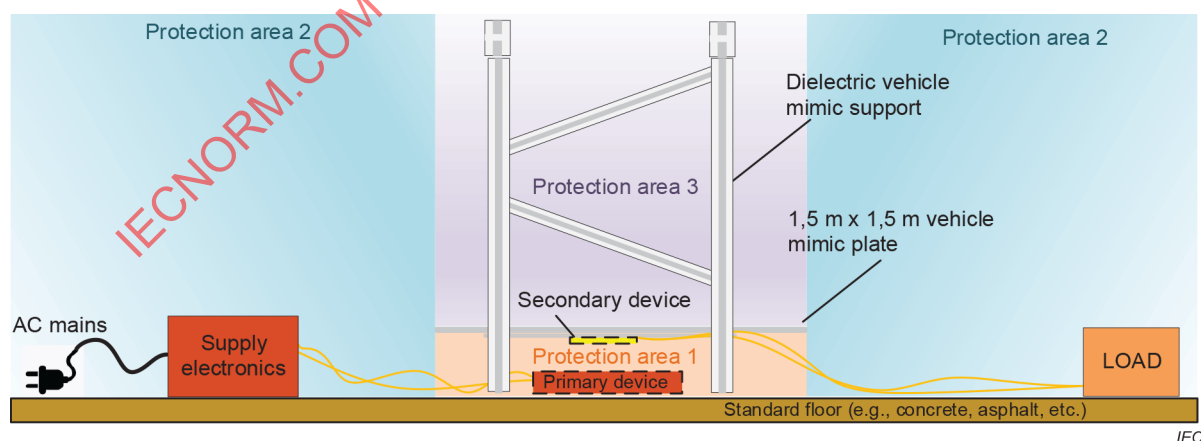


Figure 103 – Test bench protection areas

11.8.102 Requirements for protection of persons against exposure to hazardous electromagnetic fields

In accordance with ICNIRP Guideline 2010, the basic restrictions in Table 2 of ICNIRP Guideline 2010, or the reference levels, as in Table 4 of ICNIRP Guideline 2010, shall be met.

NOTE Local regulations might specify more restrictive requirements.

Since protection area 1 is under the vehicle and is typically not accessible, the need for protection of persons becomes a concern only if the electromagnetic fields are greater than those that meet the ICNIRP limits when a human is under the vehicle. If the fields exceed the ICNIRP limits in protection area 1, additional measures shall be implemented in one of the following ways:

- 1) active or passive access control, which prevents a person from entering or placing any appendage in the region where the ICNIRP limit is exceeded;
- 2) detection and shutdown of the MF-WPT system before ingress into the region where the ICNIRP limit is exceeded.

11.8.103 Requirements to protect the functionality of cardiac implantable electronic devices (CIEDs)

According to ISO 14117, the safe electromagnetic field limit for cardiac implantable electronic devices (CIEDs) is based on the maximum allowed voltage induced in a 225 cm² loop. ISO 14117 indicates that the maximum allowed induced voltage, $V_{\text{MAX_INDUCED_RMS}}$, is set

such that $V_{\text{MAX_INDUCED_RMS}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ mV} \times \text{frequency (kHz)}$, for example 180,31 mV RMS at 85 kHz. By converting this to a field level, the conservative maximum field level of 15,0 µT or 11,9 A/m RMS for 79 kHz to 90 kHz for a 225 cm² loop can be determined. This magnetic field limit is considered a CIED reference level, similar to what exists for human exposure reference levels, and is based on the implied CIED basic restriction of induced lead loop voltage.

Either the CIED basic restriction or the CIED reference level shall be met. Conservative compliance to the CIED reference level can be demonstrated using a standard 100 cm² field probe with three axes such as those indicated in IEC 61786-1 and averaging four designated locations around any maximum measurement exceeding 15,0 µT RMS according to procedures in ISO 19363:2020, Annex D. The field level is conservatively taken in all three axes and is designated as the magnitude (root sum squared) of the X, Y, and Z axes (i.e., $|B_{\text{FIELD}}| = \sqrt{B_X^2 + B_Y^2 + B_Z^2}$). The CIED basic restriction or reference level shall be met in protection areas 2 and 3 for any realistic CIED lead loop position associated with a reasonably foreseeable human body torso position.

Determining compliance with basic restrictions is more complex than compliance with reference levels, but in the event that reference levels are not met, compliance with basic restrictions will satisfy the safety requirement.

If the MF-WPT fields are modulated, substantially non-sinusoidal, or include overshoot during amplitude transitions, the CIED assessments should be performed using peak limits equal to the RMS limits times 1,41.

11.8.104 Determining compliance with required field levels

Determining compliance should be done under the following conditions:

- maximum misalignment between the secondary device and the primary device;
- maximum ground clearance;
- transfer of rated output power at a low state of charge.

Using a 100 cm² field probe according to IEC 61786-1, the magnitude of the fields can easily be determined.

In protection area 1, if the field is greater than the limit in 11.8.102, either

- a) determination of compliance with the basic restriction can be undertaken using appropriate numerical simulation methods (see ISO 19363:2020, Annex D),
- b) active or passive control can be implemented to prevent a person or appendage from entering regions where the limit is exceeded, or
- c) a human detection system can be implemented that shuts off or reduces power transfer to a safe level.

In protection areas 2 and 3, if the field is less than the human limit in 11.8.102 but greater than the CIED limit in 11.8.103 (using an average of four points according to ISO 19363:2020, Annex D), compliance with the basic restriction for CIEDs is demonstrated if the induced

voltages in a 225 cm² pacemaker lead loop does not exceed $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ mV × frequency (kHz) in

RMS, for example 180,31 mV RMS at 85 kHz, when the lead loop is located in a reasonable orientation and position reflecting a human position in protection areas 2 and 3.

If compliance with human or CIED basic restrictions are not met, a method to prevent intrusion (e.g., a barrier) or a human detection system can be implemented to shut off or reduce power transfer to a safe level in the appropriate region.

When performing compliance testing using a test bench setup (see 101.1.3), the mimic plate shall be considered equivalent to the vehicle body shown in ISO 19363:2020, Annex D; measurements shall be taken 20 cm from the vertical projection of the edge of the mimic plate and follow procedures in ISO 19363:2020, Annex D.

12 Power cable requirements

Replacement:

12.101 Power cable

For the purposes of this document, the power cable is the cable which connects the SPC to the source of electricity.

The power cable shall be rated to carry the voltage levels and current levels which it is exposed to in operation and be appropriate for the environmental and service factors to which it will likely be exposed.

Compliance to be verified by inspection.

12.102 Connecting cable

Connecting cables shall be constructed in a manner that is appropriate for the environmental and service conditions, as well as the voltage and current capabilities to which it is exposed in normal service.

Compliance to be verified by inspection.

If a power cable or a connecting cable is used in a manner that could lead to drive over, it shall be subjected to the drive-over test in 14.2.101. Installation with the use of a mechanical protective structure, such as conduit, and possibly buried within the pavement, should be considered.

13 Constructional requirements

Clause 13 of IEC 61980-1:2020 is applicable except as follows:

13.1 Supply device dimensions and installation requirements

Replacement:

The mounting height of the under-vehicle package above the parking or road surface shall not exceed 70 mm.

Surface characteristics of the under-vehicle package may be subject to local regulations.

13.4 IP degrees

Replacement:

The IP degree for the enclosure of the under-vehicle package for surface mounted and flush mounted devices shall be as follows:

- the minimum IP degrees shall be IP 65;
- the minimum IP degrees in public road installation shall be IP 69K according to ISO 20653 as installed.

The minimum IP degrees for the remaining package(s) shall be as follows:

- for indoor use: IP 41;
- for outdoor use: IP 44.

Compliance is checked by test in accordance with IEC 60529.

NOTE In the following countries, the UL articulated finger probe is used according to national regulations: US, CA.

14 Strength of materials and parts

Clause 14 of IEC 61980-1:2020 apply except as follows:

14.2 Verification of mechanical strength for the enclosure of the supply device

Replacement:

Enclosures other than under-vehicle-package, shall be subject to the applicable tests in accordance with IEC 61439-7:2018, 10.2.701.

The under-vehicle-package shall be subject to the test in 14.2.101.

Additional subclause:

14.2.101 Vehicle drive-over test

Vehicle drive-over test only applies to an under-vehicle package and its associated cables.

The under-vehicle package, including cables, shall be installed on or in a flat concrete floor as specified in the manufacturer's documentation. The test shall be performed as it should be installed, but not during the transfer of power.

A crushing force shall be applied to the under-vehicle package and to the cable with a wheel load of 5 000 N by a conventional automotive tire, P225/75R15 or an equivalent tire suitable for the load, mounted on a steel rim and inflated to a pressure of $(2,2 \pm 0,1)$ bar. The wheel shall be rolled over the main part of the under-vehicle package and the cable at a speed of (8 ± 2) km/h.

For the under-vehicle package:

- drive-over starts from one side of the device over the centre in each direction (X and Y) to expose the device surface to the above specified crushing force;
- as a next step, conduct same test with the drive direction turned by 45° , i.e., a diagonal direction across the device across opposite corners.

For those applications where there is a need to protect the under-vehicle package from heavy vehicles (such as transit buses), the drive-over test shall be performed with a wheel load of 15 000 N with tires in the range of 275/70 R22.5 at 8 bar (typical for European and Asian transit buses) or 305/70 R22.5 inflated to a pressure of $(2,2 \pm 0,1)$ bar. The wheel shall be rolled over the main part of the under-vehicle package and the cable at a speed of (8 ± 2) km/h. The crushing force shall be applied four times:

- drive-over starts from one side of the device through centre followed by the other side in each direction (X and Y) to expose whole device surface with the above specified crushing force;
- as a next step, conduct same test with the drive direction turned by 45° , i.e., a diagonal direction across the device.

To test the cable, place the cable as specified in the installation manual, including any protective conduits. If not specified, the cable should be laid straight and flat.

The crushing force specified (depending on the application as described above) should be applied twice perpendicular to the cable at the same location.

There shall be no severe cracking, breakage, or deformation to the extent that

- live parts are made accessible to contact by the test probe of degree IPXXD according to IEC 60529,
- the integrity of the enclosure is defeated so that acceptable mechanical or environmental (degrees of) protection is not afforded to the internal parts of the device,
- there is interference with the operation, or function of the device,
- the device or its cable clamp does not provide adequate strain relief for the cable,
- the creepage distances and clearances between live parts of opposite polarity, live parts and accessible dead or earthed metal are reduced below the values designed in accordance with 13.6 of IEC 61980-1:2020,
- other evidence of damage that could increase the risk of fire or electric shock occurs, and
- the accessory does not comply with a repeated dielectric test in accordance with 11.4 of IEC 61980-1:2020.

15 Service and test conditions

Clause 15 of IEC 61980-1:2020 is applicable.

16 Electromagnetic compatibility (EMC)

Clause 16 of IEC 61980-1:2020 is applicable, except as follows:

16.1 Load and operating conditions

Additional subclause:

16.1.101 Clarification of use of the terms class A or class B in Clause 16

When a reference to class A or class B equipment is made in IEC 61980-1:2020, Clause 16, or in IEC 61980-3, Clause 16, it is referring to equipment for industrial environments (class A) or for residential environments (class B).

16.3 Disturbance requirements

16.3.2.3 Voltage fluctuation and flicker

Addition after the second paragraph:

Testing shall be done both in a standby mode and an active mode. The system shall be at a stable operating temperature.

For the tests during an active mode, monitor the results during start-up to full power, running at full power for several minutes, transition to half power, running at half power for several minutes and transition to power off.

Additional subclause:

16.3.101 Test procedure – Radiated emissions for the power transfer function

16.3.101.1 General

The method for testing to the limits in IEC 61980-1:2020, 16.3.3.4 and 16.3.3.5, shall be performed in accordance with regional regulatory requirements. The following are the test setup recommendations for MF-WPT systems.

The MF-WPT system test shall be performed on an accredited open area test site (OATS), semi-anechoic chamber (SAC), or absorber-lined shielded enclosure (ALSE), which has been certified for radiated testing in the frequency range being tested (e.g., 9 kHz to 30 MHz). The test site shall have a metal floor and metal turntable with a radius of at least 1,9 m capable of rotating the MF-WPT equipment under test (EUT). The initial scans shall be performed using a turntable angle step size no greater than 22,5° for each antenna orientation. Once the maximum emission is found using the coarse step size, a more precise measurement of the maximum emission may be determined by reducing the turntable angle step size.

16.3.101.2 Test bench setup

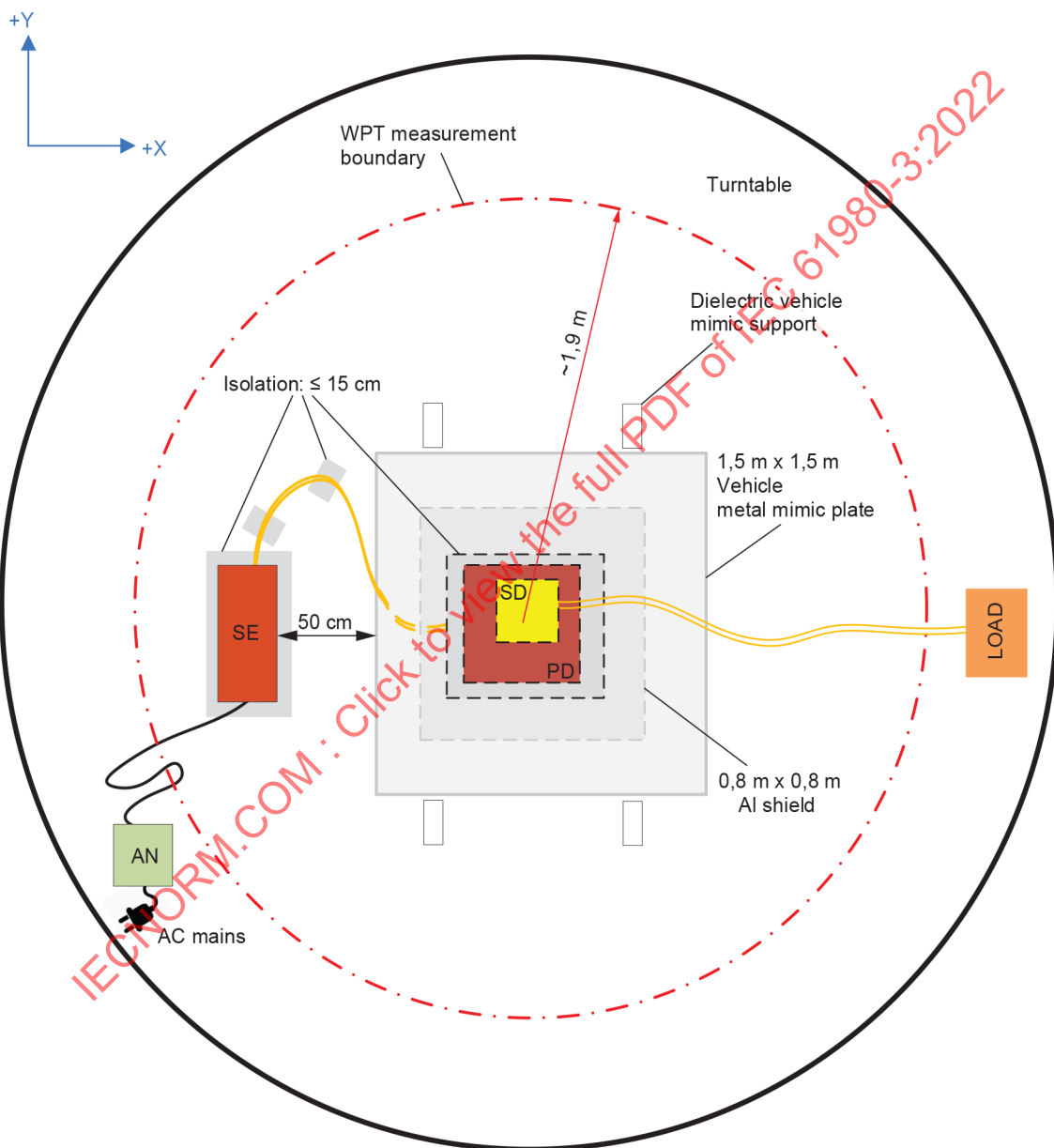
When testing using a test bench setup, the following requirements apply.

- For radiated emissions, the various EUT units should be arranged such that the size of the test volume is minimized, while still complying with typical installations and with the other requirements in this document.
- The primary device may be centred in the EUT ring, which is centred on the turntable. The secondary device is shifted for offset conditions.
- The EUT shall be electrically isolated from the metal floor.
- The EUT shall at least be tested at full power rating to a load representative of the most typical condition.

- The EUT shall at least be tested with the maximum offset and ground clearance conditions.

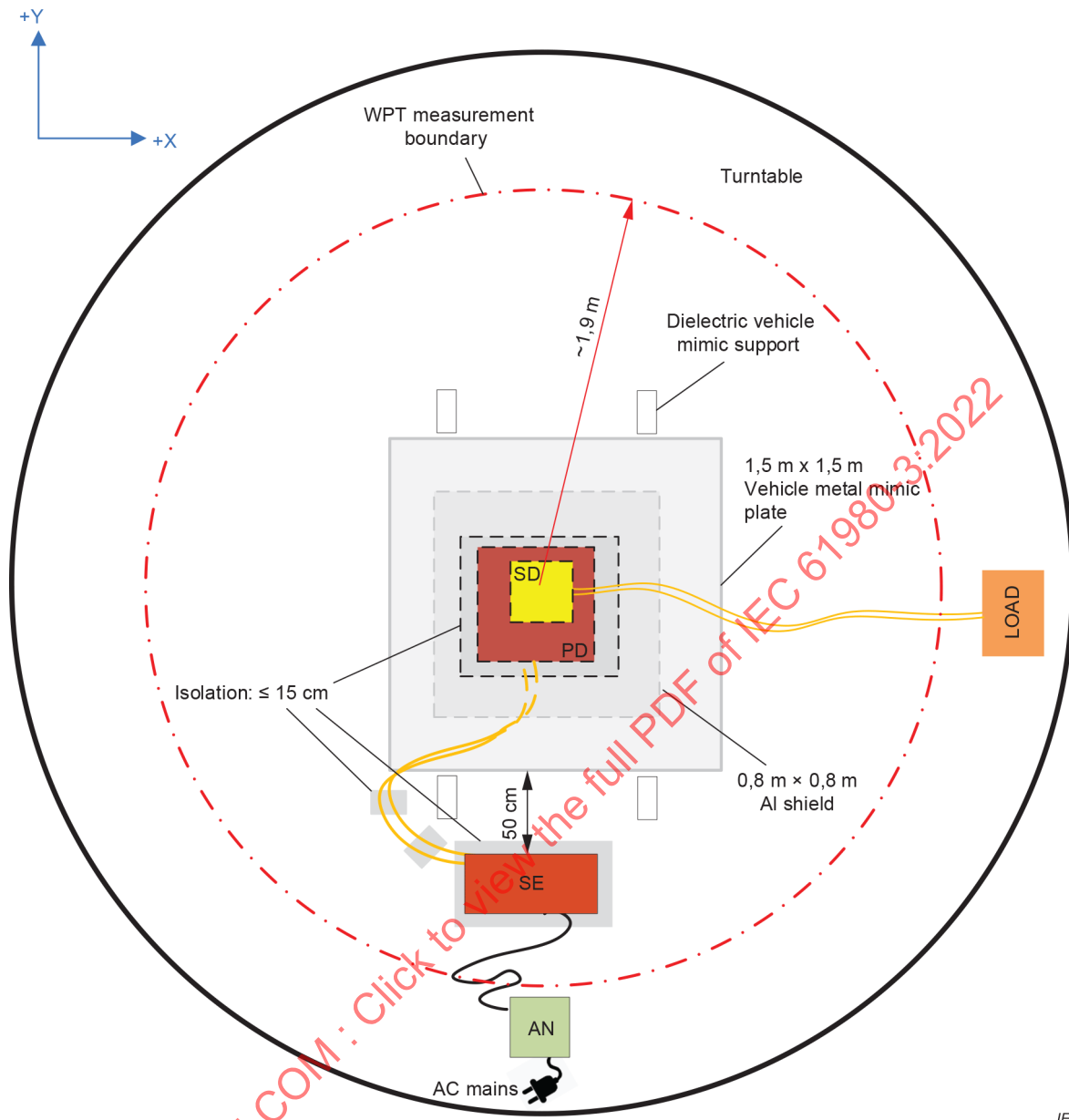
Figure 104 and Figure 105 show top views of two versions of the recommended test bench setup for radiated emissions testing. Within the figures, the following acronyms are used:

- PD – primary device;
- SD – secondary device;
- SE – supply electronics;
- AN – artificial mains network [and/or common mode absorption device (CMAD)].



IEC

Figure 104 – Example of test bench setup (version 1) – View from above



IEC

Figure 105 – Example of test bench setup (version 2) – View from above

Figure 106 shows the side view of the setup shown in Figure 104.

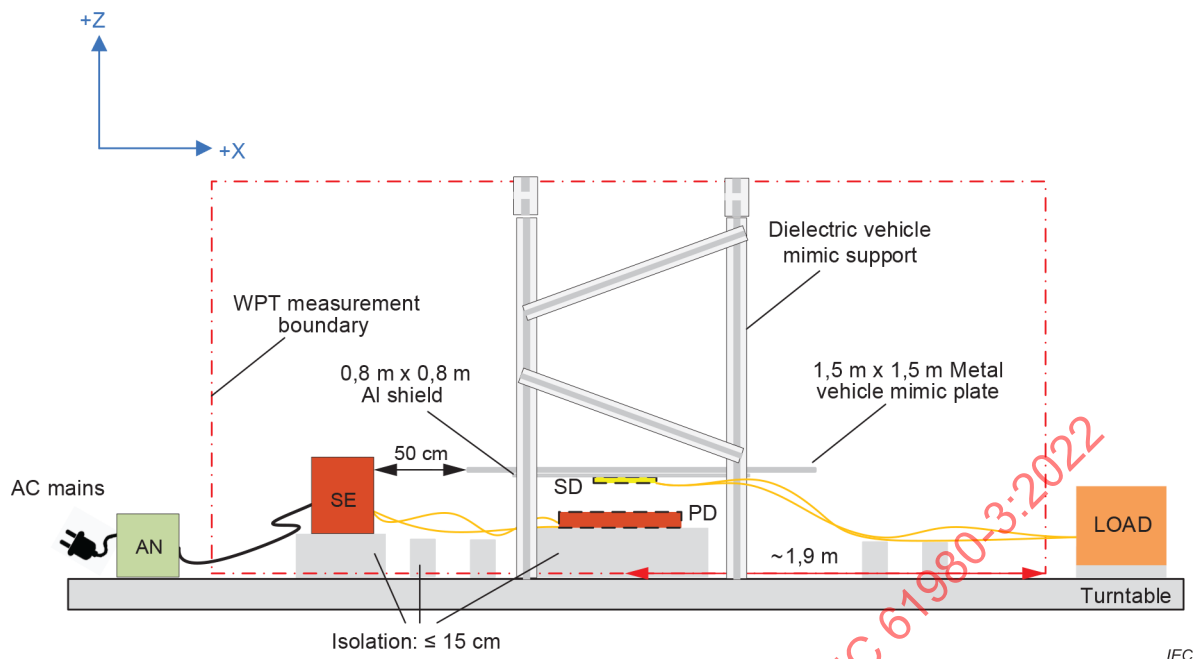


Figure 106 – Side view of test setup shown in Figure 104

The following are setup details for consideration.

- A measurement distance of 10 m from the EUT outer ring (typically 1,9 m fixed radius) is recommended.
- The secondary device and mimic plate are shifted relative to the primary device to achieve offset conditions.
- The entire EUT is electrically isolated and raised up to 15 cm off the turntable. Since the primary device can sometimes have a large metal ground plate, which can inadvertently be capacitively coupled to the test site ground plane, it is recommended that the primary device be raised near 15 cm. The isolation under the load is to be used only if necessary.
- Use of an artificial mains network (AN) and/or common mode absorption device (CMAD) is recommended on the AC mains feed to the supply device for radiated emissions testing only.
- The position of the supply electronics (SE) is recommended to be 50 cm from the mimic plate; however, the distance may be modified to represent a setup designated as typical by the manufacturer.
- The load and AN may be placed inside the EUT ring as long as they are not a source or cause of measured emission.
- Filters such as common mode chokes may be used to suppress emissions sufficiently from added cabling when using an electronic or resistive load.

16.3.101.3 Vehicle test setup

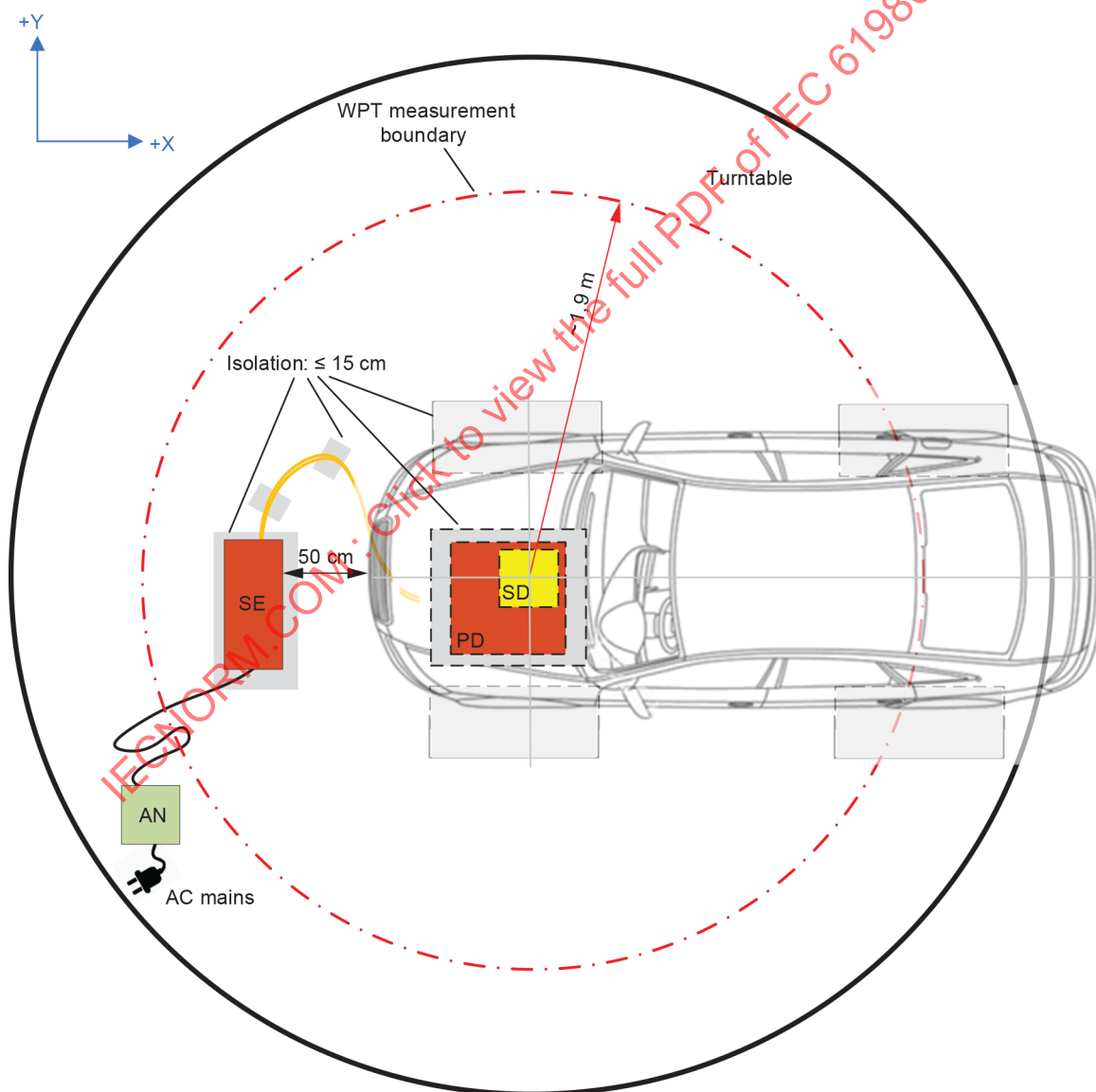
When testing using a vehicle test setup, the following requirements apply.

- For radiated emissions, the various EUT units should be arranged such that the size of the test volume is minimized while still complying with typical installations and with the other requirements in this document.
- The secondary device may be centred in the EUT ring, which is centred on the turntable. The primary device is shifted for offset conditions.
- The EUT shall be electrically isolated from the metal floor.
- The EUT shall at least be tested at full power rating to a load representative of the most typical condition.

- The EUT shall at least be tested with the maximum offset and ground clearance conditions.
- When the battery of the vehicle being charged has a reasonably large capacity compared to the amount of power delivered to the battery combined with consideration for the radiated emission scan time, the battery of the vehicle shall be used as the real-load of the MF-WPT system with a state-of-charge that ensures the system is operating at full power during the entire scan time. In the event that the battery capacity of the vehicle is too small to practically perform measurements, then the battery of the vehicle should be disconnected from the output and replaced with an equivalent load such as that used in a test bench setup.

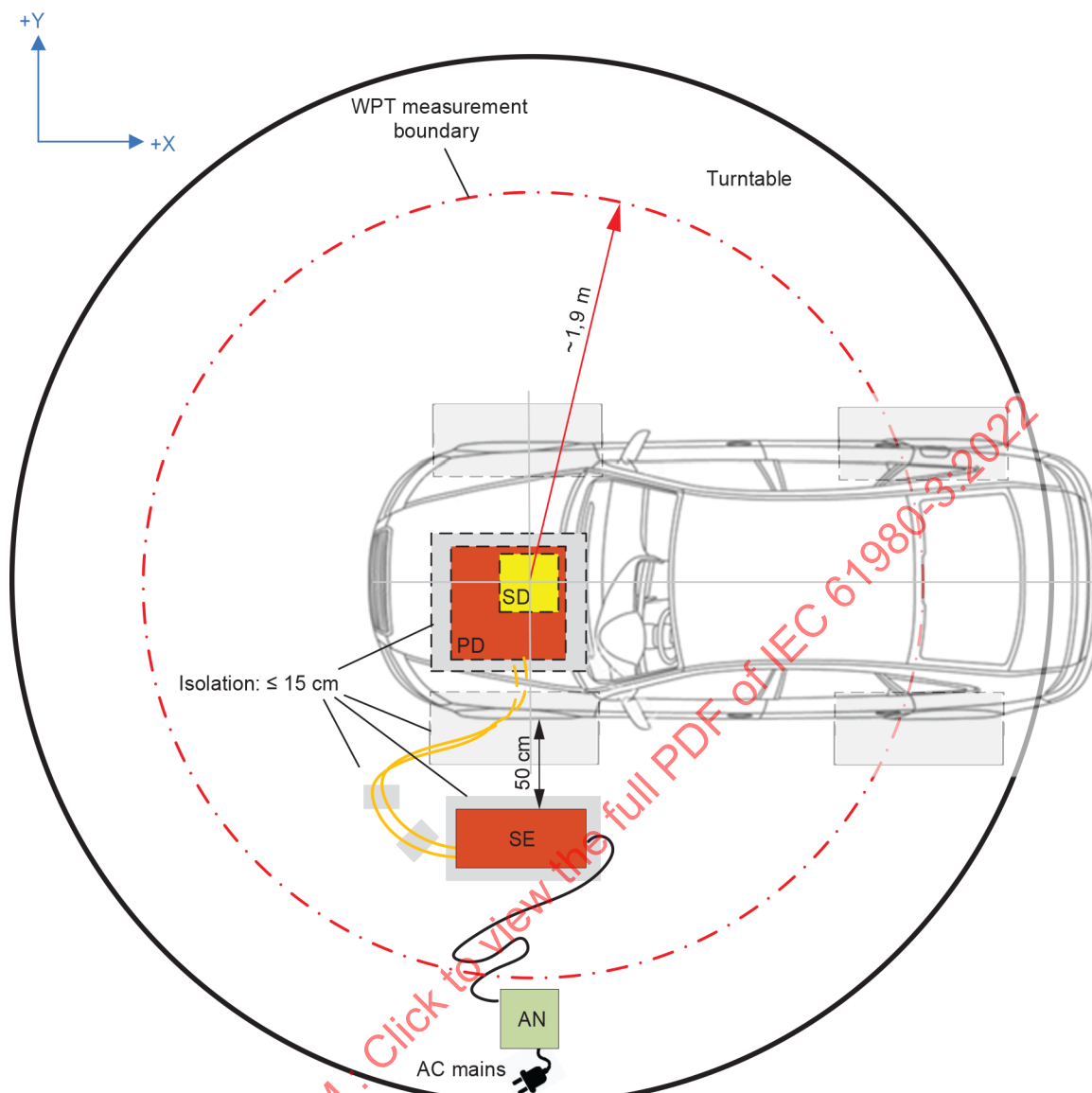
Figure 107 and Figure 108 show top views of two versions of the recommended vehicle test setup for radiated emissions testing. Within the figures, the following acronyms are used:

- PD – primary device;
- SD – secondary device;
- SE – supply electronics;
- AN – artificial mains network [and/or common mode absorption device (CMAD)].



IEC

Figure 107 – Example of vehicle test setup (version 1) – View from above



IEC

Figure 108 – Example of vehicle test setup (version 2) – View from above

Figure 109 shows the side view of the setup shown in Figure 107.

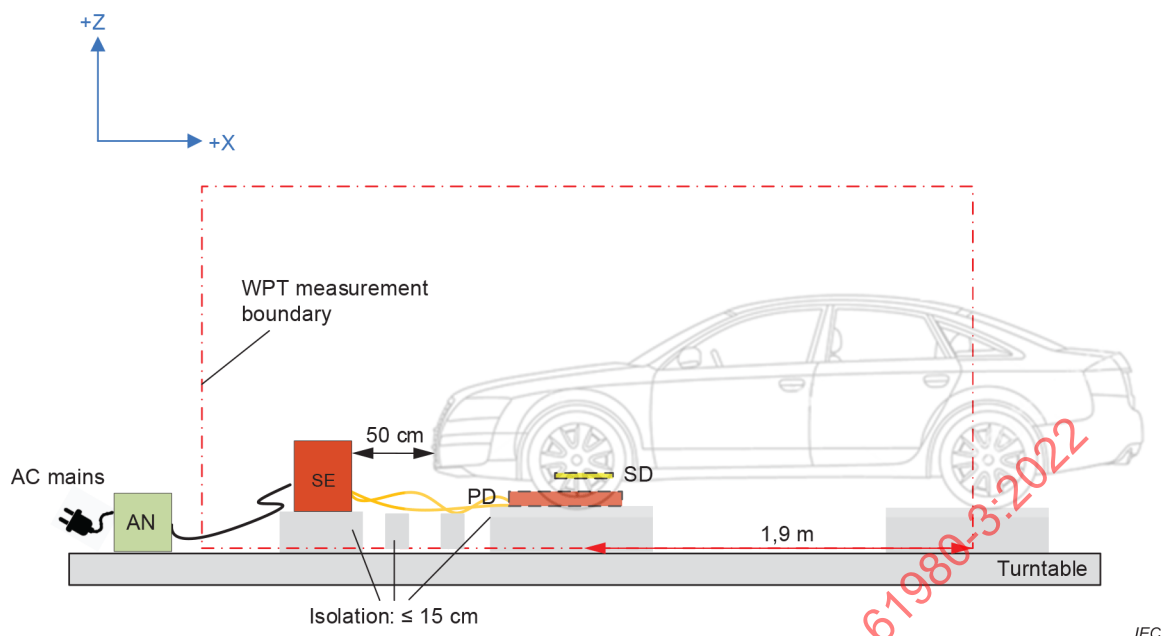


Figure 109 – Side view of test setup shown in Figure 107

The following are setup details for consideration.

- A measurement distance of 10 m from the EUT outer ring (typically 1,9 m fixed radius) is recommended.
- The entire EUT is electrically isolated and raised up to 15 cm off the turntable. Since the primary device can sometimes have a large metal ground plate, which can inadvertently be capacitively coupled to the test site ground plane, it is recommended that the primary device be raised near 15 cm.
- If metal jacks or other means are used to raise the vehicle, these shall be electrically isolated from the metal floor/turntable.
- Use of an artificial mains network (AN) and/or common mode absorption device (CMAD) is recommended on the AC mains feed to the supply device for radiated emissions testing only.
- The position of the supply electronics (SE) is recommended to be 50 cm from the vehicle; however, the distance may be modified to represent a setup designated as typical by the manufacturer.
- If a representative load is used in place of charging the vehicle battery, the load is not considered part of the EUT. It is recommended that the load be placed in a manner that ensures it is not a source of radiation.

17 Marking and instructions

Clause 17 of IEC 61980-1:2020 is applicable except as follows.

Additional subclauses:

17.101 Marking of geometric centre

In order to facilitate proper installation of the primary device in the parking space, one of the following means shall be provided:

- permanent marking for each of the 4 faces and the surface which serve as visual indicators of the geometric centre of the primary device, in combination with an indicator for direction of forward travel;

- stencil in size of the primary device providing a visual indicator of the geometric centre of the primary device in combination with an indicator for direction of forward travel.

17.102 Parking spot signage

The parking spot should have signage with the following or similar warnings:

- magnetic fields in use while charging;
- objects remaining after the vehicle has left may be hot and might cause a burn if touched.

17.103 Installation manual

The manufacturer shall provide an installation manual which lists the information that is also on the product label, all necessary safety and regulatory information and specifics about proper installation of the SPC, including location, electric supply protection and mechanical mounting instructions.

The manual shall state that a primary device that is secured to the surface shall only be removable with a tool.

17.104 User manual

The manufacturer of compatibility class B SPC shall provide a user manual which lists the information that is also on the product label, all necessary safety and regulatory information and specifics about proper use of the equipment including the specific primary devices and EVPCs which will operate correctly with this supply power circuit.

Additional clause:

101 Test procedures

101.1 Power transfer and interoperability performance

101.1.1 General conditions

For compatibility class A supply devices, the test procedures for power transfer performance, including interoperability testing, shall be performed on a test bench. The supply side being tested shall include the necessary communication components to implement the supply side requirements of IEC 61980-2.

For compatibility class B supply devices, the test procedures for power transfer performance of compatibility class B supply devices should be performed on a test bench but can be performed with the specified EVPC installed on a vehicle. Communication components to verify manufacturer specified performance compliant with Clause 7 shall be included for both the supply side and the vehicle side.

Power transfer and interoperability performance tests shall be executed only after the system has warmed up (a minimum of 5 min at full power) and the system temperature is stable.

101.1.2 Test devices and interoperability

101.1.2.1 Compatibility class A supply devices

With a compatibility class A supply device under test, the reference EVPCs specified in Clause 9 shall be used.

Compliance is checked by verifying performance with all the EVPCs specified in Clause 9.

In addition to the reference EVPCs, the test configuration shall include additional components that implement the requirements of IEC 61980-2 for the vehicle side. It is understood that the supply device being tested contains the required communication capability.

101.1.2.2 Compatibility class B supply devices

For a compatibility class B supply device being tested, the manufacturer shall specify the EVPC(s) to be used, according to Clause 9.

101.1.3 Test bench description

The test bench shall be fabricated from non-metallic elements except as listed below.

The test bench incorporates provisions to accommodate

- a primary device (part of the unit under test),
- a secondary device, and
- a vehicle mimic plate (1,5 m × 1,5 m steel) mounted immediately above an aluminium shield immediately above the secondary device; the thickness of the mimic plate is 0,7 mm to 1 mm. The shield is as specified in the annexes for each secondary device for testing compatibility class A supply devices, or as specified by the manufacturer for testing compatibility class B supply devices with their specified EVPCs.

The relative position of the primary and secondary devices shall be changeable to facilitate alignment tolerance and ground clearance tests.

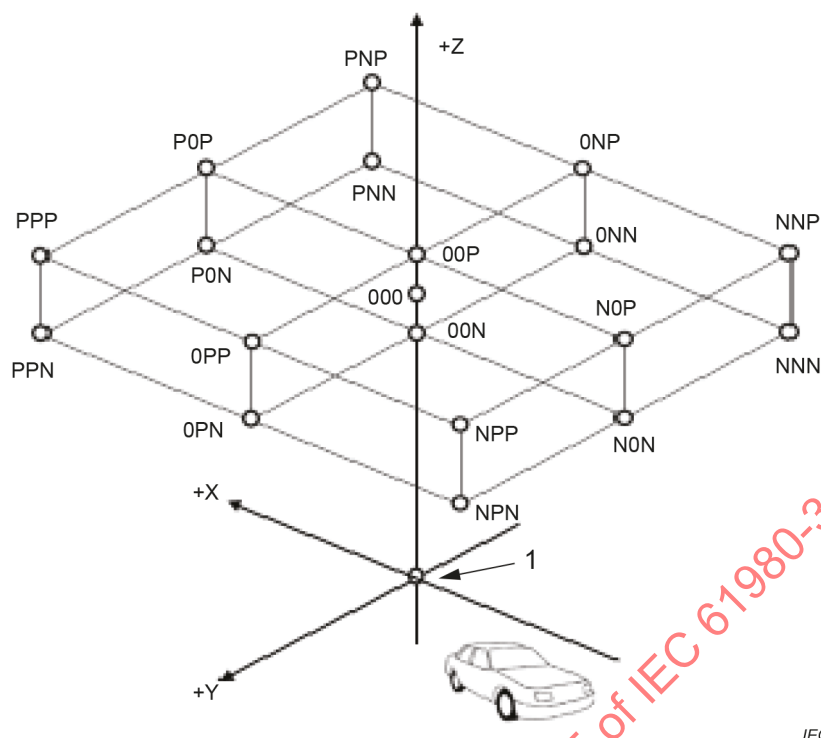
Additional equipment is needed to run the tests, such as an electronic load (to replace the vehicle battery for testing purposes) and necessary meters and computers capable of exercising the system.

101.1.4 Misalignment condition for power transfer performance evaluation

The tests in 101.1 shall be performed in the alignment positions described in Figure 110.

Table 109 shows positions for the alignment tolerance area given in 7.4.101 and the secondary device ground clearance for primary devices which are part of compatibility class A supply devices and the reference EVPCs.

In order to have an equivalent table for primary devices which are part of a compatibility class B supply device, the manufacturer shall specify the alignment tolerance dimensions, the shape and the ground clearance range of the EVPC which is being tested and from that shall generate a table similar to Table 109.

**Key**

- 1 reference point – the point on the surface under the primary device below the centre alignment point of the primary device

Figure 110 – Illustration of test positions

The X and Y offset values are relative to the Z axis at the centre alignment point of the primary device, as viewed from above. The volume delimited by the corners (NPN and NPP, NNN and NNP, PNN and PNP, and PPN and PPP) represents the possible secondary device positions for the test. The direction of movement to any given point is dependent on whether the primary device or the secondary device is being repositioned.

In describing the positions shown in Figure 110, the first letter applies to the X axis, the second letter to the Y axis and the third letter to the Z axis. For each axis, N represents the position with the most negative offset value, 0 is the midpoint position and P represents the position with the most positive offset value. See Table 109 for the alignment offset values for primary devices which are part of a compatibility class A supply device.

Table 109 – Alignment positions and offset values for primary devices which are part of compatibility class A supply devices

Position no. X Y Z	Offset value ^a mm				
	X position	Y position	Secondary device Z class		
			Z1	Z2	Z3
P P P	+75	+100	150	210	250
P P N			100	140	170
P O P		0	150	210	250
P O N			100	140	170
P N P		–100	150	210	250
P N N			100	140	170
O P P	0	+100	150	210	250
O P N			100	140	170
O O P		0	150	210	250
O O O			125	175	210
O O N			100	140	170
O N P		–100	150	210	250
O N N			100	140	170
N P P	–75	+100	150	210	250
N P N			100	140	170
N O P		0	150	210	250
N O N			100	140	170
N N P		–100	150	210	250
N N N			100	140	170

NOTE The shaded cells are an example of the quadrant used in the test plan shown in 101.1.5.3.

^a The offset values in X and Y are relative to the centre alignment point. The value in Z is relative to the ground surface.

The matrix of test positions has 19 test positions listed. Under circumstances where symmetrical results across quadrants are reasonably expected, such as with a circular primary device and a circular secondary device, testing can be reduced to only one quadrant. In order to take advantage of the reduced number of test points, symmetry of results shall be demonstrated.

101.1.5 Compatibility class A supply device performance and interoperability tests

101.1.5.1 General

As described in 101.1.2.1, the performance test is set up with the supply device under test and all of the required EVPCs (one at a time). The verification of performance with all of the specified EVPCs is used as verification of interoperability.

Test 1 verifies the nominal operational conditions, while the iterative tests in test 2 satisfy the interoperability criteria.

The test conditions are established by the test engineer. System operation is controlled using the communication as required in IEC 61980-2.

101.1.5.2 Compatibility class A supply device test 1

Test 1 is the initial test for each supply device using one EVPC of the highest WPT class.

- 1) The operating frequency is set to a fixed frequency specified by the manufacturer or determined by the test engineer with guidance from the manufacturer. The frequency shall be within the allowable frequency range of 79,0 kHz to 90,0 kHz. Record the frequency.
- 2) The input voltage to the supply device is set to nominal. Record the input voltage.
- 3) Set the X,Y,Z position to 0,0,0. Record the X,Y,Z position.
- 4) Set the output voltage to the midpoint of the output voltage range (350 V) as specified in 7.2.104.1. Record the output voltage.
- 5) The EVPC requests full power as described in 7.2.105.1. Monitor the ramp rate by starting a timer upon the request and stopping the timer upon reaching full power. Calculate and record the average ramp up rate.
- 6) When the system is in steady state at full power, record the input power and the output power, calculate and record the efficiency.
- 7) The test operator causes the EVPC to communicate an emergency in order to trigger an emergency stop power test. Monitor the emergency stop power timing by starting a timer upon the emergency signal and then at the point where the input power level creates a magnetic field strength at the surface of the supply device (or adjacent to it) that is equal to or lower than the EMF safe level. This level can be determined in terms of input power by prior testing. Record the time to achieve EMF safe level. Confirm that input power goes to zero.
- 8) The EVPC requests full power as described in 7.2.105.1. Once stable, interrupt the Wi-Fi communication signal at the EVPC. Monitor and record the elapsed time for the supply device to acknowledge the loss of communication and the elapsed time until the magnetic field is equal to or lower than the EMF safe level.
- 9) Request zero power.
- 10) Set the output voltage to the minimum of the output voltage range (280 V).
- 11) The EVPC requests full power as described in 7.2.105.1.
- 12) When the system is in steady state at full power, record the output voltage, the input power and the output power. Calculate and record the efficiency.
- 13) Request zero power.
- 14) Set the output voltage to the maximum of the output voltage range (420 V).
- 15) The EVPC requests full power as described in 7.2.105.1.
- 16) When the system is in steady state at full power, record the output voltage, the input power and the output power. Calculate and record the efficiency.
- 17) Request zero power.

End of test 1.

101.1.5.3 Compatibility class A supply device test 2

101.1.5.3.1 General

Test 2 is executed with the values from Table 110 below, in the order determined by the test engineer, as long as a test for each row is executed. The test matrix in Table 110 assumes symmetry, so only one quadrant is verified. If there is not symmetry, Table 110 should be extended to cover the full XYZ range.

The positions described in Table 110 for XY_{test} are offset positions along the X and Y axes from the centre alignment point of the primary device and the secondary device.

After performing tests for one of the rows with maximum XY offset, perform the same tests with +3°yaw and with –3°yaw of the secondary device axes relative to the primary device axes.

- 1) Select a row from Table 110 to establish the test positions (XY_{test} and Z_{test}) and output voltage (V_{test}) to be used in steps 2) through 7).
- 2) The operating frequency is set to a fixed frequency specified by the manufacturer or determined by the test engineer with guidance by the manufacturer. The frequency shall be within the allowable frequency range of 79,0 to 90,0 kHz. While it is required that it remain fixed for each charge session, it is permissible to change it between tests if necessary. Record the frequency.
- 3) The input voltage to the supply device is set to nominal. Record the input voltage.
- 4) The Z position is set to Z_{test} for the EVPC under test. Record Z_{test} .
- 5) The X,Y position is set to XY_{test} . Record XY_{test} .
- 6) Set the output voltage to V_{test} . Record V_{test} .
- 7) The EVPC requests full power as described in 7.2.105.1. When the system is in steady state at full power, record the input power and the output power, calculate and record the efficiency.
- 8) Reduce input power to a level that is safe for repositioning.
- 9) Select another row from Table 110 and repeat steps 2) to 8) until tests for all rows have been executed.
- 10) EVPC requests charging complete, and power reduces to zero.

101.1.5.3.2 Compatibility class A supply device test 2 test positions

Table 110 – Compatibility class A test 2 test positions

Test no.	XY_{test}	Z_{test}	V_{test}
1	00	N	350
2	N0	N	350
3	NP	N	350
4	0P	N	350
5	00	P	350
6	N0	P	350
7	NP	P	350
8	0P	P	350
9	00	N	406
10	N0	N	406
11	NP	N	406
12	0P	N	406
13	00	P	406
14	N0	P	406
15	NP	P	406
16	0P	P	406

Replace the EVPC to another Z class/WPT class and repeat until verification tests with all required EVPCs have been performed.

101.1.6 Compatibility class B supply device performance tests

101.1.6.1 General

When tested on the test bench, the performance test is set up with the supply device under test and all of the manufacturer specified EVPCs (one at a time) per 101.1.2.2.

The specified EVPCs and the compatibility class B supply device shall have a communication system that executes the control concept required by IEC 61980-2. The test conditions are managed by the test engineer.

The manufacturer or the test engineer shall create Table 111, equivalent to Table 110 for the alignment tolerance area (see 7.4.103) and the Z range (see 7.4.104) for each of the EVPCs specified. The voltage levels to be tested (V_{test}) are calculated for each EVPC as $V1_{\text{test}} = [V_{\text{min}} + 0,5 \times V_{\text{range}}]$ and $V2_{\text{test}} = [V_{\text{max}} - 0,1 \times V_{\text{range}}]$. See example in 101.1.6.3.2.

Under circumstances where symmetrical results across quadrants are reasonably expected, such as with a circular primary device and a circular secondary device, testing can be reduced to only one quadrant.

101.1.6.2 Compatibility class B supply device test 1

Test 1 is the initial test for each supply device using one EVPC of the highest WPT class.

- 1) The operating frequency is set to a fixed frequency specified by the manufacturer or determined by the test engineer with guidance from the manufacturer. The frequency shall be within the allowable frequency range of 79,0 kHz to 90,0 kHz. Record the frequency.
- 2) The input voltage to the supply device is set to nominal. Record the input voltage.
- 3) Set the X,Y,Z position to 0,0,0. Record the X,Y,Z position.
- 4) Set the output voltage to the midpoint of the output voltage range [$V_{\text{min}} + 0,5 \times V_{\text{range}}$] as specified in 7.2.104.2.
- 5) The EVPC requests full power as specified by the manufacturer of the supply device. Monitor the ramp rate by starting a timer upon the request and stopping the timer upon reaching full power. Calculate and record the average ramp up rate.
- 6) When the system is in steady state at full power, record the input power and the output power, calculate and record the efficiency.
- 7) The test operator causes the EVPC to communicate an emergency in order to trigger an emergency stop power test. Monitor the emergency stop power timing by starting a timer upon the emergency signal and then at the point where the input power level creates a magnetic field strength at the surface of the supply device (or adjacent to it) that is equal to or lower than the EMF safe level. This level can be determined in terms of input power by prior testing. Record the time to achieve EMF safe level. Confirm that input power goes to zero.
- 8) The EVPC requests full power as specified by the manufacturer of the supply device. Once stable, interrupt the communication signal at the EVPC. Monitor and record the elapsed time for the supply device to acknowledge the loss of communication and the elapsed time until the magnetic field is equal to or lower than the EMF safe level.
- 9) Request zero power.
- 10) Set the output voltage to the minimum of the output voltage range (V_{min}) as specified in 7.2.104.2.
- 11) The EVPC requests full power as specified by the manufacturer of the supply device.
- 12) When the system is in steady state at full power, record the output voltage, the input power and the output power. Calculate and record the efficiency.
- 13) Request zero power.

- 14) Set the output voltage to the maximum of the output voltage range ($V_{\max}$) as specified in 7.2.104.2).
- 15) The EVPC requests full power as specified by the manufacturer of the supply device.
- 16) When the system is in steady state at full power, record the output voltage, the input power and the output power. Calculate and record the efficiency.
- 17) Request zero power.

End of test 1.

101.1.6.3 Compatibility class B supply device test 2

101.1.6.3.1 General

Test 2 is executed with the values from Table 111 established in 101.1.6.1. The order of the tests is determined by the test engineer, as long as a test for each row is executed.

- 1) Select a row from Table 111 to establish the test positions and output voltage to be used in steps 2) through 7).
- 2) The operating frequency is set to a fixed frequency specified by the manufacturer or determined by the test engineer with guidance from the manufacturer. The frequency shall be within the allowable frequency range of 79,0 kHz to 90,0 kHz. While it is required that it remain fixed for each charge session, it is permissible to change it between tests if necessary. Record the frequency.
- 3) The input voltage to the supply device is set to nominal. Record the input voltage.
- 4) The Z position is set to Z_{test} for the EVPC under test. Record Z_{test} .
- 5) The X,Y position is set to XY_{test} . Record XY_{test} .
- 6) Set the output voltage to V_{test} . Record V_{test} .
- 7) The EVPC requests full power as described by the manufacturer of the supply device. When the system is in steady state at full power, record the input power and the output power, calculate and record the efficiency.
- 8) Reduce input power to a level that is safe for repositioning.
- 9) Select another row from Table 111 and repeat steps 2) to 8) until tests for all rows have been executed.
- 10) EVPC requests charging complete, and power reduces to zero.

Replace the EVPC and repeat until verification tests with all required EVPCs have been performed.

101.1.6.3.2 Example of compatibility class B test 2 test positions

Example of a portion of Table 111, to be generated as specified in 101.1.6.1.

Table 111 – Example of compatibility class B supply device test 2 test positions

TEST no.	XY_{test}	Z_{test}	V_{test}
1	00	Min Z	$V1_{\text{test}}$
2	00	Min Z	$V2_{\text{test}}$
3	00	Max Z	$V1_{\text{test}}$
4	00	Max Z	$V2_{\text{test}}$
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...

101.2 Tests for protection against heating effects of foreign objects

101.2.1 General

Foreign objects located in the area of operation (protection area 1) during power transfer may be subjected to heating effects due to exposure to the magnetic field. Heating effects include both high temperature that could result in burns or injury if contacted, or ignition hazards that could result in ignition of combustible materials due to heating of the metallic objects in contact with the materials. Foreign object detection systems are required to be used in WPT systems in order to detect these foreign objects when they are located in area 1 during power transfer, and subsequently, to shut down the power transfer function in order to mitigate the potential hazards associated with heating the foreign object. The requirements in 101.2 are intended to prove that the foreign object detection system will detect a foreign object when located in protection area 1 and will shut down the power transfer function prior to the foreign object exceeding touch temperature limits or igniting combustible materials.

As each WPT system and its foreign object detection system are different, the potential hazards associated with timely detection of foreign objects and proper shut down of the power transfer function may be different. A risk assessment is required to analyse and determine any potential hazards associated with the detection of foreign objects and the means to mitigate the risks associated with that detection. For the purposes of this document, the system shall be capable of detecting the specific objects as indicated in 101.2 and mitigating the hazards associated with these objects exceeding touch temperatures or causing ignition. The manufacturer may add additional test objects to the list based on the risk assessment associated with a given WPT system. If test objects are added, they shall be subjected to the same test method as the required objects.

101.2.2 Test bodies for touch hazard and ignition hazard

The listed test bodies are used to assess compliance of the WPT system with respect to the temperature limits specified in IEC 61980-1:2020, 11.6, applicable to foreign metallic objects located in the area of operation (protection area 1) and the ignition hazard as indicated in the test method.

The test objects specified in Table 112 represent the minimum test objects which are used to address touch hazards for this test. The test object specified in Table 113 represents the minimum test object which is used to address ignition hazards for this test. The test objects in Table 112 are deemed to have enough heat retention capacity to become a burn risk to a person coming in contact with one of these objects after the power transfer function is complete. The test objects in Table 113 are objects that are not deemed to have enough heat capacity to cause human burns but may reach temperature where they cause combustible material in contact with them to ignite.

NOTE The items which constitute the test bodies in 101.2.2 and the considerations for the test procedure have been filtered based on a study of probability and risk. Heating characteristic data has been part of the study. Compliance with these tests, based on the specifics of the systems being tested, will give a high confidence of safety. The confirmation test contained herein cannot guarantee safety under all possible conditions. Hence, each manufacturer needs to determine their own level of confidence and to adjust the test objects accordingly. There is also a signage recommendation (see 17.102) which serves to notify persons of the possible hazard.

Table 112 – Test bodies for touch hazard

Brief object description	Size	Material (composition)	Test position
Aluminium foil	60 mm to 80 mm diameter 0,01 mm to 0,03 mm thick	Aluminium alloy	Flat on surface
Steel bar	100 mm long 70 mm wide 10 mm high	Uncoated steel	Flat on the 100 mm x 70 mm surface
Nail	75 mm to 100 mm long 3 mm to 4 mm diameter	Uncoated steel	Flat
Coin	5 cent Euro coin or equivalent 21,25 mm diameter 1,67 mm thick	Steel: 94,35 % Cu 5,65 %	Flat

Table 113 – Test objects for ignition risk test

Brief object description	Size	Material (composition)	Test position
Paper clip attached to stack of paper	23 mm to 29 mm long 0,9 mm to 1,1 mm wire 5 sheets: 75 g to 100 g per square meter (20 lb to 24 lb equivalent), 100 mm x 100 mm	Uncoated steel	Paper clip is the part to be centred on identified positions

101.2.3 Test area specification

As each WPT system is different, and each implementation of foreign object detection is different, the test shall be performed based on specifications from the manufacturer in relation to alignment conditions and physical location of the test object. These specific parameters shall address the alignment condition and test object location that will result in the maximum heating effect (location where the field strength is highest under specific conditions of alignment) and the alignment condition and test object location where the foreign object detection is least effective. That information shall be specified by the manufacturer when presenting test samples based on the following.

- The manufacturer shall specify the location on the surface of the primary device that has the highest field strength and under what conditions of alignment that this highest field strength exists. Additionally, the manufacturer shall specify the orientation of the field at this location. Worst case (most rapid) heating will occur when the foreign object is located at that location with its major dimension oriented along the major field component direction. This location and orientation direction shall be marked on the surface of the primary device. This is test point 1.

- The manufacturer shall specify and mark the location on the surface of the primary device where the probability of detection of foreign objects is the lowest and under what conditions of alignment that this lowest probability exists. If the probability of detection is essentially uniform across the surface, then this test location shall be randomly chosen. This is test point 2.

These two locations, test point 1 and test point 2, shall be used as the test locations of the specified test objects in Table 112 and Table 113.

If the conditions of alignment will affect the tests and are not represented by the test points above, additional test points can be added under appropriate alignment conditions. These additional test points and alignment conditions shall be specified by the manufacturer.

If the manufacturer determines that the test area should extend outside the borders of the primary device, then additional test points can be added and those test points and the alignment conditions shall be specified by the manufacturer.

101.2.4 Test procedure for heating of foreign objects

101.2.4.1 General

All tests shall be conducted at an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Air speed of the room, and specifically in the area of the test, shall not exceed 0,5 m/s and no additional cooling or ventilation shall be provided for the test sample unless specified by the manufacturer or required for safety.

The test objects shall be at room temperature before using them for these tests. This will require either a sufficient cool down period between tests or the use of more than one physical sample of the test objects.

There are two tests, one being for touch hazard and the second for ignition hazard. The touch hazard tests use test objects from Table 112 and the ignition hazard tests use the test object from Table 113.

101.2.4.2 Test procedure for touch hazards

If the foreign object is detected, it shall cause shut down of the power transfer process. If the foreign object is not detected after 2 min, power is to be shut down and the temperature of the test shall be recorded 10 s after the power transfer ceases. The temperature shall not exceed the limits in 11.6.4.101.

If the manufacturer includes additional test objects, those objects shall also comply with the same requirements.

Compliance is checked by the following tests.

The touch hazard test procedure consists of two test methods and each test method has two test sequences for a total of four tests for each test object. Each test object in Table 112 shall be tested.

Method 1 is used to show the operation of foreign object detection on the test object when the power transfer function is active and the test object enters the area of operation. Method 2 is used to show the operation of foreign object detection when the test object is on the primary device prior to initiating power transfer. Each method consists of two test points for each object. The test points are described in 101.2.3.

Method 1:

The WPT system is connected to a source of supply that will allow it to operate at its maximum rated output voltage and maximum rated output current continuously during the test. The WPT system is energized and allowed to transfer power from the primary device to the secondary device as intended.

Sequence A: The primary and secondary devices are aligned in the configuration specified by the manufacturer in accordance with 101.2.3. The first test object from Table 112 is secured to a wooden pointer or stick that is of sufficient length to insert the test object into the area of operation without exposing persons to the magnetic field. A thermocouple is attached to the leading edge of the test object. The test object is moved in a straight line from outside the area of operation toward test point 1 as indicated on the sample. The test object should be moved toward the test point at a uniform rate of 30 cm/s. The test object shall be injected into the area of operation using the shortest path possible to the test point location and at a height corresponding to the height of the surface of the primary device.

If the test object is detected prior to or upon the test object reaching the test point location, the test is complete with compliant results.

If the test object reaches the test point location and has not been detected, the movement of the test object shall be stopped and it shall be allowed to come to rest on the primary device surface. After two minutes, the power transfer is stopped and a timer is started.

After 10 s, the temperature of the test object is recorded, and it shall not exceed the limits in 11.6.4.101.

Sequence B: If adjustment to the alignment of the primary device and secondary device is required based on manufacturer specification, make the adjustment. Then repeat sequence A by injecting the test object toward test point 2 on the sample, instead of toward test point 1.

The above sequences are repeated for every test object in Table 112.

Method 2:

The WPT system is connected to a source of supply that will allow it to operate at its maximum rated output voltage and maximum rated output current continuously during the test. The WPT system is energized and set to its standby condition. Foreign object detection shall be allowed to assume a standby state, whether this is functional or not functional.

Sequence C: The primary and secondary devices are aligned in the configuration specified by the manufacturer in accordance with 101.2.3. The first test object from Table 112 is placed directly on the primary device surface at test point 1. A thermocouple is attached to the test object. The WPT system is caused to initiate power transfer.

If the test object is detected and power transfer does not start, the test is complete with compliant results.

If power transfer starts, allow it to run for 2 min. After two minutes, the power transfer is stopped and a timer is started.

After 10 s, the temperature of the test object is recorded and it shall not exceed the limits in 11.6.4.101.

Sequence D: This test is then repeated by placing the test object at test point 2 as indicated on the sample. If adjustment to the alignment of the primary and secondary devices is required based on manufacturer specification, then this adjustment is made prior to the test.

The above sequences are repeated for every test object in Table 112.

101.2.4.3 Test procedure for ignition hazards

These tests are successful with compliant results if no ignition occurs with the test object listed in Table 113.

If the manufacturer includes additional test objects, those objects shall also comply with the same requirements.

Compliance is checked by the following tests.

The test for ignition hazard consists of two test methods and each method has two test sequences for a total of four tests for the object in Table 113.

Method 1 is used to show the operation of foreign object detection on the test object when the power transfer function is active and the test object enters the area of operation. Method 2 is used to show the operation of foreign object detection when the test object is on the primary device prior to initiating power transfer. Each method consists of two test points for each object. The test points are described in 101.2.3.

Method 1:

The WPT system is connected to a source of supply that will allow it to operate at its maximum rated output voltage and maximum rated output current continuously during the test. The WPT system is energized and allowed to transfer power from the primary device to the secondary device as intended.

Sequence A: The primary and secondary devices are aligned in the configuration specified by the manufacturer in accordance with 101.2.3. The test object from Table 113 is secured to a wooden pointer or stick that is of sufficient length to insert the test object into the area of operation without exposing persons to the magnetic field. The test object is moved in a straight line from outside the area of operation towards the test point 1 location as indicated on the sample. The test object should be moved toward the test point at a uniform rate of 30 cm/s. The test object shall be injected into the area of operation using the shortest path possible to the test point location and at a height corresponding to the height of the surface of the primary device.

If the test object is detected prior to or upon the test object reaching the test point location, the test is complete with compliant results.

If the test object reaches the test point location and has not been detected, the movement of the test object shall be stopped and it shall be allowed to come to rest on the primary device surface. The test operator starts a timer. The test is successful if no ignition has occurred when power transfer is stopped after 5 min.

Sequence B: This test is then repeated by injecting the test object towards test point 2 located on the sample. If adjustment to the alignment of the primary and secondary devices is required based on manufacturer specification, then this adjustment is made prior to the test.

Method 2:

The WPT system is connected to a source of supply that will allow it to operate at its maximum rated output voltage and maximum rated output current continuously during the test. The WPT system is energized and set to its standby condition. Foreign object detection shall be allowed to assume a standby state, whether this is functional or not functional.

Sequence C: The primary and secondary devices are aligned in the configuration specified by the manufacturer in accordance with 101.2.3. The test object from Table 113 is placed directly on the primary device surface at test point 1. The WPT system is caused to initiate power transfer.

If the test object is detected and power transfer does not start, the test is complete with compliant results.

If power transfer starts, allow it to run for 5 min. The test is successful if no ignition has occurred when power transfer is stopped after 5 min.

Sequence D: This test is then repeated by placing the test object at test point 2 as indicated on the sample. If adjustment to the alignment of the primary and secondary devices is required based on manufacturer specification, then this adjustment is made prior to the test.

101.3 Test to confirm that vehicle is over the primary device

101.3.1 Test setup

Depending on the method employed by the supply device to meet the vehicle present requirement of 7.102, the most general case for verification of performance shall be done using the vehicle mimic plate on the test stand, with the supply device components. No secondary side components are needed. Z height adjustment as well as adjustments of the primary device in X and Y shall be possible.

101.3.2 Test positions

The primary device shall be placed such that the geometric centre of the primary device and the steel mimic plate are aligned. The first Z position shall be with the mimic plate at 100 mm above the ground surface.

Additional test positions shall be with the Z position at 185 mm and 270 mm.

101.3.3 Test requirements

The supply device shall run its detection process (loop) at least every 10 s whether charging or not.

The resulting action is based on the pairing status of the supply device (paired or in process of becoming paired) as well as the result of the detection process, according to Table 114.

Table 114 – Vehicle detection action

Paired Status?	In process of pairing?	Vehicle detected	Action
Yes	No	Yes	Loop again
No	Yes	Yes	Loop again
Yes	No	No	Error
No	Yes	No	"ALLOW PAIRING" Loop again
No	No	Yes	"DO NOT PAIR" Loop again
No	No	No	"ALLOW PAIRING" Loop again

The test shall be run to meet the conditions reflected in the first 3 columns for all of the above rows. The paired and pairing status shall be controlled by the test engineer, and the vehicle detected/not detected should be verified with the vehicle mimic present and also with the vehicle mimic not present, to ensure no false positive or negative results.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61980-3:2022

Annex A (normative)

Circular reference EVPC

A.1 Circular reference EVPCs for MF-WPT1

A.1.1 General

Clause A.1 describes reference EVPCs for MF-WPT1, Z classes Z1, Z2 and Z3. The reference SPCs specified in ISO 19363:2020, Annex A and Annex B, in combination with the reference EVPCs specified in Clause A.1 fulfil the power transfer performance requirements described in Clause 7.

The centre alignment point for the MF-WPT1 reference secondary devices described in Clause A.1 is 0 mm in X- direction and 0 mm in Y- direction with respect to the geometric centre of the secondary device when paired with the primary devices specified in ISO 19363:2020, Annex A and Annex B.

The rated output power of MF-WPT1 reference EVPCs is 3,7 kW.

A.1.2 MF-WPT1/Z1 reference EVPC

A.1.2.1 General

The Z1 class reference EVPC covers the ground clearance range of 100 mm to 150 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPCs specified in ISO 19363:2020, Annex A and Annex B.

A.1.2.2 Mechanical

Figure A.1 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 reference secondary device.

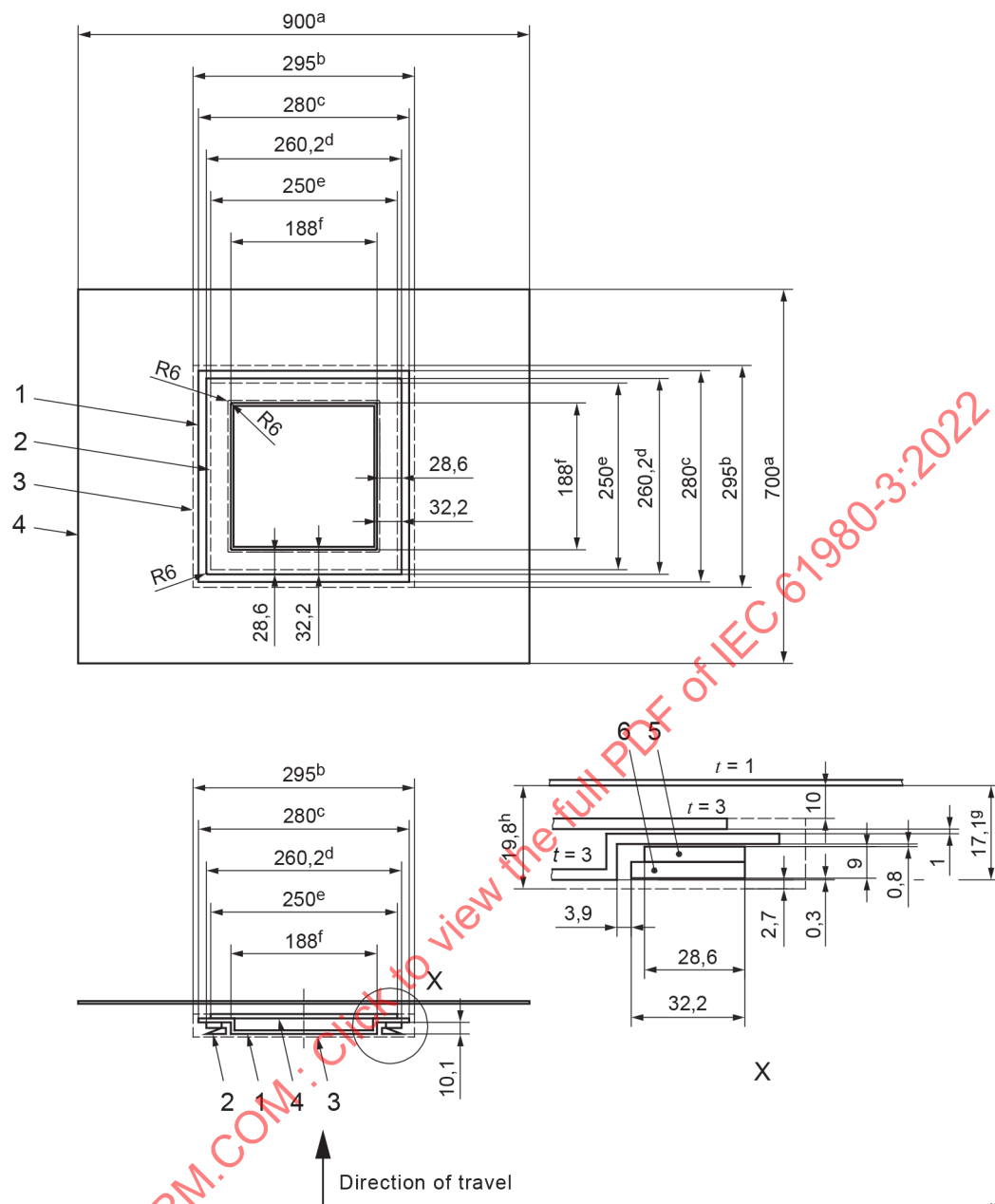
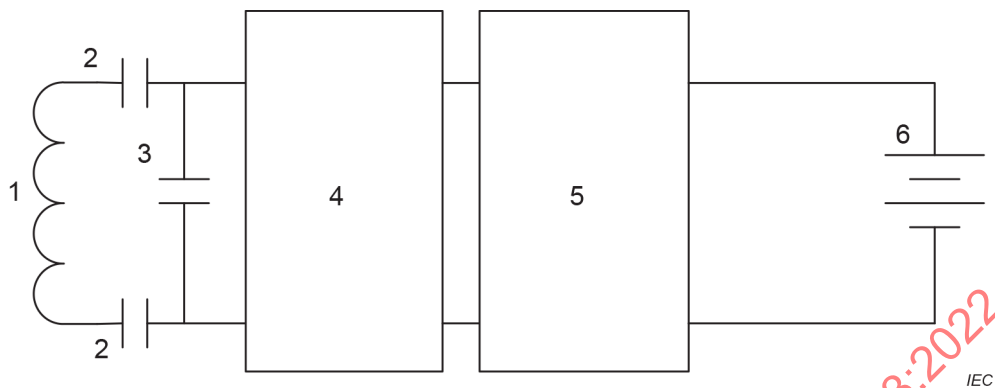


Figure A.1 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 reference secondary device

A.1.2.3 Electrical

Figure A.2 shows the schematic of the power electronics for the MF-WPT1/Z1 reference EVPC.



Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 Not used
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

Figure A.2 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1/Z1 reference EVPC

Table A.1 shows the values of the circuit elements shown in Figure A.2.

Table A.1 – Values of circuit elements for Figure A.2

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF
214	232	32,6

An impedance compensation circuit for Figure A.2 is shown in Figure A.3.

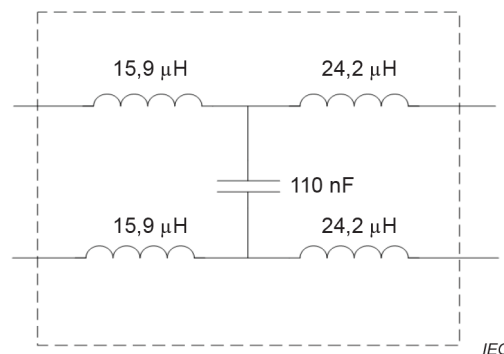


Figure A.3 – Impedance compensation circuit

An example of a rectifier for Figure A.2 is shown in Figure A.4.

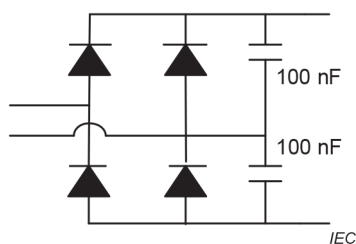


Figure A.4 – Example of a rectifier circuit

The coupling factor and maximum current of MF-WPT1/Z1 reference EVPC when used in combination with the reference SPC as specified in ISO 19363:2020, Annex A, is given in Table A.2.

The values in Table A.2 result with an aluminium shield equal to 700 mm (X-direction) × 900 mm (Y-direction).

Table A.2 – Range of coupling factors

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,100	0,249	17 A RMS

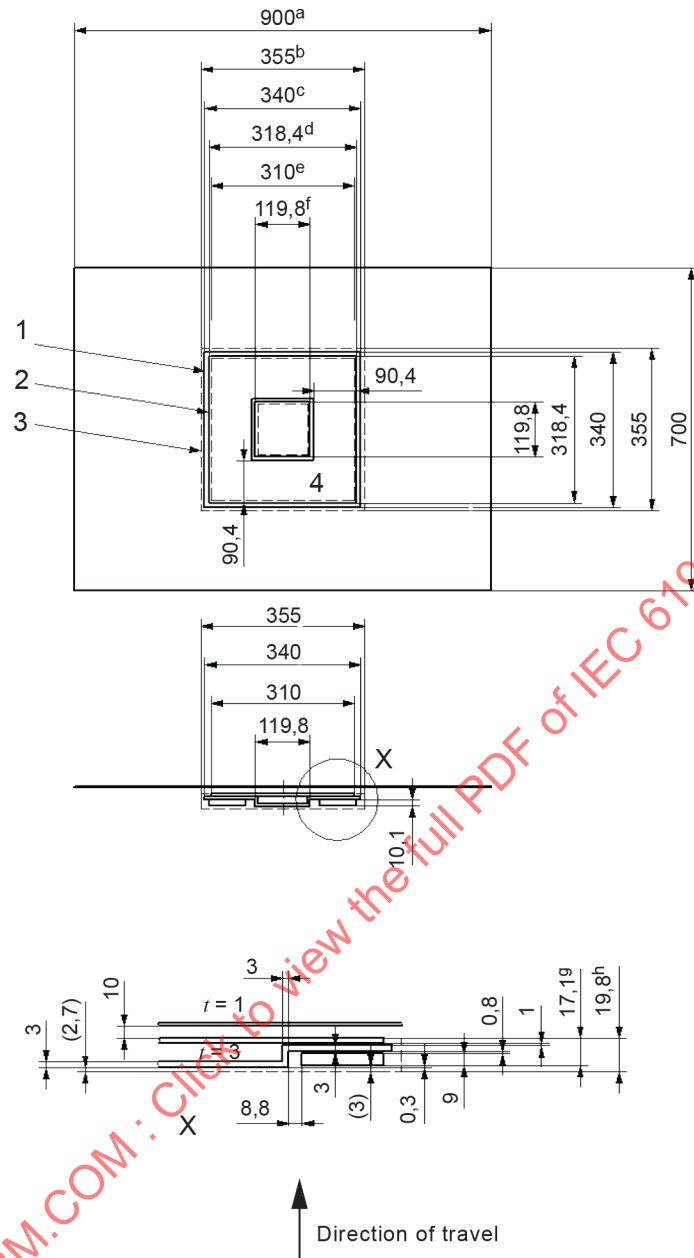
A.1.3 MF-WPT1/Z2 reference EVPC

A.1.3.1 General

The Z2 class reference EVPC covers the ground clearance range of 140 mm to 210 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPCs specified in ISO 19363:2020, Annex A and Annex B.

A.1.3.2 Mechanical

Figure A.5 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 reference secondary device.



IEC

Key

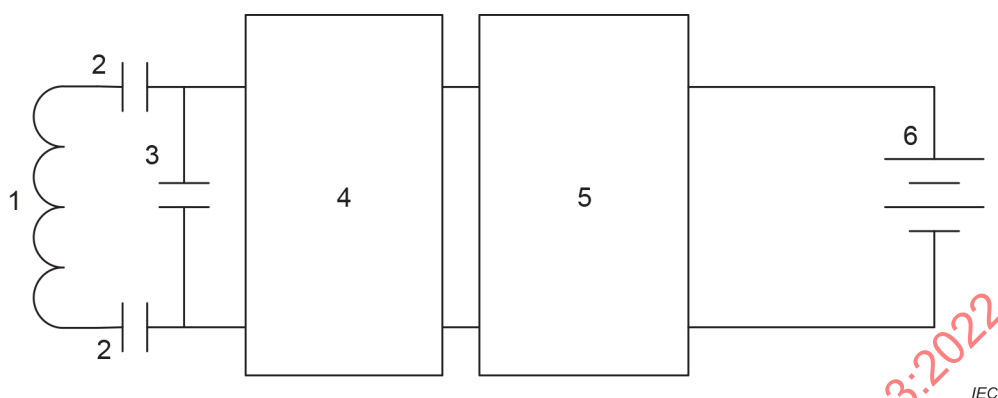
- 1 ferrite
- 2 coil
- 3 outer case (for reference)
- 4 20 turns

- a aluminium shield dimension
- b outer case dimension
- c outer core dimension
- d coil dimension
- e shielding dimension
- f inner core dimension
- g core to shielding distance
- h assy dimension

Figure A.5 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 reference secondary device

A.1.3.3 Electrical

Figure A.6 shows the schematic of the power electronics for the MF-WPT1/Z2 reference EVPC.



Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 Not used
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

Figure A.6 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 reference EVPC

Table A.3 shows the values of the circuit elements shown in Figure A.6.

Table A.3 – Values of circuit elements for Figure A.6

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF
207	214	33,8

An impedance compensation circuit for Figure A.6 is shown in Figure A.7.

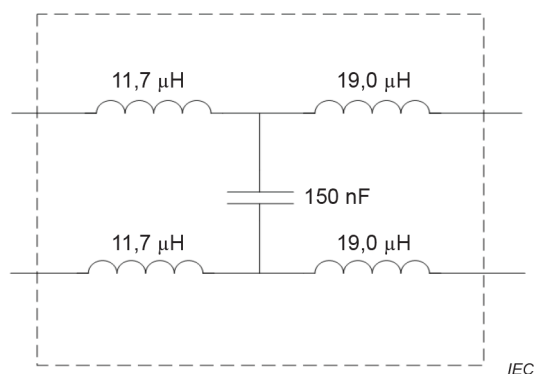


Figure A.7 – Impedance compensation circuit

An example of a rectifier for Figure A.6 is shown in Figure A.8.

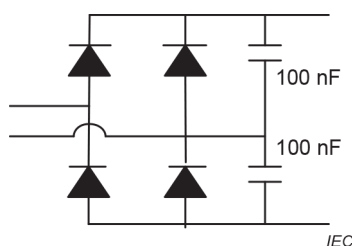


Figure A.8 – Example of a rectifier circuit

The coupling factor and maximum current of MF-WPT1/Z2 reference EVPC when used in combination with the reference SPC as specified in ISO 19363:2020, Annex A, is given in Table A.4.

The values in Table A.4 result with an aluminium shield equal to 700 mm (X-direction) × 900 mm (Y-direction).

Table A.4 – Range of coupling factors

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,085	0,221	18 A RMS

A.1.4 MF-WPT1/Z3 reference EVPC

A.1.4.1 General

The Z3 class reference EVPC covers the ground clearance range of 170 mm to 250 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPCs specified in ISO 19363:2020, Annex A and Annex B.

A.1.4.2 Mechanical

Figure A.9 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z3 reference secondary device.

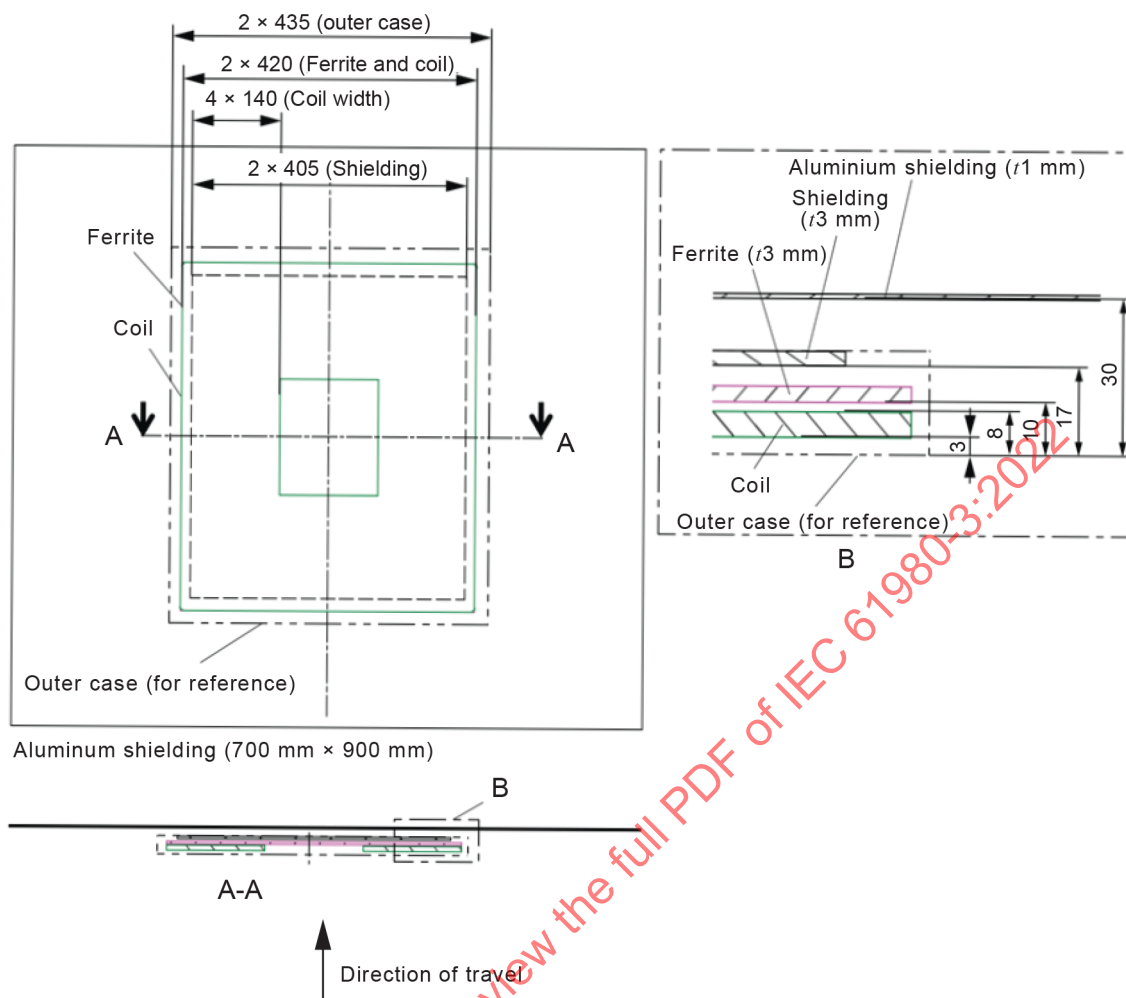
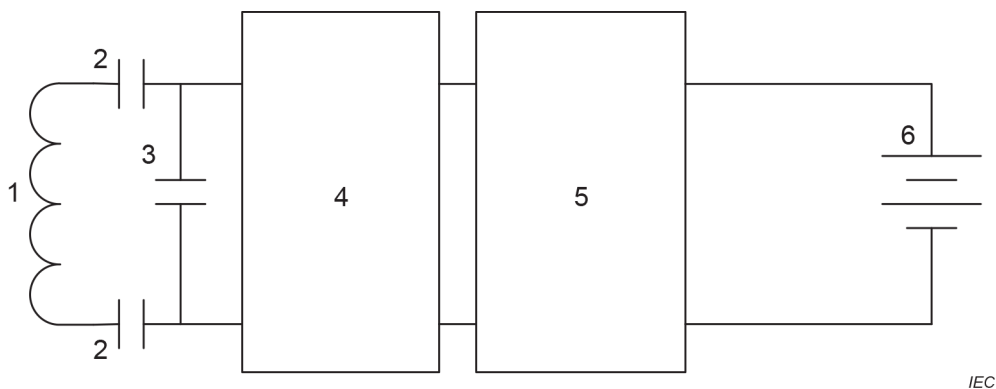


Figure A.9 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z3 reference secondary device

A.1.4.3 Electrical

Figure A.10 shows the schematic of the power electronics for the MF-WPT1/Z3 reference EVPC.



IEC

Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 not used
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

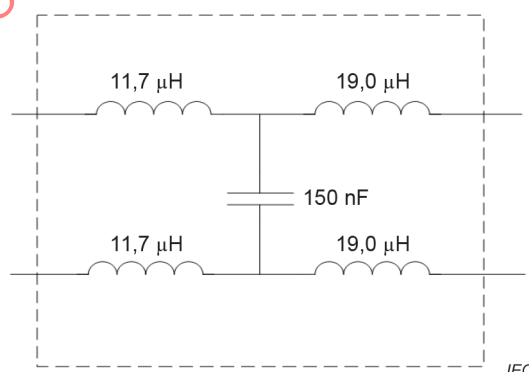
Figure A.10 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1/Z3 reference EVPC

Table A.5 shows the values of the circuit elements shown in Figure A.10.

Table A.5 – Values of circuit elements for Figure A.10

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)
198	203	33,8

An impedance compensation circuit for Figure A.10 is shown in Figure A.11.



IEC

Figure A.11 – Impedance compensation circuit

An example of a rectifier for Figure A.10 is shown in Figure A.12.

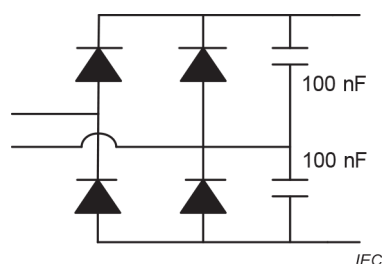


Figure A.12 – Example of a rectifier circuit

The coupling factor and maximum current of MF-WPT1/Z3 reference EVPC when used in combination with the reference SPC as specified in ISO 19363:2020, Annex A, is given in Table A.6.

The values in Table A.6 result with an aluminium shield equal to 700 mm (X-direction) × 900 mm (Y-direction).

Table A.6 – Range of coupling factors

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,084	0,243	18 A RMS

A.2 Circular reference EVPCs for MF-WPT1/MF-WPT2

A.2.1 General

Clause A.2 describes reference EVPCs for both MF-WPT1 and MF-WPT2 Z classes Z1, Z2 and Z3. These reference EVPCs will fulfil the power transfer performance requirements for both MF-WPT1 and MF-WPT2 described in Clause 7 when used in combination with the reference SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

The centre alignment point for the MF-WPT1/MF-WPT2 reference secondary devices described in Clause A.2 is 0 mm in X- direction and 0 mm in Y- direction with respect to the geometric centre of the secondary device when paired with the primary devices specified in ISO 19363:2020, Annex B.

When used as an MF-WPT1 reference EVPC, the rated output power is 3,7 kW.

When used as an MF-WPT2 reference EVPC, the rated output power is 7,7 kW.

The reference EVPCs specified in Clause A.2 will perform over the system frequency range of 79,00 kHz to 90,00 kHz, with a nominal operating frequency of 85,00 kHz.

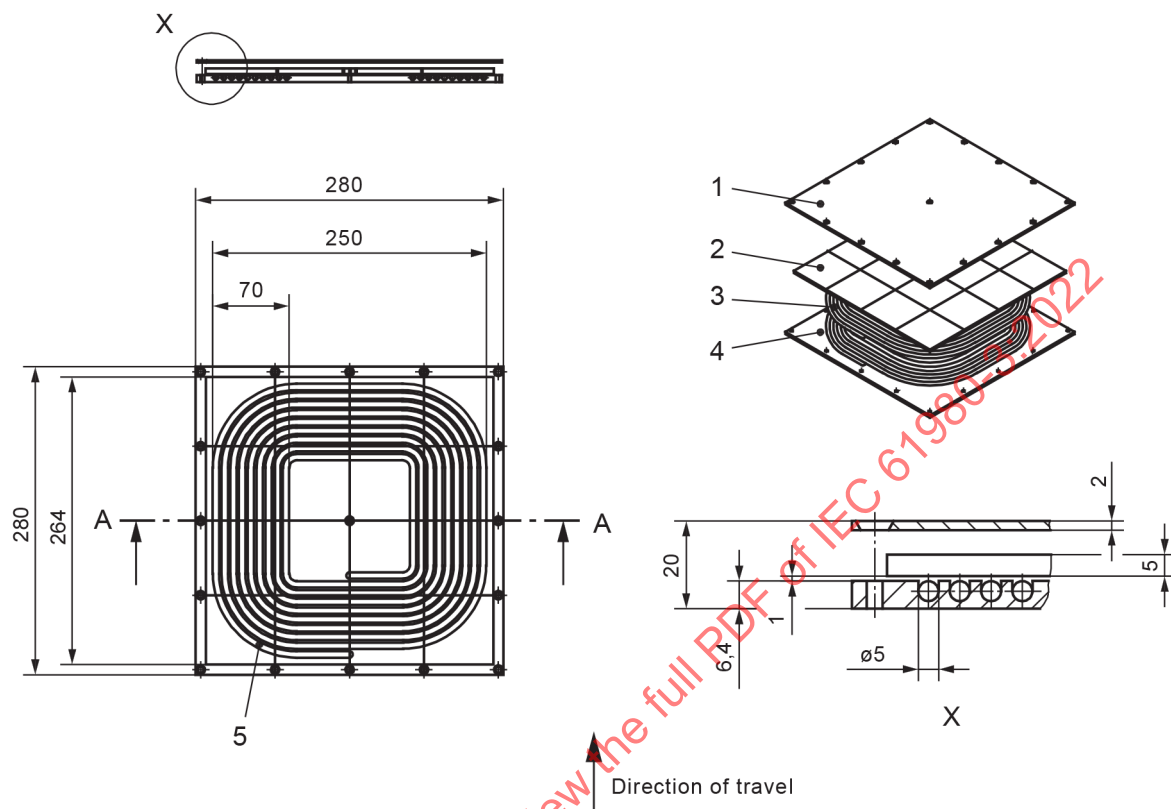
A.2.2 MF-WPT1/MF-WPT2 -Z1 reference EVPC

A.2.2.1 General

The Z1 class reference EVPC covers the ground clearance range of 100 mm to 150 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.2.2.2 Mechanical

Figure A.13 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/MF-WPT2 Z1 reference secondary device.



IEC

Key

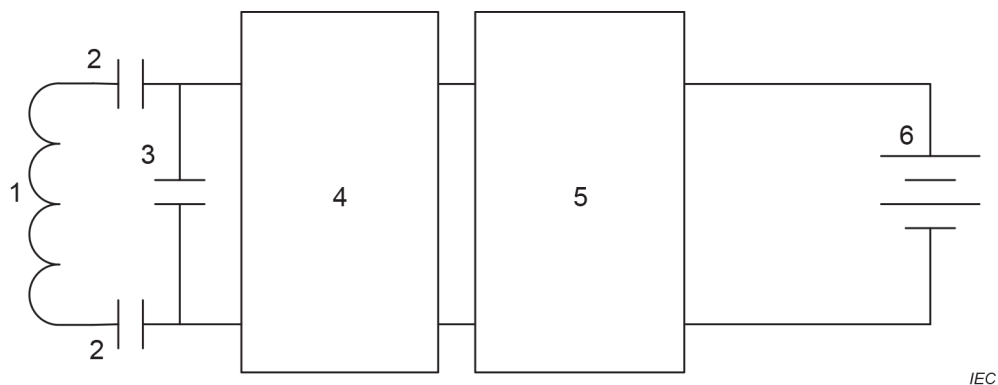
- 1 aluminium plate
- 2 ferrite tiles
- 3 litz wire
- 4 litz tray
- 5 ten turns

Figure A.13 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (not shown in Figure A.13).

A.2.2.3 Electrical

Figure A.14 shows the schematic of the EV power electronics for MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference EVPC.



IEC

Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

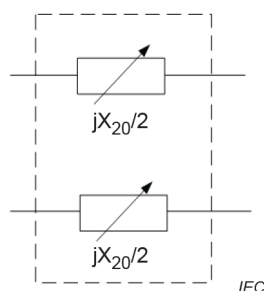
Figure A.14 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference EVPC

Table A.7 shows the values of the circuit elements shown in Figure A.14.

Table A.7 – Values of circuit elements for Figure A.14

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
37,2	38,7	290	170

An example of an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.14 is shown in Figure A.15.



IEC

Figure A.15 – Example of an impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the range of the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.8.

Table A.8 – Values of variable reactances

Operating frequency 81,38 kHz	Operating frequency 85,00 kHz	Operating frequency 90,00 kHz
–10 Ω to 4 Ω	–8 Ω to 5 Ω	–6 Ω to 6,5 Ω

An example of a rectifier circuit for Figure A.14 is shown in Figure A.16.

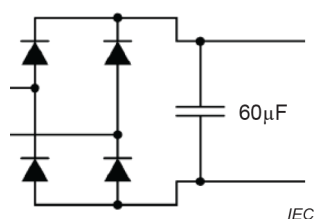


Figure A.16 – Example of a rectifier circuit

The coupling factor and coil current of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1 reference secondary device when used in combination with the reference primary device specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.9. The values in Table A.9 result with an aluminium shield equal to 800 mm × 800 mm × 1 mm.

Table A.9 – Coupling factors and coil current MF-WPT1 and MF-WPT2 Z1

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,109	0,238	50 A (RMS)

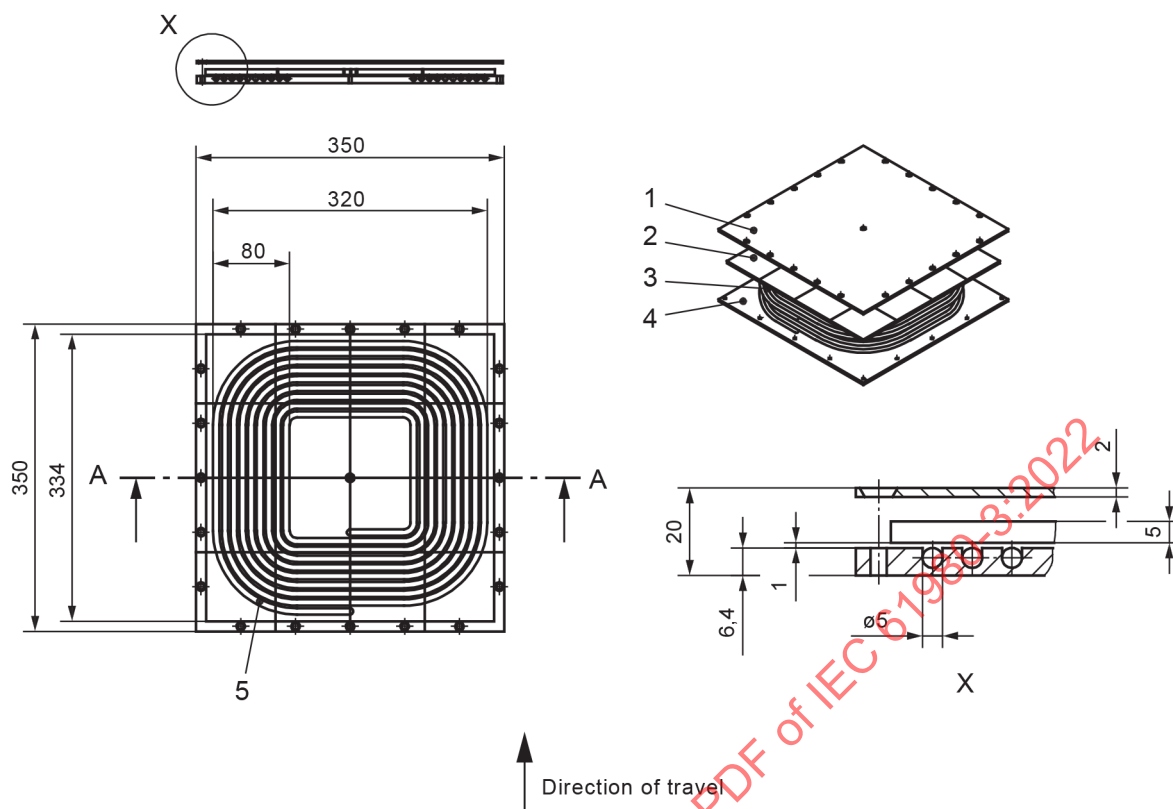
A.2.3 MF-WPT1/MF-WPT2 -Z2 reference EVPC

A.2.3.1 General

The Z2 class reference EVPC covers the ground clearance range of 140 mm to 210 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.2.3.2 Mechanical

Figure A.17 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference secondary device.



IEC

Key

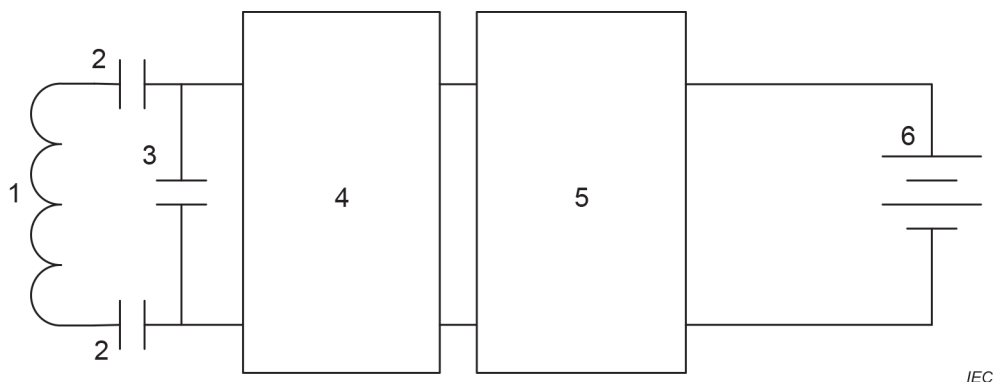
- 1 aluminium plate
- 2 ferrite tiles
- 3 litz wire
- 4 litz tray
- 5 nine turns

Figure A.17 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (not shown in Figure A.17).

A.2.3.3 Electrical

Figure A.18 shows the schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference EVPC.



IEC

Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

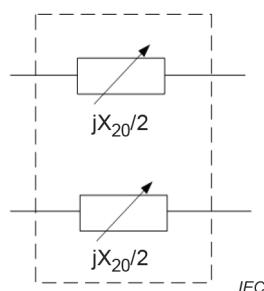
Figure A.18 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference EVPC

Table A.10 shows the values of the circuit elements shown in Table A.18.

Table A.10 – Values of circuit elements for Figure A.18

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF	C_Parallel nF
43,1	44,0	250	170

An example of an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.18 is shown in Figure A.19.



IEC

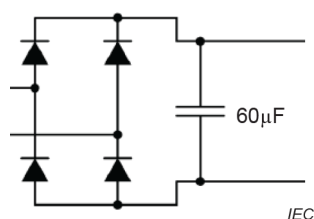
Figure A.19 – Example of impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the range of the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.11.

Table A.11 – Values of variable reactances

Operating frequency 81,38 kHz	Operating frequency 85,00 kHz	Operating frequency 90,00 kHz
–8 Ω to 6 Ω	–6 Ω to +7 Ω	–4 Ω to 8,5 Ω

An example of a rectifier circuit for Figure A.18 is shown in Figure A.20.

**Figure A.20 – Example of a rectifier circuit**

The coupling factor and coil current of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2 reference secondary devices when used in combination with the reference SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.12. The values in Table A.12 result with an aluminium shield equal to 800 mm × 800 mm × 1 mm.

Table A.12 – Coupling factors and coil current MF-WPT1 and MF-WPT2 Z2

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,090	0,221	50 A (RMS)

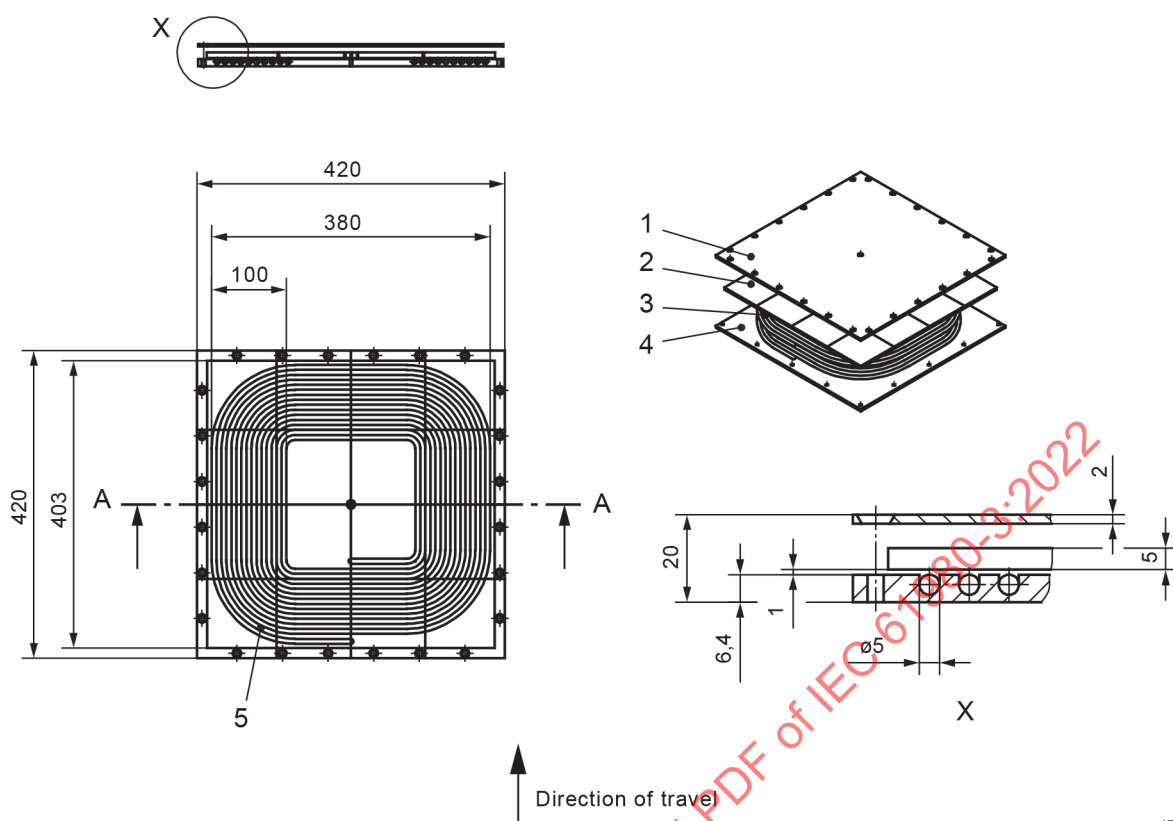
A.2.4 MF-WPT1/MF-WPT2 -Z3 reference EVPC

A.2.4.1 General

The Z3 class EVPC covers the ground clearance range of 170 mm to 250 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.2.4.2 Mechanical

Figure A.21 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference secondary device.



Key

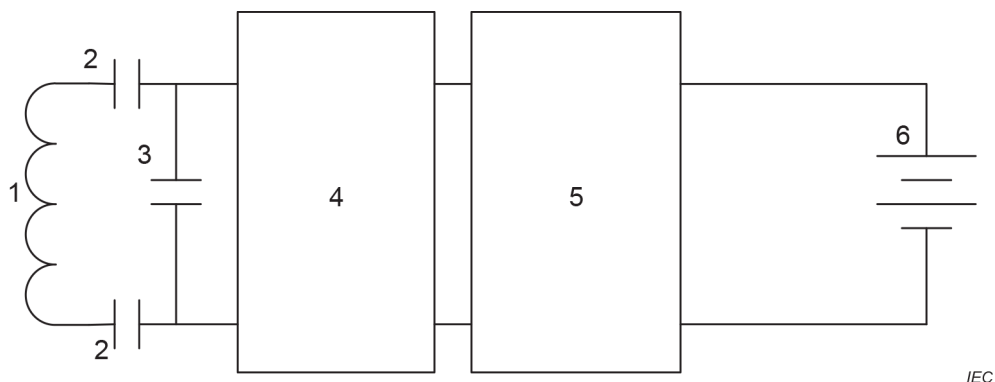
- 1 aluminium plate
- 2 ferrite tiles
- 3 litz wire
- 4 litz tray
- 5 eight turns

Figure A.21 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (not shown in Figure A.21).

A.2.4.3 Electrical

Figure A.22 shows the schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference EVPC.



IEC

Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

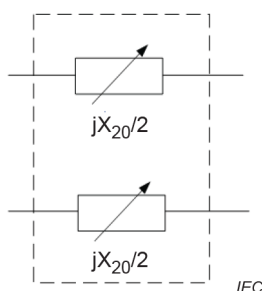
Figure A.22 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT1 and MF-WPT2 reference EVPC

Table A.13 shows the values of the circuit elements shown in Figure A.22.

Table A.13 – Values of circuit elements for Figure A.22

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
39,3	40,0	310	170

An example of an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.22 is shown in Figure A.23.



IEC

Figure A.23 – Example of impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the range of the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.14.

Table A.14 – Values of variable reactances

Operating frequency 81,38 kHz	Operating frequency 85,00 kHz	Operating frequency 90,00 kHz
–10 Ω to 4 Ω	–8 Ω to 5 Ω	–6 Ω to 6,5 Ω

An example of a rectifier circuit for Figure A.22 is shown in Figure A.24.

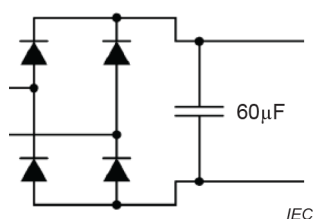


Figure A.24 – Example of a rectifier circuit

The coupling factor and coil current of the MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3 reference EVPC when used in combination with the reference SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.15. The values in Table A.15 result with an aluminium shield equal to 800 mm × 800 mm × 1 mm.

Table A.15 – Coupling factors and coil current MF-WPT1 and MF-WPT2 Z3

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,087	0,229	50 A (RMS)

A.3 Circular reference EVPCs for MF-WPT3

A.3.1 General

Clause A.3 describes reference EVPC proposals for MF-WPT3 Z classes Z1, Z2 and Z3. The reference SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B, in combination with the reference EVPCs specified in Clause A.3 fulfil the performance requirements described in Clause 7.

The centre alignment point for the MF-WPT3 reference secondary devices described in Clause A.3 is 0 mm in X-direction and 0 mm in Y-direction with respect to the geometric centre of the secondary device when paired with the primary devices specified in ISO 19363:2020, Annex B.

The rated output power of MF-WPT3 reference EVPCs is 11,1 kW.

The reference EVPCs specified in Clause A.3 will perform over the system frequency range of 79,00 kHz to 90,00 kHz, with a nominal operating frequency of 85,00 kHz.

A.3.2 MF-WPT3/Z1 reference EVPC

A.3.2.1 General

The Z1 class EVPC covers the ground clearance range of 100 mm to 150 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.3.2.2 Mechanical

Figure A.25 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 reference secondary device.

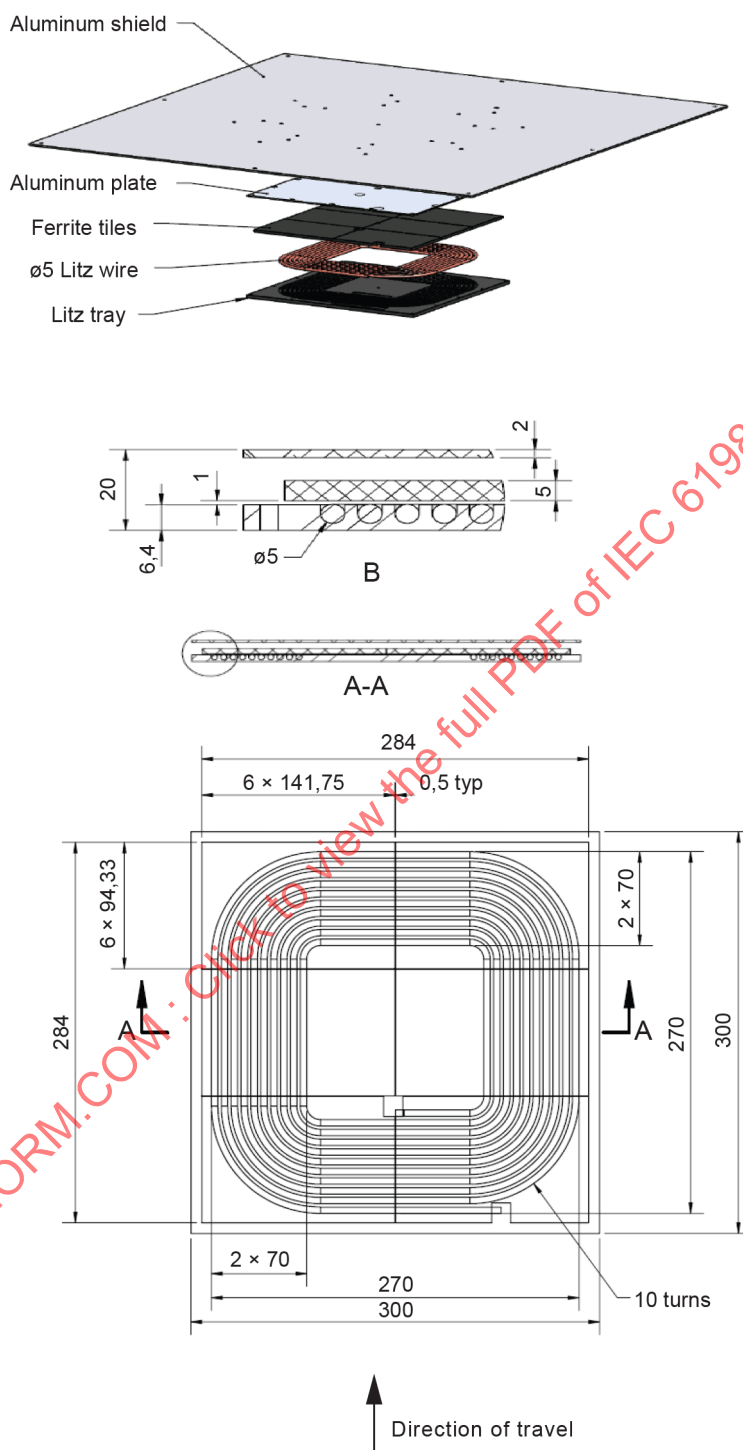
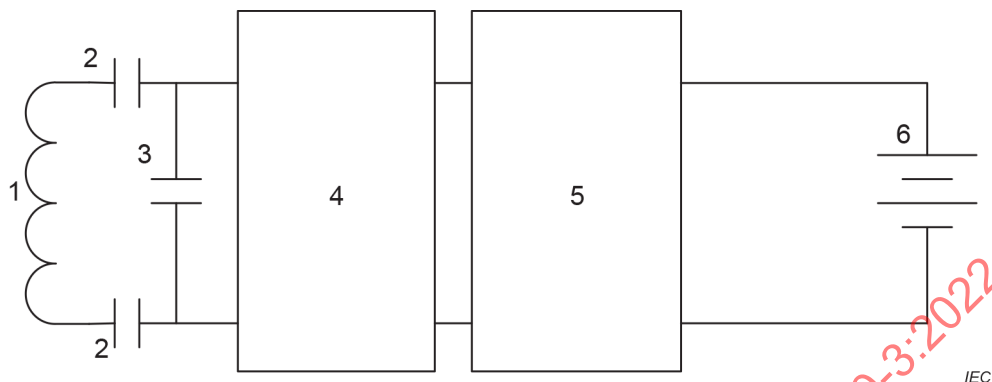


Figure A.25 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT3/Z1 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (shown in Figure A.25).

A.3.2.3 Electrical

Figure A.26 shows the schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3/Z1 reference EVPC.



Key

- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

Figure A.26 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3 reference EVPC

Table A.16 – Values of circuit elements for Figure A.26

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
45,0	47,0	223	143

An example for an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.26 is shown in Figure A.27.

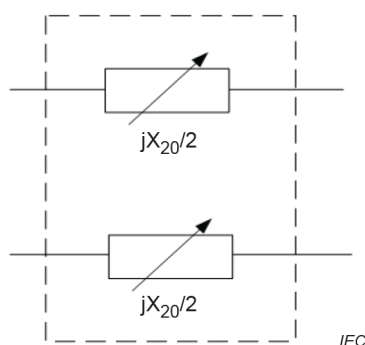


Figure A.27 – Example for impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.17.

Table A.17 – Values of variable reactances

Operation frequency 81,38 kHz	Operation frequency 85,00 kHz	Operation frequency 90,00 kHz
–15,5 Ω to 0 Ω	–15 Ω to 0 Ω	–14 Ω to 0 Ω

An example of an output filter and rectifier circuit for Figure A.26 is shown in Figure A.28.

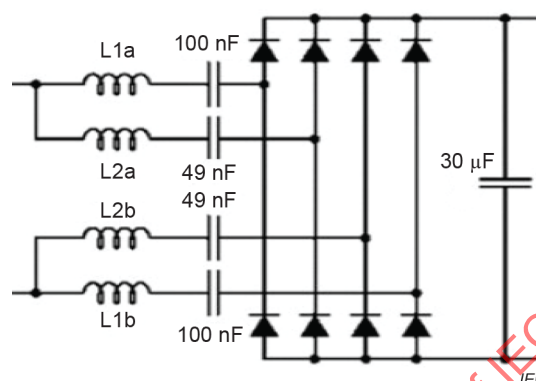
**Figure A.28 – Example for an output filter and rectifier**

Table A.18 shows the values for L1a, L2a, L2b and L1b for Figure A.28.

Table A.18 – Inductance values for Figure A.28

L1a, L1b	L2a, L2b
54 μ H	54 μ H

The coupling factors and maximum coil current of the MF-WPT3/Z1 reference secondary device when used in combination with the reference primary device specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.19. The values in Table A.19 result with an aluminium shield equal to 800 mm $\times$ 800 mm $\times$ 1 mm.

Table A.19 – Coupling factors and coil current MF-WPT3/Z1

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,119	0,246	60 A (RMS)

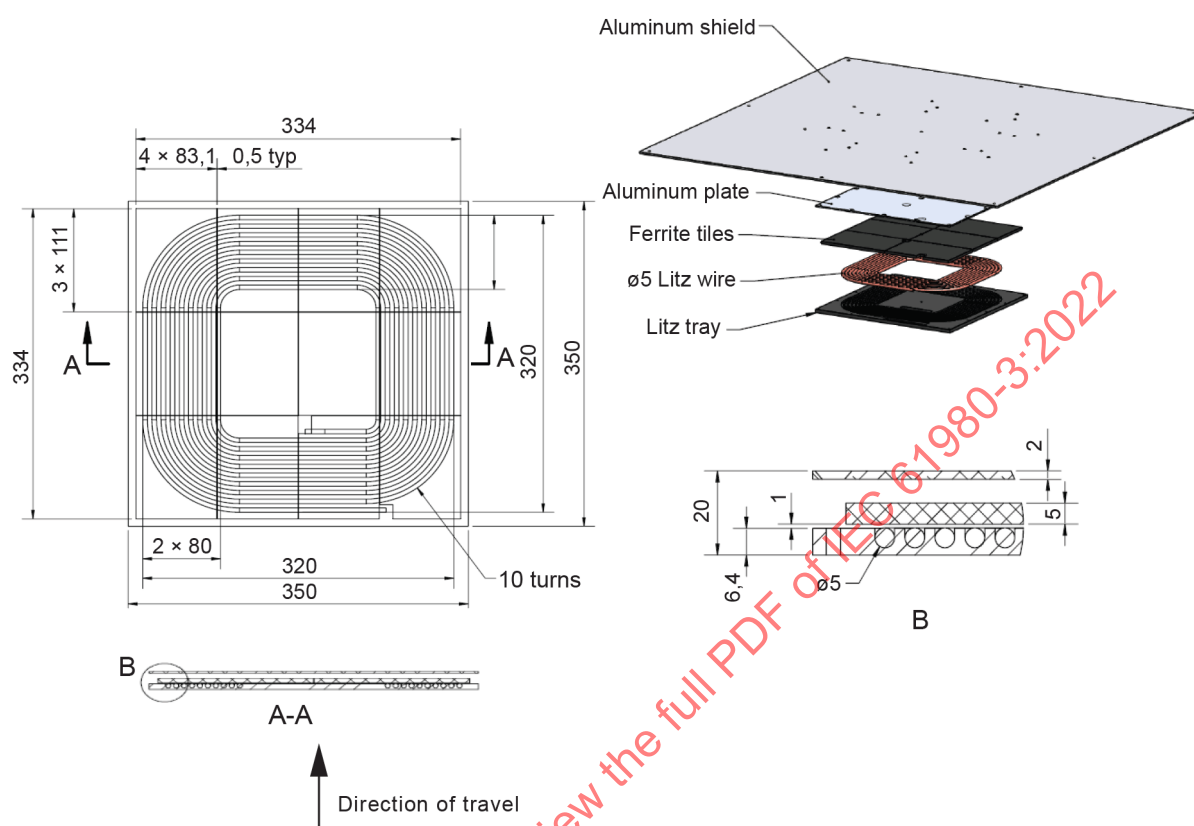
A.3.3 MF-WPT3/Z2 reference EVPC

A.3.3.1 General

The Z2 class reference EVPC covers the ground clearance range of 140 mm to 210 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.3.3.2 Mechanical

Figure A.29 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 reference secondary device.



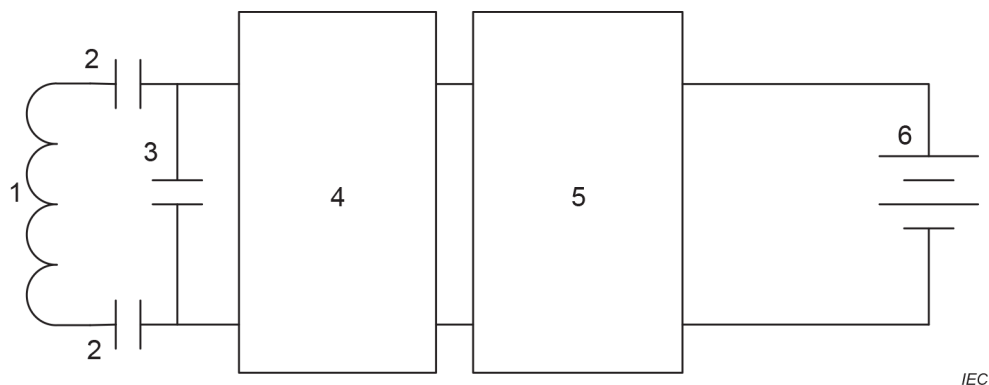
IEC

Figure A.29 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT3/Z2 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (shown in Figure A.29).

A.3.3.3 Electrical

Figure A.30 shows the schematic of the EV power electronics for the reference MF-WPT3/Z2 secondary device.



IEC

Key

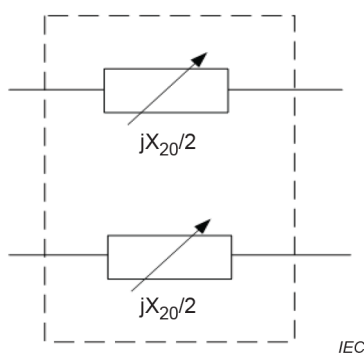
- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

Figure A.30 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3/Z2 reference EVPC

Table A.20 – Values of circuit elements for Figure A.30

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
43,1	44,0	270	145

An example of an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.30 is shown in Figure A.31.



IEC

Figure A.31 – Example for impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.21.

Table A.21 – Values of variable reactances

Z class	Operation Frequency 81,38 kHz	Operation frequency 85,00 kHz	Operation frequency 90,00 kHz
Z2	–15,5 Ω to 0 Ω	–15 Ω to 0 Ω	–14 Ω to 0 Ω

An example of an output filter and rectifier circuit for Figure A.30 is shown in Figure A.32.

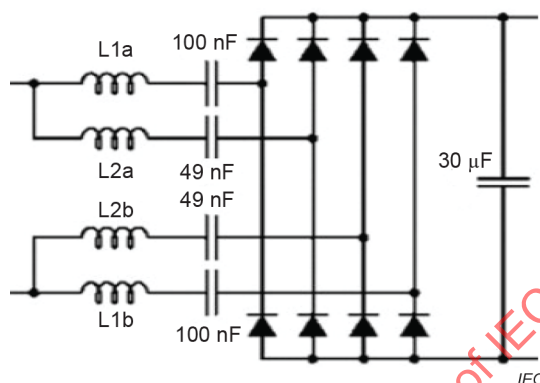
**Figure A.32 – Example of an output filter and rectifier**

Table A.22 shows the values for L1a, L2a, L2b and L1b for Figure A.32.

Table A.22 – Inductance values for Figure A.32

L1a, L1b	L2a, L2b
54 μ H	54 μ H

The coupling factors and maximum coil current of the MF-WPT3/Z2 reference secondary device when used in combination with the reference primary device specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.23. The values in Table A.23 result with an aluminium shield equal to 800 mm $\times$ 800 mm $\times$ 1 mm.

Table A.23 – Coupling factors and coil current MF-WPT3/Z2

Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,090	0,221	72 A (RMS)

A.3.4 MF-WPT3/Z3 reference EVPC

A.3.4.1 General

The Z3 class reference EVPC covers the ground clearance range of 170 mm to 250 mm and can deliver full power at output voltages of 280 VDC to 420 VDC when used with the SPC specified in ISO 19363:2020, Annex B.

A.3.4.2 Mechanical

Figure A.33 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 reference secondary device.

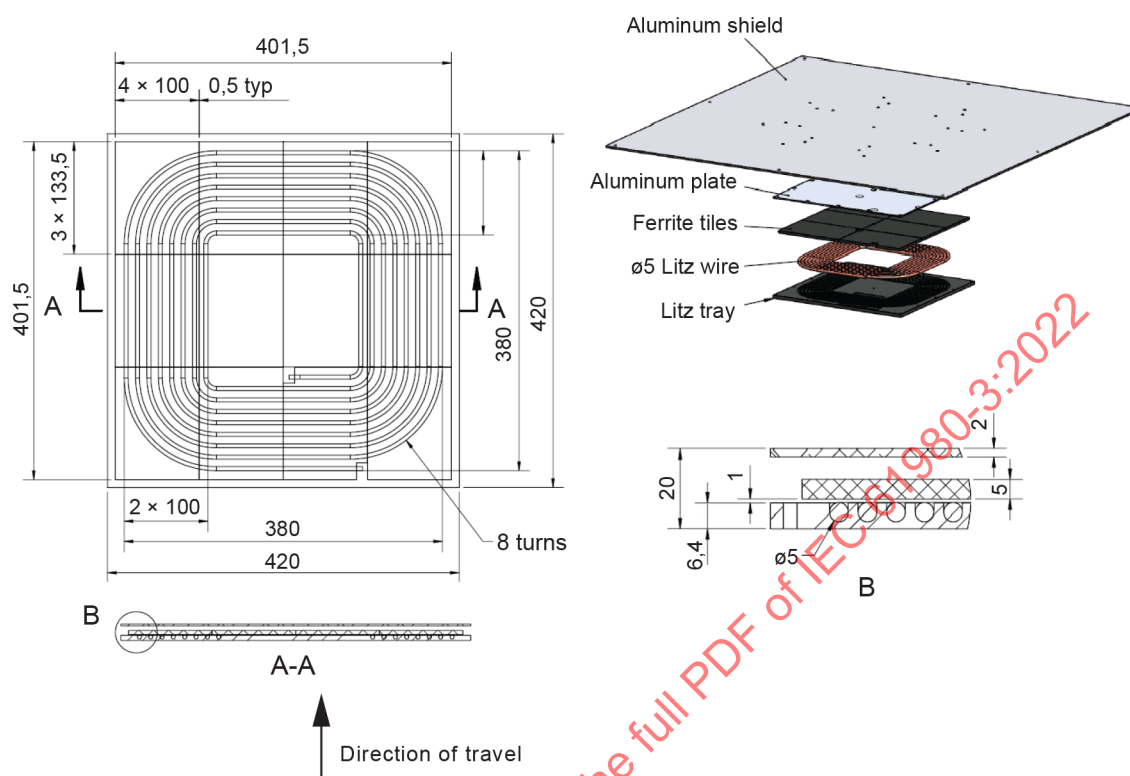
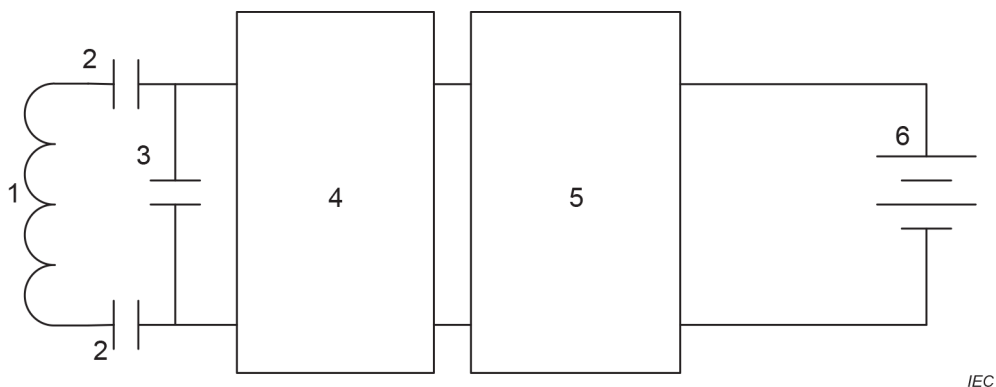


Figure A.33 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 reference secondary device

The mechanical configuration of the MF-WPT3/Z3 reference secondary device includes an aluminium shield 800 mm × 800 mm × 1 mm (shown in Figure A.16).

A.3.4.3 Electrical

Figure A.34 shows the schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3/Z3 reference EVPC.



IEC

Key

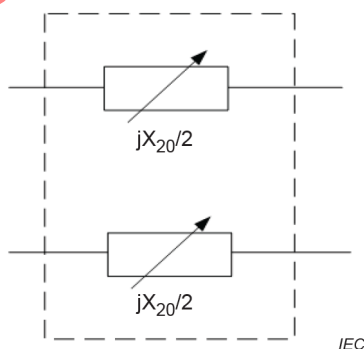
- 1 L2
- 2 C_Reactance (reactance matching capacitance)
- 3 C_Parallel (parallel tuning capacitance)
- 4 impedance compensation
- 5 rectifier
- 6 battery

Figure A.34 – Schematic of the EV power electronics for the MF-WPT3 reference EVPC

Table A.24 – Values of circuit elements for Figure A.17

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
39,3	40,0	325	150

An example of an impedance compensation circuit based on variable reactance for Figure A.34 is shown in Figure A.35.



IEC

Figure A.35 – Example of an impedance compensation circuit using variable reactances

Values for the variable reactances $jX_{20}/2$ are given in Table A.25.

Table A.25 – Values of variable reactances

Operation frequency 81,38 kHz	Operation frequency 85,00 kHz	Operation frequency 90,00 kHz
–15,5 Ω to 0 Ω	–15 Ω to 0 Ω	–14 Ω to 0 Ω

An example of an output filter and rectifier circuit for Figure A.34 is shown in Figure A.36.

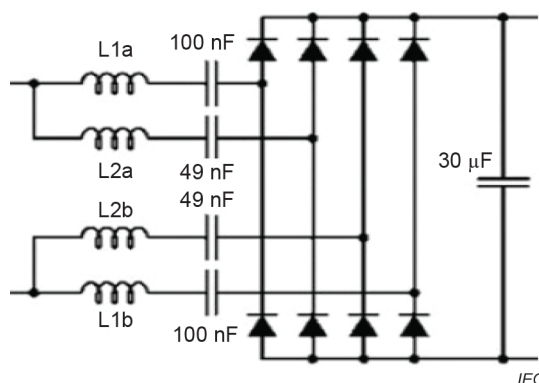


Figure A.36 – Example of an output filter and rectifier

Table A.26 shows the values for L1a, L2a, L2b and L1b for Figure A.36.

Table A.26 – Inductance values for Figure A.36

L1a, L1b	L2a, L2b
54 μ H	54 μ H

The coupling factors and maximum coil current of the MF-WPT3/Z3 reference secondary device when used in combination with the reference primary device specified in ISO 19363:2020, Annex B, is shown in Table A.27. The values in Table A.27 result with an aluminium shield equal to 800 mm $\times$ 800 mm $\times$ 1 mm.

Table A.27 – Coupling factors and coil current MF-WPT3/Z3

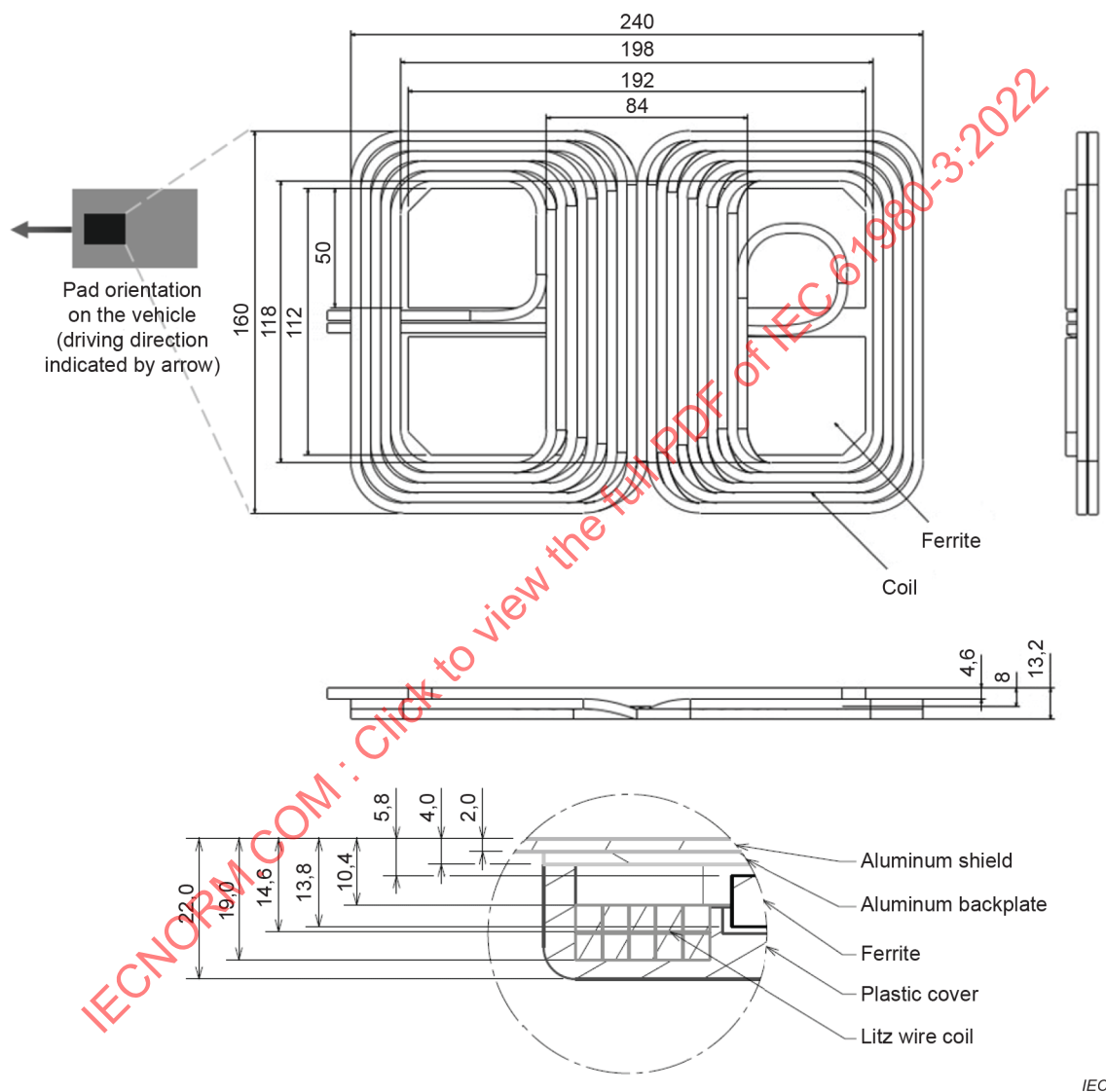
Minimum coupling factor	Maximum coupling factor	Maximum coil current
0,087	0,229	75 A (RMS)

Annex B (informative)

Examples of other secondary devices

B.1 DD secondary device for MF-WPT1/Z1

Figure B.1 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 DD secondary device.



IEC

Figure B.1 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 DD secondary device

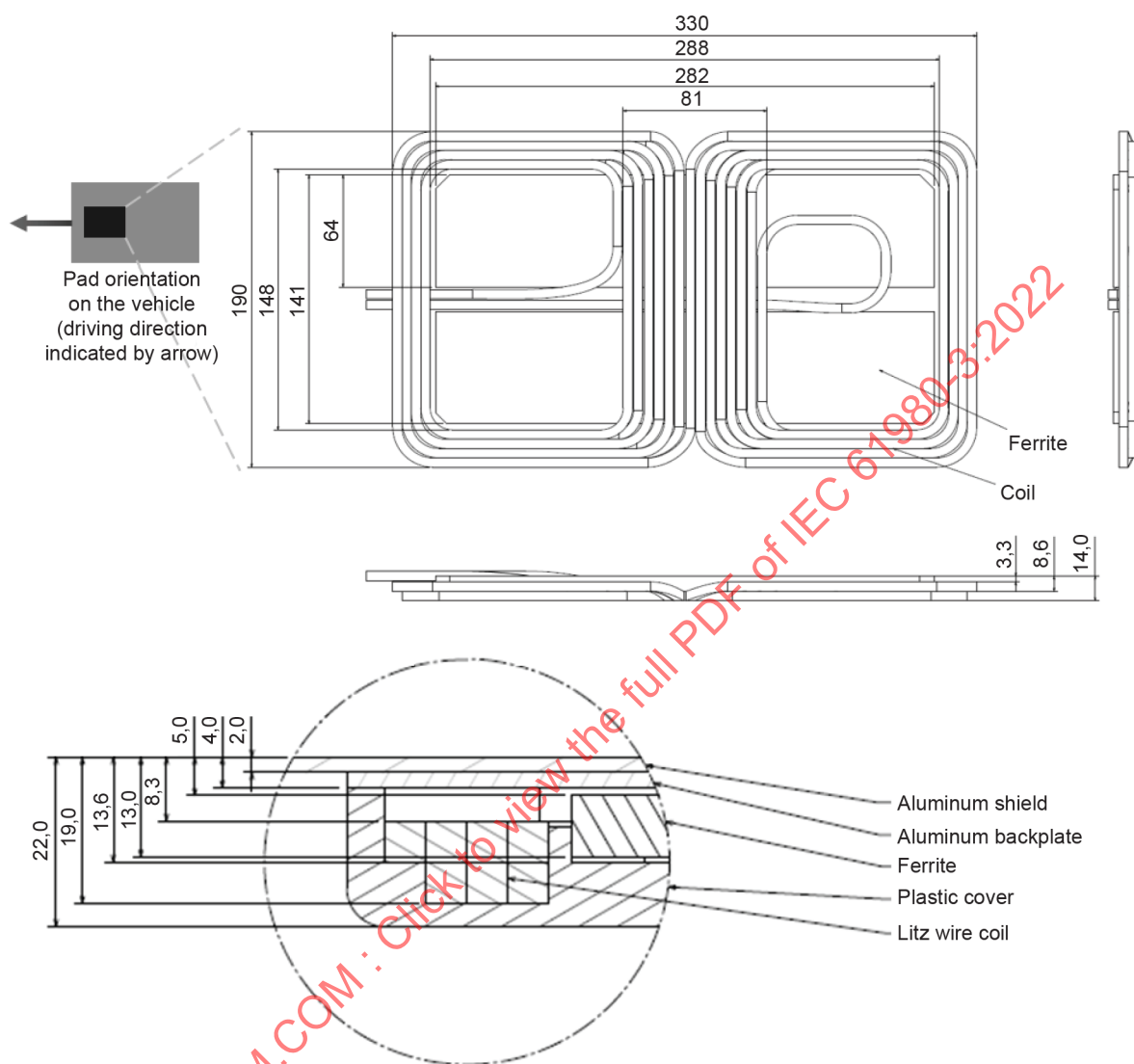
Mechanical dimensions of this device are shown in Table B.1.

Table B.1 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z1 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	240 × 160 × 13,2	250 × 170 × 20

B.2 DD secondary device for MF-WPT1/Z2

Figure B.2 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 DD secondary device.



IEC

Figure B.2 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 DD secondary device

The mechanical dimensions of this secondary are shown in Table B.2.

Table B.2 – Mechanical dimensions of the MF-WPT1/Z2 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	330 × 190 × 14	340 × 200 × 20

B.3 DD secondary device for MF-WPT2/Z1

Figure B.3 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z1 DD secondary device.

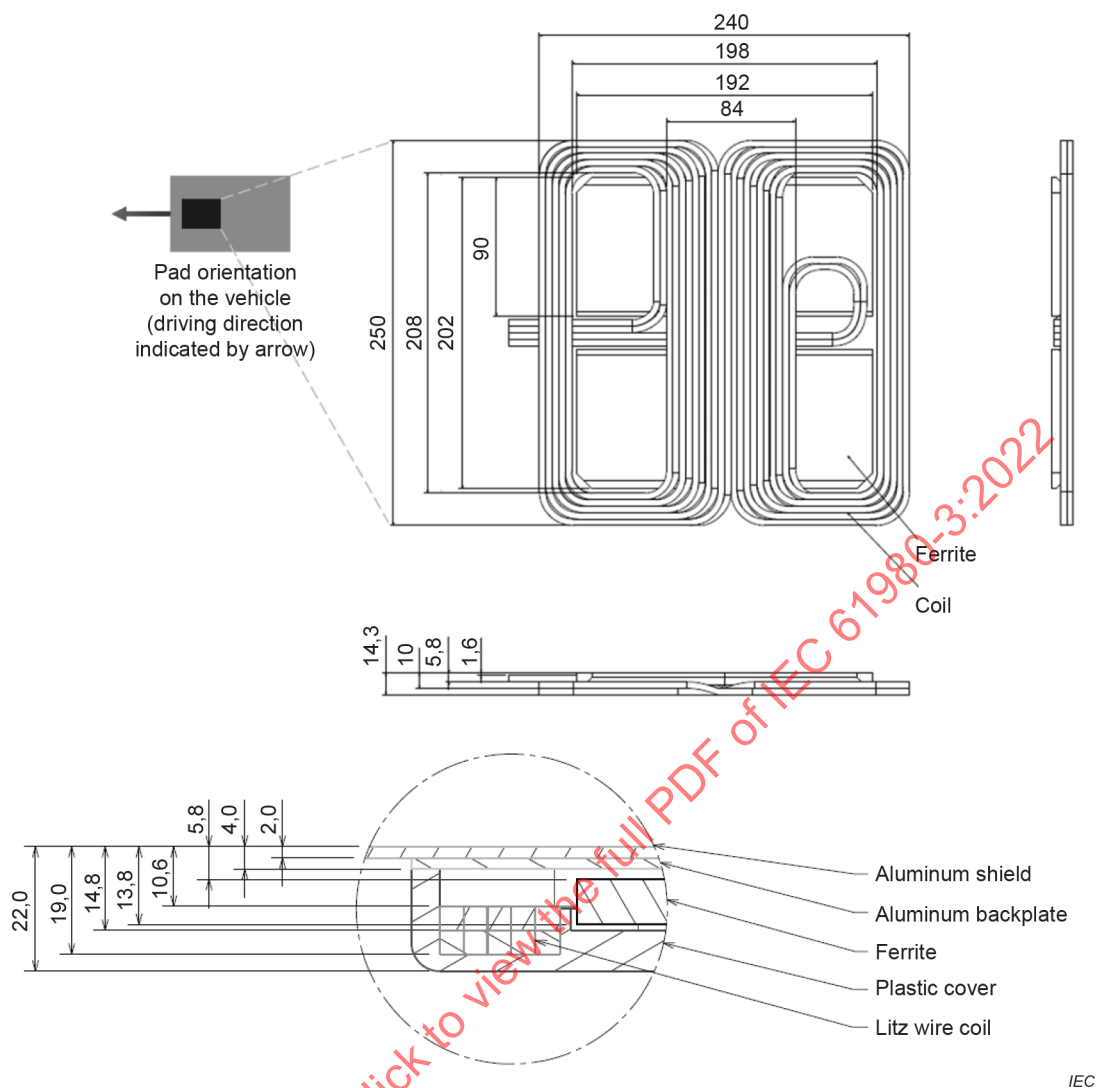


Figure B.3 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z1 DD secondary device

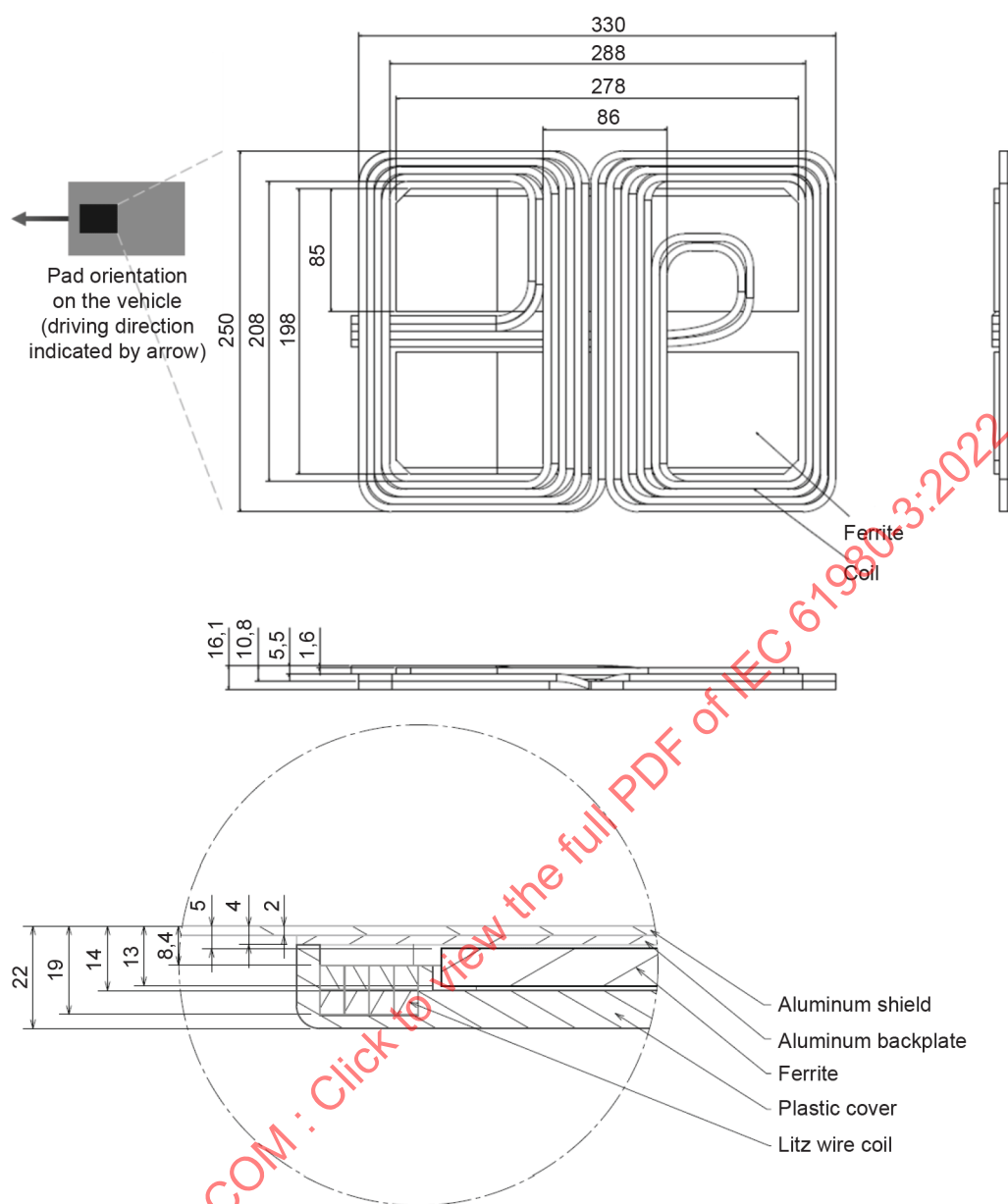
The mechanical dimensions of this secondary device are shown in Table B.3.

Table B.3 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z1 DD reference secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	240 × 250 × 13,3	250 × 260 × 20

B.4 DD secondary device for MF-WPT2/Z2

Figure B.4 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z2 DD secondary device.



IEC

Figure B.4 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z2 DD secondary device

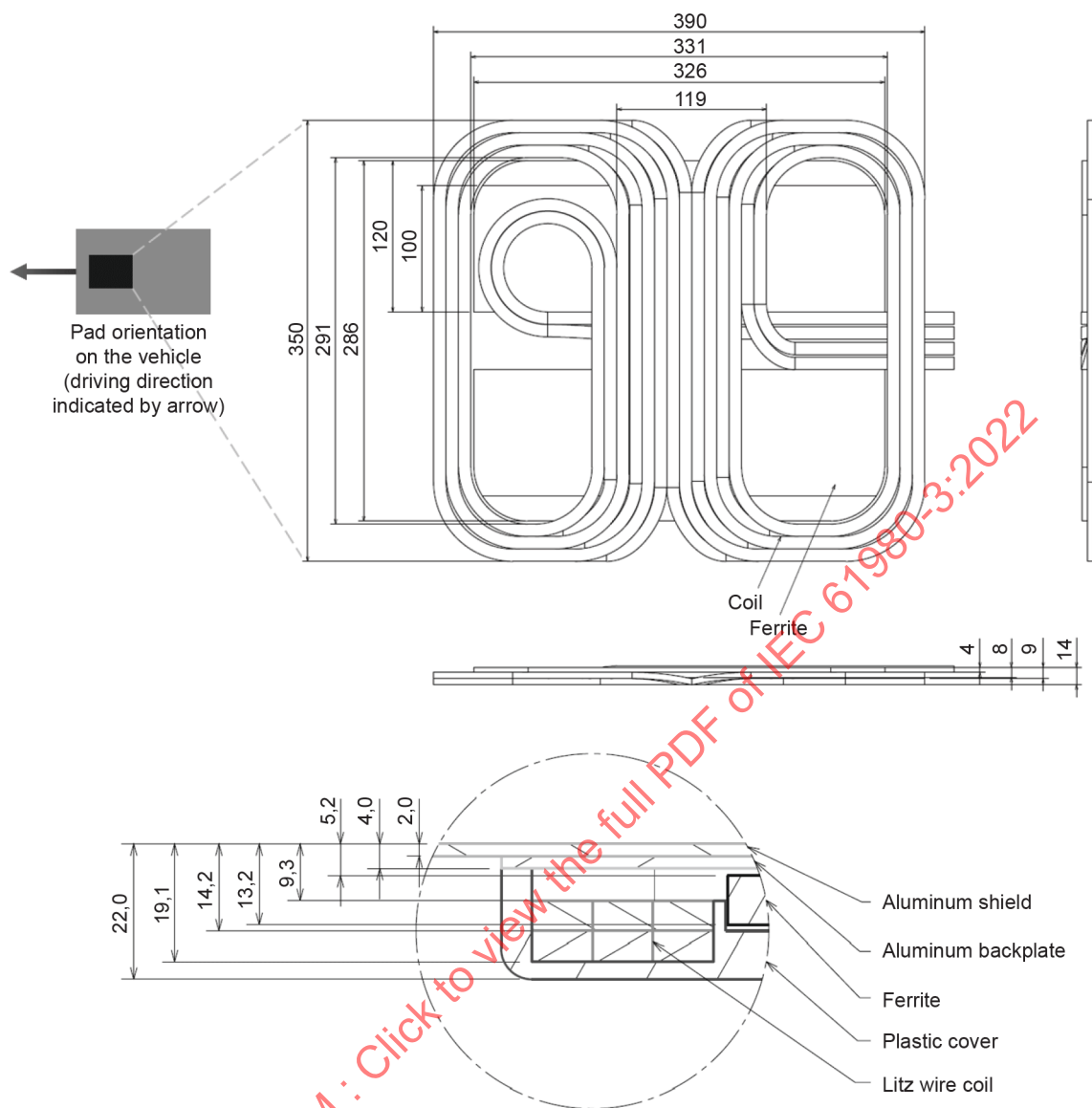
The mechanical dimensions of this secondary device are shown in Table B.4.

Table B.4 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z2 DD reference secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	330 × 250 × 16	340 × 260 × 20

B.5 DD secondary device for MF-WPT2/Z3

Figure B.5 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z3 DD secondary device.



IEC

Figure B.5 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z3 DD secondary device

The mechanical dimensions of this secondary device are shown in Table B.5.

Table B.5 – Mechanical dimensions of the MF-WPT2/Z3 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	390 × 350 × 14	400 × 360 × 20

B.6 DD secondary device for MF-WPT3/Z1

Figure B.6 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 DD reference secondary device.

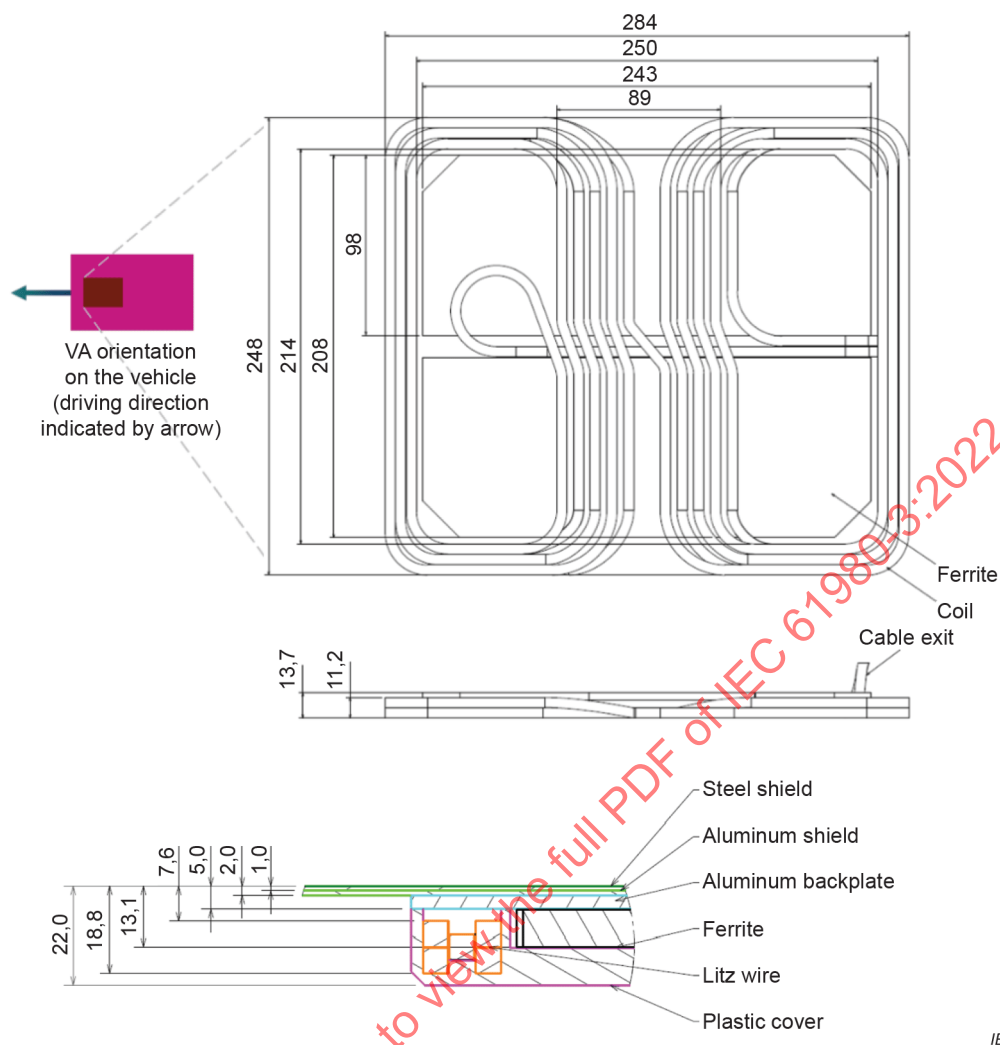


Figure B.6 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 DD secondary device

The mechanical dimensions of this secondary are shown in Table B.6.

Table B.6 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z1 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	284 × 248 × 13,7	302 × 302 × 20

B.7 DD secondary device for MF-WPT3/Z2

Figure B.7 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 DD secondary device.

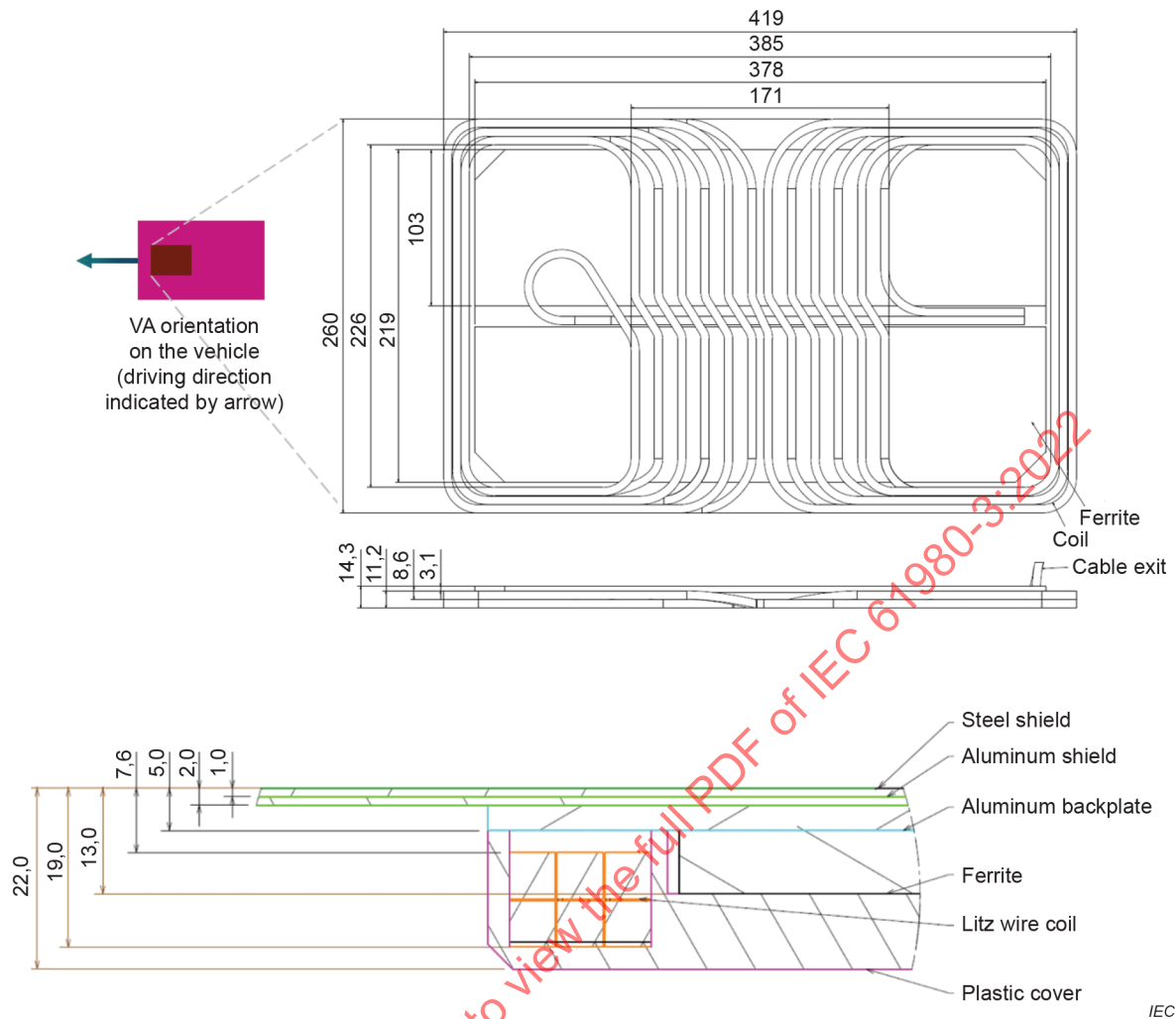


Figure B.7 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 DD secondary device

The mechanical dimensions of this secondary device are shown in Table B.7.

Table B.7 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z2 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	419 × 260 × 14,3	438 × 302 × 20

B.8 DD secondary device for MF-WPT3/Z3

Figure B.8 shows the mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 DD secondary device.

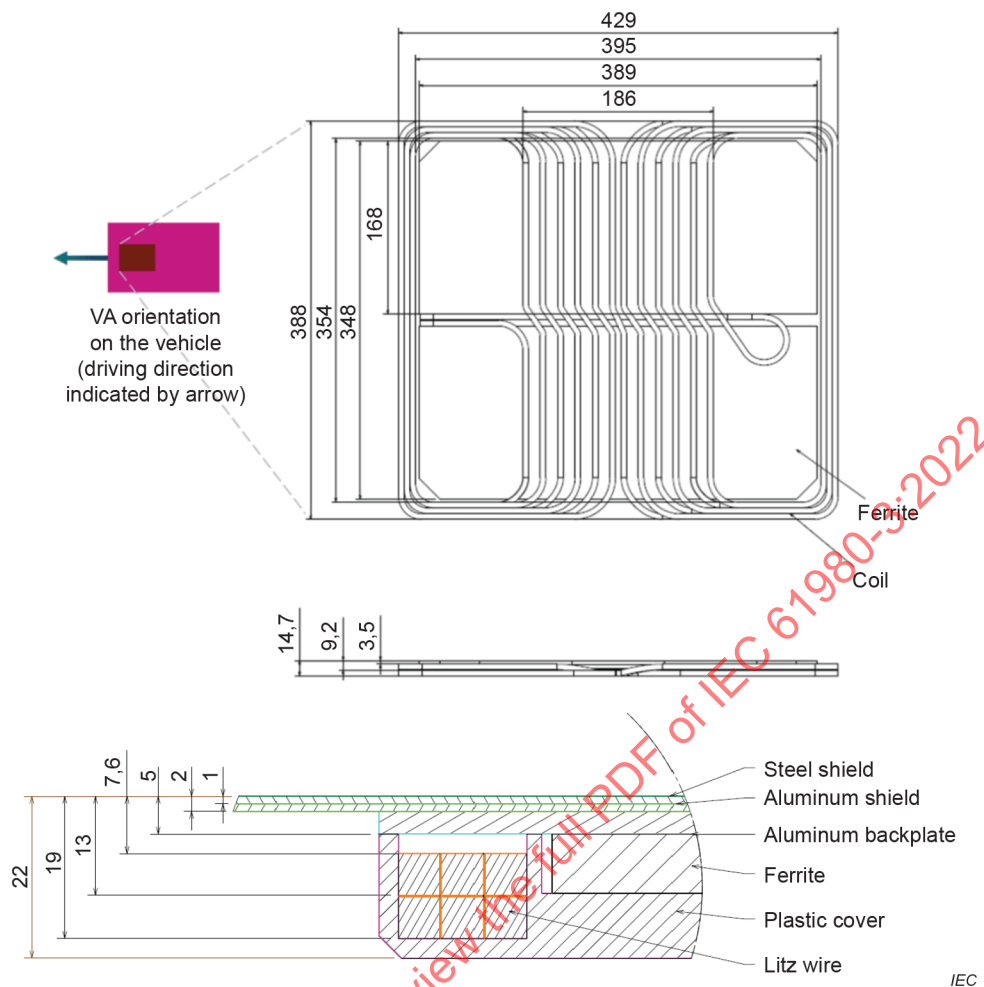


Figure B.8 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 DD secondary device

The mechanical dimensions of this secondary device are shown in Table B.8.

Table B.8 – Mechanical dimensions of the MF-WPT3/Z3 DD secondary device

	Coil + ferrite only	Housing (w/o vehicle shield)
L × W × H [mm]	429 × 388 × 14,7	449 × 442 × 20

Annex C (informative)

Coil position in parking spot

C.1 General

Currently, there can be no single position on the vehicle for mounting the EV device. To further complicate matters, there is no standard for parking spots and how they are oriented relative to the front of the vehicle; there are variations in width, length, direction of travel (back in or drive forward in) as well as relationship to adjacent physical obstacles (curbs), safety hazards (parking spots parallel to the direction of travel on the street) or other parked vehicles (parking lots with adjacent parking spots side-by-side). All of these make it impossible to establish a set of rules which would be useful. Therefore, this document can only make recommendations of things to consider for placement of the primary device. Decisions will need to be based on the specifics of the parking spot in question.

C.2 Width of vehicles and parking spots

Large passenger vehicles are seldom wider than 2,2 m at the widest point (with mirrors extended). Small passenger vehicles are seldom narrower than 1,5 m. It is assumed that the secondary device is installed on the centreline of the vehicle in question.

This analysis uses those dimensions and factors in its analysis.

If a parking spot is 2,5 m wide or greater, then we could consider putting the centre alignment point of the primary device 1,25 m from the edge of the parking spot. If the spot is wider than 2,5 m, and it is adjacent to a curb, then the centre of the primary device should be 1,25 m from the curb so that the vehicle, when parked, is not too far from the curb. If the parking spot is wider and in a row of adjacent parallel spots, to maximize flexibility, the centre alignment point should be centred in the width of the spot. If it is a special spot, such as a handicap spot, which usually has extra space reserved on one side or the other, the centre alignment point should be placed 1,25 m from the side that does NOT have the extra reserved space.

If a parking spot is less than 2,5 m, then it is possible that wireless charging for some vehicles might not be possible and should be so identified.

The above are just some examples of what should be considered when installing the primary device in a parking spot.

C.3 Placement along the direction of travel

The centre alignment point of the primary device should be mounted 1,7 m from the end of the parking space, following the guidance above regarding position with respect to the width.

It is assumed that for most vehicles, the centre alignment point of the secondary device is less than 1,7 m from the front-most point of the vehicle for vehicles which are assumed to park driving forward into the space, and less than 1,7 m from the rear most point of the vehicle for vehicles which are assumed to back into a parking space (facing out). A complicating factor is for parallel parking of vehicles with the secondary device mounted such that the centre alignment point of the secondary device is less than 1,7 m from the rear of the vehicle. Resolution of that circumstance can be made similarly.

There is no assumption on the length of vehicles.

Because there are different possible designs for the primary device, the primary device may have more than one centre alignment point. Consideration of that fact should be made at the time of installation, as installing the primary device with the wrong centre alignment point at 1,7 m from the end of the parking space could result in electromagnetic fields greater than allowed by this document being emitted. In general, the positioning of these primary devices with more than one centre alignment point should be such that the "other" alignment points are more than 1,7 m from the end of the space.

If the norm is a back-in parking spot (facing out), and the majority of vehicles have secondary devices mounted closer to the front, the mounting of the primary device should be 1,7 m from the front of the space using these recommendations. Again, in this situation, the space may not be usable for charging some vehicles if the space is not long enough.

In some regions, the majority of vehicles might be small vehicles, in which case, the recommendation of 1,7 m from the end of the space may not be appropriate.

In case backward parking is required, the 1,7 m is measured from the back end of the parking spot.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61980-3:2022

Annex D (informative)

Theoretical approach for system interoperability

D.1 General

Annex D describes parameters of primary coils and secondary coils to ensure interoperability between primary coils and secondary coils from different manufacturers, Z-classes, power classes and different coil topologies. In addition to a description of necessary parameters, it also provides possible test setups that can be applied to prove supply device and EV device interoperability.

Annex D is applicable to reference primary coils (see ISO 19363:2020, Annex A and Annex B) and reference secondary coils (see Annex A) as well as primary and secondary coils which are candidates to be products (product primary coils and product secondary coils). It is intended to be a generic approach that is not dependent on any coil topology or any specific electronic configuration and to provide flexibility for product implementation.

Both coils and electronics are interdependent at the system level, as the electronics shall be designed in a manner to cover for variations of the coil system parameters, which in turn vary with displacement of primary coil to secondary coil. Rather than specify details of the electronics, magnetic and electric interoperability parameters are described. These parameters refer to the electrical interface between the electronics and the terminals of the coils.

D.2 Magnetic and electric interoperability

D.2.1 General requirements

A wireless power transfer system contains several fundamental types of functional blocks (see Figure D.1).

- The coil system, which serves as the magnetic transformer and is characterized by the mutual inductance M . M may vary with coil position.
- The secondary coil electronics connected to the secondary coil, which ensure that all EV operation points will lead to a secondary coil side generated range of magnetic flux (amp turns) which is, in combination with the primary coil side generated range of magnetic flux (amp turns), required for the amount of power to be transferred.
- The primary coil electronics connected to the primary coil, which ensure that a primary coil side range of magnetic flux (amp turns) is generated such that, in combination with the range of magnetic flux (amp turns) generated by the EV's secondary coil electronics and coil, the required amount of power is transferable.

NOTE The power electronics have to accommodate ranges of magnetic fluxes in order to overcome variances of the power transfer behaviour of the coil system due to the variation of M .

To ensure overall primary coil or secondary coil interoperability, it is necessary to prove both magnetic and electrical interoperability.

Magnetic interoperability is ensured if primary coils and secondary coils provide sufficient magnetic coupling over the designated range of coil positions. The coupling is described in Annex D by means of fundamental mutual inductance values, M_0 . M_0 is determined by Formula (D.1).

$$M_0 = \frac{M}{N_1 \times N_2} \quad (\text{D.1})$$

where

N_1 is the number of turns in the primary coil;

N_2 is the number of turns in the secondary coil;

M is the mutual inductance of those two coils at that specific relative positioning.

Electrical interoperability is ensured if primary coils and secondary coils present sufficient ranges of magnetic flux. Magnetic flux ranges are represented in Annex D by means of ampere turns. The ranges of magnetic flux (amp turns) to be generated by the coils and associated electronics are specified in Annex D as part of the electrical interoperability description.

The following parameters are defined to describe the magnetic transformer interoperability.

- 1) Magnetic interoperability parameters: for each alignment point, one value of fundamental mutual inductance M_0 , covering the range of coil positions expected.
- 2) Electric interoperability parameters:
 - For each power class, a range of magnetic flux (amp turns), to be provided by a primary coil and its associated power electronics.
 - For each power class, a range of magnetic flux (amp turns), to be provided by a secondary coil and its associated power electronics.

The following parameters are defined to describe the system interoperability:

- 3) For each alignment point, there exists one set of values for the magnetic parameters $(M, L_1, L_2) \rightarrow F(x, y, z) = \{M, L_1, L_2\}$. leads to a defined range of values for the magnetic parameters covering the full range of coil positions expected.
- 4) Z_{VA} : Impedance presented by the secondary coil electronics for all possible EV operation points. Defined from the terminals of the secondary coil looking toward the load.
- 5) Z_{GA} : Impedance seen at the terminals of the primary coil looking toward the load (a function of Z_{VA} and the magnetic parameters).
- 6) Tolerance factor: A factor applied to the magnetic and impedance parameters to account for variations in construction, component values, and vehicle integration. This factor is necessary to guarantee interoperability across the range of systems expected in the field (covering different power and Z-classes).

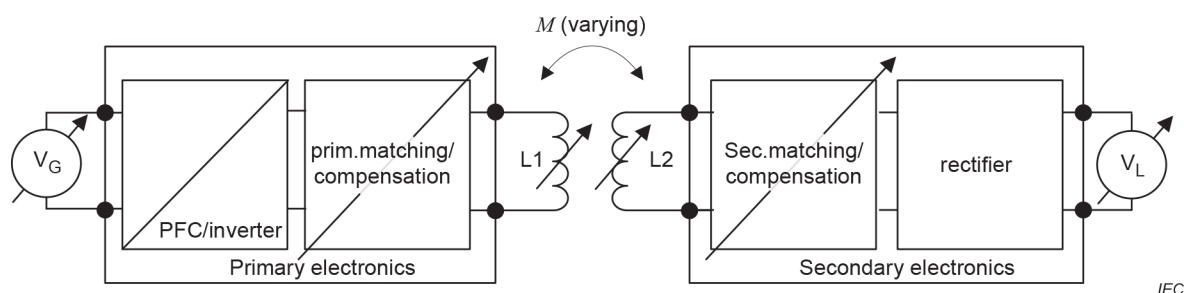


Figure D.1 – General schematic of the concept showing the coils with their ports to the power electronics and the varying parameters

Table D.1 explains the terms used in Figure D.1 and elsewhere in Annex D.

Table D.1 – Description of terms

Term	Description
V_G	grid with voltage variations
PFC/ inverter	front-end and power conversion (variable operation is optional)
prim. matching/ compensation	primary coil impedance matching and compensation (variable impedance matching, and variable tuning is optional)
L_1	primary coil with self-inductance L_1 , whereas L_1 does not affect power transfer behaviour if compensated properly
I_1	primary coil current
N_1	number of turns in the primary coil
M	mutual inductance; varies due to alignment offset and z-height variations
Φ	magnetic flux
L_2	secondary coil with self-inductance L_2 , whereas L_2 does not affect power transfer behaviour if compensated properly
I_2	secondary coil current
N_2	number of turns in the secondary coil
Sec. matching/ compensation	secondary coil impedance matching and compensation (variable impedance matching, and variable tuning is optional)
Rectifier	AC to DC power conversion
$P_{b,out}$	output power of secondary coil measured at the load
$U_{b,out}$	output voltage of secondary coil measured at the load
V_L	load (with battery voltage variations)

D.2.2 Centre alignment point requirements

Coil designs generating a coaxial magnetic field are intended to be used as well as coil designs with a transversal characteristic.

Coaxial and transversal primary coils both create a magnetic field distribution, which allows energy transfer to both, coaxial and transversal secondary coils.

NOTE Depending on application-specific product constraints, e.g. package space, weight, mounting position, a product decision for a coaxial or transversal coil design can be made.

As interoperability between coaxial and transversal coil designs is technically feasible, the following configurations can occur:

- coaxial primary coil operated with coaxial secondary coil;
- coaxial primary coil operated with transversal secondary coil;
- transversal primary coil operated with transversal secondary coil;
- transversal primary coil operated with coaxial secondary device.

A primary coil shall provide at least one centre alignment point for coaxial magnetic field power transfer for usage by coaxial secondary coils.

A primary coil shall provide at least one centre alignment point for transversal magnetic field power transfer for usage by transversal secondary coils.

The bipole at the centre alignment point for transversal magnetic field power transfer shall be orientated along the X- direction.

The positions of the centre alignment points shall be exchanged between SECC and EVCC via communication.

The positions of the centre alignment points shall have the same Y-coordinate position.

The distance of the centre alignment positions shall be maximum of 30 cm.

D.2.3 Magnetic interoperability

D.2.3.1 General

To define the characteristics of the magnetic field without requiring a full reference secondary coil or product secondary coil and without the need of power transfer over the coils, simple gauge devices are defined (see D.3.4). These gauge devices are used to characterize the magnetic flux which is generated by a primary coil by measuring open circuit voltages, induced in the windings of the secondary gauge devices.

The relation between the voltage U_{i2} measured with a gauge device in open circuit condition and the effective magnetic flux Φ generated by an exciting primary coil can be expressed as follows:

$$\Phi_{1 \rightarrow 2} = C_{TD} \frac{U_{i2}}{\omega \times N_2} \quad (D.2)$$

where

C_{TD} is the calibration factor of the gauge device as provided by the gauge device manufacturer;

U_{i2} is the induced voltage in gauge device, generated by the primary coil excitation $I_1 \times N_1$;

$\omega = 2\pi f$, where $f = 85$ kHz (nominal operating frequency);

N_2 is the number of turns of the gauge device;

$\Phi_{1 \rightarrow 2}$ is the magnetic flux the gauge device is exposed to from excited primary coil.

A primary coil specific ampere turns $I_1 \times N_1$ value is required to generate a primary coil magnetic flux. To create a metric that can be more generally applied, the magnetic flux Φ is normalized by the primary coil current I_1 . The resulting metric characterizes the magnetic coupling for a specific combination of primary coil and secondary coils as follows:

$$\frac{\Phi_{1 \rightarrow 2}}{I_1} = C_{TD} \frac{U_{i2}}{\omega \times N_2 \times I_1} = M_0 \times N_1 \quad (D.3)$$

where

M_0 is the fundamental mutual inductance with $N_1 = 1$, $N_2 = 1$;

N_1 is the number of turns of the primary coil;

I_1 is the primary coil current.

The values for the fundamental mutual inductance M_0 in Annex D relate to the combination of

– a reference primary coil being tested with a reference secondary coil, and

- a reference primary coil being tested with a gauge device.

A gauge device is intended to serve as representation of a reference secondary coil or as representation of a product secondary coil. Any product primary coil will produce the same magnetic flux at the gauge device as a reference primary coil if the following equation is fulfilled:

$$M_{0,P} \times N_{1P} \times I_{1P} \stackrel{!}{=} M_{0,R} \times N_{1R} \times I_{1R} = \Phi_{1 \rightarrow 2} = C_{TD} \frac{U_{i2}}{\omega \times N_2} \quad (D.4)$$

Subscript P refers to product primary coil, whereas subscript R refers to reference primary coil.

Formula (D.4) requires that product primary coil and reference primary coil produce the same magnetic flux on the gauge device, that is, $\Phi_{1 \rightarrow 2}$ and U_{i2} are the same for both. This shall be true for all offset positions. If the product primary coil and the reference coil have the same fundamental mutual inductance, the ampere-turns on the two coils shall be equal:

$$N_{1P} \times I_{1P} = N_{1R} \times I_{1R} \quad (D.5)$$

Any reference and product primary coil which shows the values of fundamental inductance M_0 either with reference secondary coils or with gauge devices given in Annex D is compliant with respect to magnetic interoperability.

D.2.3.2 Mutual inductance requirements

D.2.3.2.1 General

In D.2.3.2.2 to D.2.3.2.4, the fundamental mutual inductance values as measured with reference primary coils and as determined with the gauge devices according to the procedures in D.3.4.2 and D.3.4.3 are listed. The intended use of Table D.2 to Table D.4 is to verify that a reference primary coil has the proper magnetic flux characteristics. The tables may also be used by system developers to compare the magnetic flux characteristics measured with product primary coils with the magnetic flux characteristics to that of reference primary coil. A product primary coil with equivalent magnetic flux characteristics as listed in these tables shall be considered to have proper magnetic characteristics, i.e. being magnetically interoperable.

Magnetic interoperability shall be confirmed by testing in accordance to D.3.2.2.

Since the mutual inductance changes for different coil positions, the requirements are separately given for different X- and Y-positions and according to the Z-classes.

D.2.3.2.2 Fundamental mutual inductance values for Z1 class

A reference primary coil shall provide fundamental mutual inductance values as given in Table D.2. Magnetic interoperability is achieved if the measured mutual inductance values are within a tolerance band of ± 10 % around the values given in Table D.2.

Table D.2 – Fundamental mutual inductance values M_0 for Z1 (in μH)

Z position	(X,Y) position	Coaxial sec. gauge device "CC325" coupled with:		Transversal sec. gauge device "DD275" coupled with:	
		Coaxial primary coil	Transversal primary coil with centre alignment point of (170, 0)	Coaxial primary coil with centre alignment point of (160, 0)	Transversal primary coil
$Z1_{\min} = 100 \text{ mm}$	Nominal position (0,0)	(inner 0,099 7) (middle 0,217) (outer 0,264) 0,124	(inner 0,165) (middle 0,313) (outer 0,342)	(0,241)	(0,554)
$Z1_{\max} = 150 \text{ mm}$	Nominal position (0,0)	(inner 0,066 7) (middle 0,142) (outer 0,172) 0,084	(inner 0,098) (middle 0,189) (outer 0,215)	(0,136)	(0,319)
$Z1_{\min} = 100 \text{ mm}$	Offset position (100,75)	(inner 0,095 5) (middle 0,192) (outer 0,21) 0,116	(inner 0,059) (middle 0,142) (outer 0,202)	(0,159)	(0,346)
$Z1_{\max} = 150 \text{ mm}$	Offset position (100,75)	(inner 0,058 6) (middle 0,119) (outer 0,188) 0,073	(inner 0,050) (middle 0,109) (outer 0,145)	(0,097)	(0,201)
$Z1_{\min} = 100 \text{ mm}$	Offset position (-100,-75)	(inner 0,086 7) (middle 0,173) (outer 0,191) 0,105	(inner 0,114) (middle 0,222) (outer 0,240)	(0,132)	(0,309)
$Z1_{\max} = 150 \text{ mm}$	Offset position (-100,-75)	(inner 0,051 8) (middle 0,106) (outer 0,124) 0,065	(inner 0,066) (middle 0,125) (outer 0,136)	(0,078)	(0,181)
NOTE Values without brackets are derived from reference secondary coil measurements and values with brackets are derived from gauge device measurements.					

D.2.3.2.3 Fundamental mutual inductance values for Z2 class

A reference primary coil shall provide fundamental mutual inductance values as given in Table D.3. Magnetic interoperability is achieved if the measured mutual inductance values are within a tolerance band of $\pm 10 \%$ around the values given in Table D.3.

Table D.3 – Fundamental mutual inductance values M₀ for Z₂ (in µH)

Z position	(X,Y) position	Coaxial sec. gauge device "CC325" coupled with:		Transversal sec. gauge device "DD275" coupled with:	
		Coaxial primary coil	Transversal primary coil with centre alignment point of (170, 0)	Coaxial primary coil with centre alignment point of (170, 0)	Transversal primary coil
Z _{2min} = 140 mm	Nominal position (0,0)	(inner 0,072 4) (middle 0,154) (outer 0,187) 0,131	(inner 0,108) (middle 0,207) (outer 0,236)	(0,151)	(0,354)
Z _{2max} = 210 mm	Nominal position (0,0)	(inner 0,056 5) (middle 0,120) (outer 0,145) 0,073	(inner 0,056) (middle 0,109) (outer 0,126)	(0,074)	(0,179)
Z _{2min} = 140 mm	Offset position (100,75)	(inner 0,064 1) (middle 0,130) (outer 0,147) 0,109	(inner 0,052) (middle 0,116) (outer 0,155)	(0,097)	(0,222)
Z _{2max} = 210 mm	Offset position (100,75)	(inner 0,034 3) (middle 0,070 9) (outer 0,083 7) 0,059	(inner 0,035) (middle 0,075) (outer 0,097)	(0,053)	(0,118)
Z _{2min} = 140 mm	Offset position (–100,–75)	(inner 0,057 1) (middle 0,011 6) (outer 0,013 4) 0,101	(inner 0,072) (middle 0,138) (outer 0,150)	(0,097)	(0,198)
Z _{2max} = 210 mm	Offset position (–100,–75)	(inner 0,030 2) (middle 0,063 2) (outer 0,076 9) 0,055	(inner 0,034) (middle 0,066) (outer 0,074)	(0,049)	(0,108)
NOTE Values without brackets are derived from reference secondary coil measurements and values with brackets are derived from gauge device measurements.					

D.2.3.2.4 Fundamental mutual inductance values for Z₃ class

A reference primary coil shall provide fundamental mutual inductance values as given in Table D.4. Magnetic interoperability is achieved, if the measured mutual inductance values are within a tolerance band of ±10 % around the values given in Table D.4.

Table D.4 – Fundamental mutual inductance values M_0 for Z_3 (in μH)

Z position	(X,Y) position	Coaxial sec. gauge device "CC325" coupled with:		Transversal sec. gauge device "DD275" coupled with:	
		Coaxial primary coil	Transversal primary coil with centre alignment point of (170, 0)	Coaxial primary coil with centre alignment point of (170, 0)	Transversal primary coil
$Z_{3\min} = 170 \text{ mm}$	Nominal position (0,0)	(inner 0,056 5) (middle 0,120) (outer 0,145) 0,143	(inner 0,080) (middle 0,156) (outer 0,179)	(0,109)	(0,262)
$Z_{3\max} = 250 \text{ mm}$	Nominal position (0,0)	(inner 0,029 6) (middle 0,062 7) (outer 0,076 5) 0,074	(inner 0,039) (middle 0,076) (outer 0,090)	(0,051)	(0,125)
$Z_{3\min} = 170 \text{ mm}$	Offset position (100,75)	(inner 0,048 8) (middle 0,099 9) (outer 0,115) 0,115	(inner 0,045) (middle 0,097) (outer 0,126)	(0,073)	(0,168)
$Z_{3\max} = 250 \text{ mm}$	Offset position (100,75)	(inner 0,024 7) (middle 0,051 5) (outer 0,062 0) 0,060	(inner 0,027) (middle 0,058) (outer 0,075)	(0,040)	(0,087)
$Z_{3\min} = 170 \text{ mm}$	Offset position (–100,–75)	(inner 0,043 0) (middle 0,088 7) (outer 0,106) 0,104	(inner 0,052) (middle 0,100) (outer 0,110)	(0,075)	(0,151)
$Z_{3\max} = 250 \text{ mm}$	Offset position (–100,–75)	(inner 0,021 8) (middle 0,046 2) (outer 0,057 5) 0,055	(inner 0,023) (middle 0,045) (outer 0,051)	(0,034)	(0,080)
NOTE Values without brackets are derived from reference secondary coil measurements and values with brackets are derived from gauge device measurements.					

D.2.4 Electrical Interoperability

D.2.4.1 General

The coil system of the WPT system serves as a magnetic transformer that maps the impedance of the secondary coil side Z_2 to the primary coil side Z_1 .

The relation between these parameters is given by Formula (D.6):

$$\underline{Z}_1 = j(\omega \times L_1) + \frac{\omega^2 \times M^2}{j(\omega \times L_2) + \underline{Z}_2} \quad (\text{D.6})$$

The second term on the right side of Formula (D.6) is the reflected impedance from the secondary coil to the primary coil.

The self-inductances L_1 and L_2 are mainly governed by product specific characteristics like coil size, number of windings, coil and winding geometry, which should be open for product development. If not properly compensated, remaining parts of the self-inductances L_1 and L_2 will contribute to reactive power rather to the transfer of active power between primary coil and secondary coil. Therefore, with the design of the primary coil and secondary coil, adequate compensation shall be considered.

Before detailed explanations to the different steps for the achievement or validation of coils electric interoperability are given, some theoretical background is provided to prepare the explanations as follows.

Figure D.2 shows a schematic to explain the impedance approach.

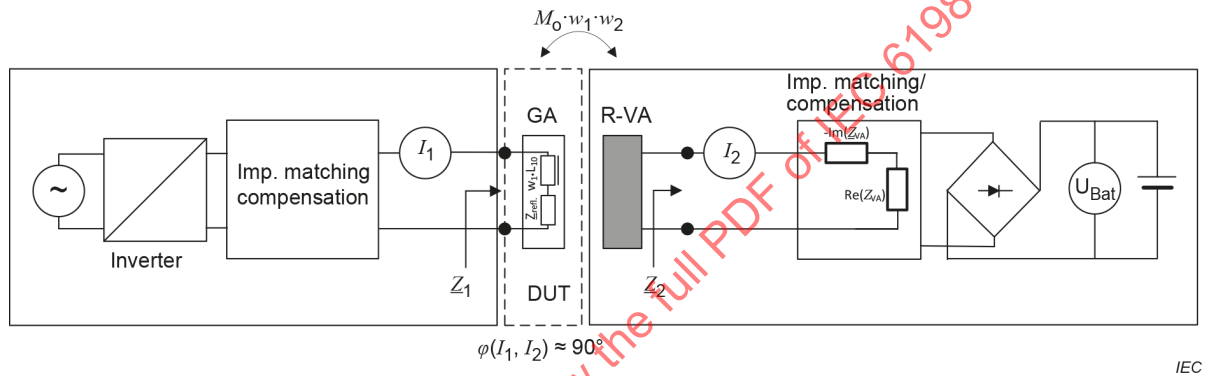


Figure D.2 – Schematic to explain impedance

Table D.5 explains the terms used in Figure D.2 and formulas in Annex D.

Table D.5 – Explanation of terms

Term	Formula	Description
Z_1		Primary coil complex impedance
Z_2	$\text{Re}(Z_2) + j \cdot \text{Im}(Z_2)$	Secondary coil complex impedance (incl. compensation, load)
Z_{Refl}		Secondary coil complex load impedance. reflected on primary coil side
N_1		Primary coil number of turns
N_2		Secondary coil number of turns
X_{10}	$\omega \cdot L_{10}$	Reactance of primary coil per winding
X_{20}	$\omega \cdot L_{20}$	Reactance of secondary coil per winding

The impedance Z_1 is given by Formula (D.7) which can be rewritten:

$$Z_1 = jX_{10} \times N_1^2 + Z_{\text{Refl}} \quad (\text{D.7})$$

The reflected impedance $\underline{Z}_{\text{Refl}}$ is given as:

$$\begin{aligned}\underline{Z}_{\text{Refl}} &= \frac{\omega^2 \times M_0^2 \times N_1^2 \times N_2^2}{j(X_{20} \times N_2^2) + \text{Re}\{\underline{Z}_2\} + j\text{Im}\{\underline{Z}_2\}} \\ &= \frac{\omega^2 \times M_0^2 \times N_1^2 \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\} \times \left\{ 1 + j \frac{\text{Im}\{\underline{Z}_2\} + X_{20} \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\}} \right\}}\end{aligned}\quad (\text{D.8})$$

With:

$$\Delta = \frac{\text{Im}\{\underline{Z}_2\} + X_{20} \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\}} \quad (\text{D.9})$$

the reflected impedance becomes:

$$\begin{aligned}\underline{Z}_{\text{Refl}} &= \frac{\omega^2 \times M_0^2 \times N_1^2 \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\}} \times \frac{1}{(1 + j \Delta)} \\ &= \frac{\omega^2 \times M_0^2 \times N_1^2 \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\} \times (1 + \Delta^2)} \times (1 - j\Delta)\end{aligned}\quad (\text{D.10})$$

The separation of the real and imaginary part of the reflected impedance leads to:

$$\text{Re}\{\underline{Z}_{\text{Refl}}\} = \frac{\omega^2 \times M_0^2 \times N_1^2 \times N_2^2}{\text{Re}\{\underline{Z}_2\} \times (1 + \Delta^2)} \quad (\text{D.11})$$

$$\text{Im}\{\underline{Z}_{\text{Refl}}\} = -\Delta \times \text{Re}\{\underline{Z}_{\text{Refl}}\} \quad (\text{D.12})$$

$$|\underline{Z}_{\text{Refl}}| = \text{Re}\{\underline{Z}_{\text{Refl}}\} \times \sqrt{1 + \Delta^2} \quad (\text{D.13})$$

$$\varphi(\underline{Z}_{\text{Refl}}) = \arctan(-\Delta) \quad (\text{D.14})$$

The general behaviour of Z_{refl} is shown in Figure D.3.

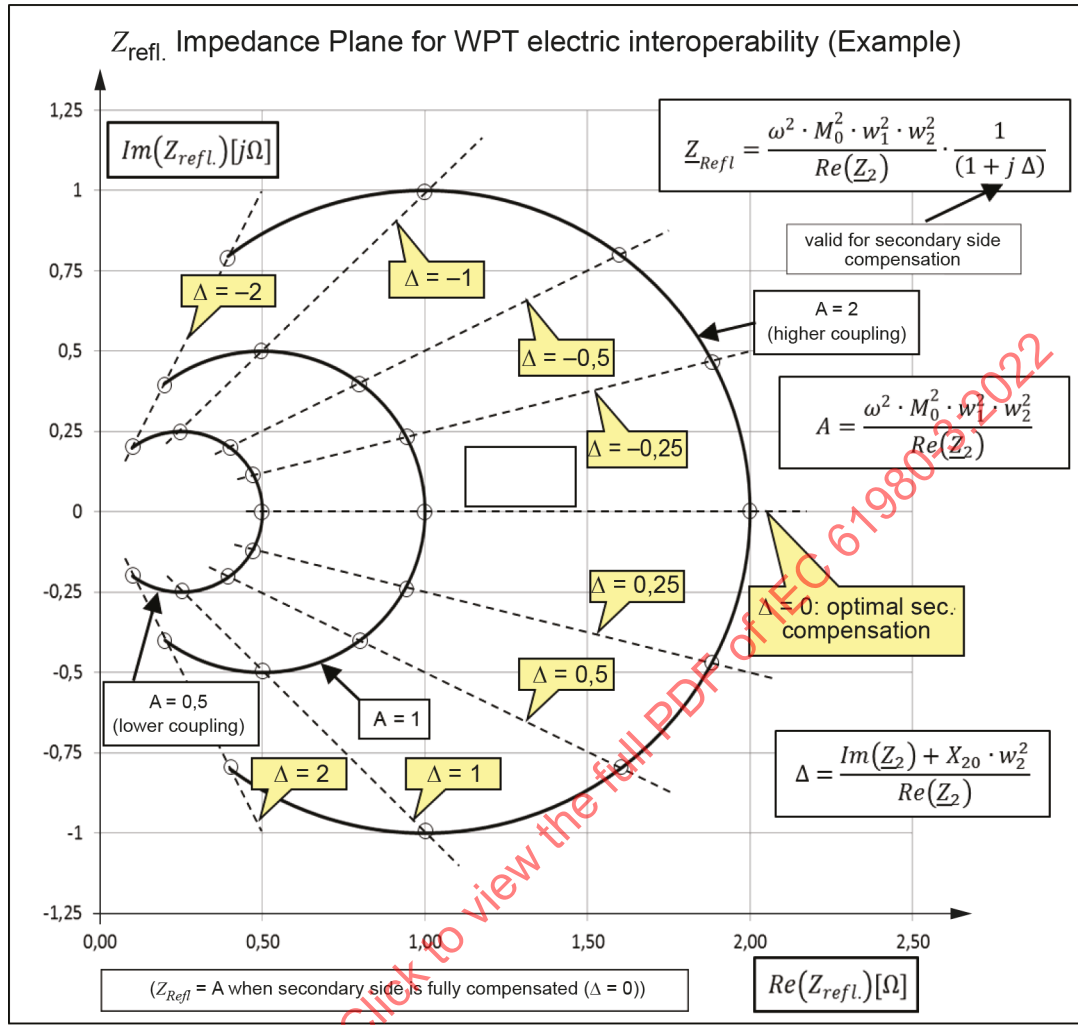


Figure D.3 – General behaviour of the reflected impedance (example)

Normalized impedances are defined as:

$$Z_{\text{Refl, norm}} = \frac{Z_{\text{Refl}}}{N_1^2} \quad (\text{D.15})$$

and:

$$Z_{2, \text{norm}} = \frac{Z_2}{N_2^2} \quad (\text{D.16})$$

so that (compare Formula (D.10)):

$$\begin{aligned}\underline{Z}_{\text{Refl,norm}} &= \frac{\omega^2 \times M_0^2}{\text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}})} \times \frac{1}{(1+j\Delta)} \\ &= \frac{\omega^2 \times M_0^2}{\text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}}) \times (1+\Delta^2)} \times (1-j\Delta)\end{aligned}\quad (\text{D.17})$$

The normalized impedances may be used to establish ranges that are common to all product systems since ranges for the normalized mutual inductance M_0 are established.

The primary coil real power can be described as:

$$P_{\text{prim}} = |I_1 \times N_1|^2 \times \text{Re}(\underline{Z}_{\text{Refl,norm}}) \quad (\text{D.18})$$

The secondary coil real power can be described as:

$$P_{\text{sec}} = |I_2 \times N_2|^2 \times \text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}}) \quad (\text{D.19})$$

Neglecting the transformer losses, the current ratio can be described with:

$$P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}} : \quad \frac{|I_1 \times N_1|}{|I_2 \times N_2|} = \sqrt{\frac{\text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}})}{\text{Re}(\underline{Z}_{\text{Refl,norm}})}} \quad (\text{D.20})$$

or

$$\frac{|I_1 \times N_1|}{|I_2 \times N_2|} = \frac{\text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}})}{\omega \times M_0} \times \sqrt{(1+\Delta^2)} \quad (\text{D.21})$$

Rearranging, the induced voltage per turn on the secondary coil is given by:

$$\frac{U_{i2}}{N_2} = \omega \times M_0 \times |I_1 \cdot N_1| = \text{Re}(\underline{Z}_{2,\text{norm}}) \times \sqrt{(1+\Delta^2)} \times |I_2 \times N_2| \quad (\text{D.22})$$

and the required amp-turns on the primary coil is:

$$|I_1 \times N_1| = \frac{\operatorname{Re}(Z_{2,\text{norm}}) \times \sqrt{1 + \Delta^2}}{\omega \times M_0} \times |I_2 \times N_2| \quad (\text{D.23})$$

or equivalently:

$$|I_1 \times N_1| = \frac{P_{\text{sec}}}{|I_2 \times N_2|} \times \frac{\sqrt{1 + \Delta^2}}{\omega \times M_0} \quad (\text{D.24})$$

Formula (D.22) specifies the necessary induced voltage per turn on the secondary coil as a function of the secondary coil current and impedance parameters, while Formulas (D.23) and (D.24) express the necessary amp turns on the primary coil in equivalent forms. Formula (D.24) shows why it is important to restrict the phase of the secondary coil impedance to small values (i.e. keep Δ small) to limit unnecessary increases in coil currents.

By re-arranging Formula (D.24), the dependency of P_{sec} on the product of primary coil current I_1 and secondary coil current I_2 can be clearly revealed:

$$|I_1 \times N_1| |I_2 \times N_2| = \frac{\sqrt{1 + \Delta^2}}{\omega \times M_0} \times P_{\text{sec}} \quad (\text{D.25})$$

D.2.4.2 Electric interoperability requirements

The driving factor for the primary coil electronics design is the impedance $\underline{Z}_1$, presented by the primary coil to the primary coil electronics and therefore constituting the electrical load for the primary side. $\underline{Z}_1$ is composing of

- the inductance value L_1 of the primary coil at operating frequency,
- the AC-resistance of the primary coil copper winding (for simplification also representing losses in ferrites and shielding), and
- the reflected impedance $\underline{Z}_{\text{refl}}$ as being transformed from the impedance $\underline{Z}_2$ presented to the secondary coil by the secondary coil compensation network, power electronics and the load.

L_1 does vary depending on the secondary coil position over the primary coil. Proper compensation of that varying reactance is the responsibility of the manufacturer. Being suitably compensated, L_1 does not significantly influence the power transfer performance of the primary coil subsystem. Keeping the AC-resistance of the primary coil copper winding adequately low is also the responsibility of the manufacturer. For the impedance $\underline{Z}_{\text{refl}}$, the secondary coil relevant parameter is the impedance $\underline{Z}_2$ presented to the secondary coil by the secondary coil electronics and the load. $\underline{Z}_2$ is transformed to the primary coil and appears as reflected impedance $\underline{Z}_{\text{refl}}$. Any amount of (residual) $\underline{Z}_2$ -reactance, expressed by the value of Δ (see also Formula (D.9)) becomes part of $\underline{Z}_{\text{refl}}$, whereas the sign of $\underline{Z}_2$ -reactance appears negated (see also Figure D.3) at the primary coil terminals. The relevant transformation parameter (from $\underline{Z}_2$ to $\underline{Z}_{\text{refl}}$) is the mutual inductance M or the fundamental mutual inductance M_0 respectively. M_0 is varying as indicated in Table D.2 to Table D.4.

Formulas (D.7) to (D.25) cover all effects of impedance transformation, variety of M_0 and remaining reactive parts as expressed in the parameter Δ . Only variance of L_1 is not included here.

Formula (D.25) shows that a product of primary coil and secondary coil ampere turns is required to transfer a specified amount of power P_{sec} . That product of ampere turns is dependent on the mutual inductance M , the operating frequency ω and the parameter Δ as being defined in Formula (D.9). In accordance with Formula (D.22), that product of ampere turns leads to a voltage, which is required to be induced by the primary coil in a secondary coil for the specified amount of power P_{sec} as follows:

$$U_{i2} = \omega \times M_0 \times N_1 \times N_2 \times |I_1| \quad (\text{D.26})$$

Declaration of interoperability requires that a reference or product primary coil (DUT) does induce a voltage V_2 in a corresponding reference secondary coil under worst condition (i.e. at the outer X-, Y- and Z-displacement between the coils), at the maximum sustainable coil current $I_{1,\text{max}}$ as specified by the coil manufacturer and while nominal power is transferred.

Electric interoperability tests aim to demonstrate that this induced voltage requirement is met by the DUT.

Manufacturers of reference primary coils and product primary coils shall ensure that the coil under test (DUT) is capable of inducing the voltages as given in Table D.6 for the desired power class. These values already include a reservation for secondary coil side possible detuning in the range of $\Delta = \pm 0,3$.

Table D.6 – Voltages (RMS) required to be induced in circular reference secondary coils

Power class	Secondary coil position over primary coil mm	U_{i2} at $ I_{1,\text{max}} $ V (RMS)
MF-WPT 1		Not yet specified
MF-WPT 2		Not yet specified
MF-WPT 3-Z1	X = 75, Y = 100, Z = 150	$180 \pm 3\%$
MF-WPT 3-Z2	X = 75, Y = 100, Z = 210	$150 \pm 3\%$
MF-WPT 3-Z3	X = 75, Y = 100, Z = 250	$150 \pm 3\%$
MF-WPT 4		To be determined in future edition.
MF-WPT 5		To be determined in future edition.

Reference primary coils shall induce the voltages according to Table D.6 with the following items:

- M -values confirmed during magnetic interoperability testing in accordance with Annex D;
- at $|I_{1,\text{max}}| = 75 \text{ A} \pm 1,5 \%$ (RMS);
- at the operating frequency of $85 \text{ kHz} \pm 0,5 \%$.

The induced voltage requirement criterion as specified herein is intended to leave space for magnetic and electric design optimization to product coil manufacturers.

Product primary coils shall induce the voltages according to Table D.6 with the following items:

- M_0 -values confirmed during magnetic interoperability testing in accordance to Annex D;
- at the maximum coil current as the coil has been designed for;
- at the lowest intended operating frequency $\pm 0,5$ %.

D.2.5 Impedance equivalents

Requirements on the primary coil electronics including compensation can be expressed in terms of the range of impedance at the primary coil, $\underline{Z}_1$, over which the target power, P_{prim} , shall be delivered. The maximum primary coil current translates directly into the minimum real impedance requirement at the primary coil. Given a power transfer level P_{prim} , the corresponding real impedance $\text{Re}(\underline{Z}_1)$ is given by Formula (D.27):

$$\text{Re}(\underline{Z}_1) = \frac{P_{\text{PRIM}}}{I_1^2} \quad (\text{D.27})$$

Or in normalized terms

$$\text{Re}(\underline{Z}_{1,\text{norm}}) = \frac{P_{\text{PRIM}}}{|I_1 \times N_1|^2} \quad (\text{D.28})$$

This impedance becomes the minimum real impedance seen at the primary coil when delivering P_{prim} , and the primary coil current is $|I_{1,\text{max}}|$.

The imaginary part of the impedance is determined by the reactance of the primary coil inductance and the imaginary part of the reflected impedance from the secondary coil. This is a function of the relative position of the coils and the secondary coil tuning. The maximum detuning of the primary coil inductance caused by the presence of the secondary coil is defined as

$$\delta_{\text{max}} = \frac{L_{1,\text{max}} - L_{1,\text{min}}}{L_{1,\text{max}}} \quad (\text{D.29})$$

With a detuning range of $\pm\Delta$ on the secondary coil, the range of $\text{Im}(\underline{Z}_{1,\text{norm}})$ for any position is

$$\frac{\omega L_{1,\text{max}}}{N_1^2} + |\Delta| \times \text{Re}(\underline{Z}_{\text{refl}}) \leq \text{Im}(\underline{Z}_{\text{refl}}) \leq \frac{\omega L_{1,\text{max}}}{N_1^2} \times (1 - \delta_{\text{max}}) - |\Delta| \times \text{Re}(\underline{Z}_{\text{refl}}) \quad (\text{D.30})$$

Inequality shown in Formula (D.30) holds for the range of reflected impedance $\text{Re}(Z_{\text{refl}})$, assuming the detuning caused by an arbitrary secondary coil is allowed to be up to δ_{max} at any coil position. This is a very conservative assumption since the amount of primary coil detuning varies with relative coil position and is generally largest at the strongest coupling positions. With this assumption, the resulting impedance space at the primary coil is then as shown in Figure D.4. Again, we neglect the small contribution of the coil losses to $\text{Re}(Z_1)$.

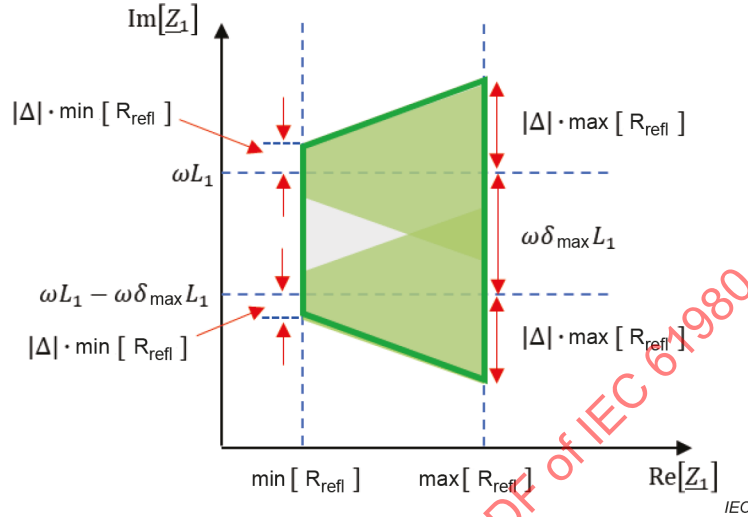


Figure D.4 – Impedance space at the primary coil (example)

Figure D.4 shows that the range of reactance depends on the real part because of the secondary coil detuning parameter Δ – see Formula (D.12) – and on the detuning of the primary coil inductance δ_{max} . The range of real impedance at which P_{PRIM} can be delivered is bounded on the low side by the maximum primary coil current, and on the high side by the capability of the primary coil side power electronics (inverter). The ratio of the maximum to minimum $\text{Re}(Z_1)$ is a key parameter that drives Volt-Amp requirements on the primary coil side power electronics.

The secondary coil electronics on the reference systems provide for tuning of the secondary coil impedance, $\text{Re}(Z_2)$, allowing the range of reflected impedance to vary less than $M_{0,\text{max}}^2 / M_{0,\text{min}}^2$. This reduces the requirements of the primary coil side electronics. For the reference primary coil systems, the ratio of real impedance over which full power can be delivered is

$$\frac{\max[\text{Re}(Z_1)]}{\min[\text{Re}(Z_1)]} \approx 3.0 \quad (\text{D.31})$$

Without tuning on the secondary coil side, the primary coil electronics would have to drive a much wider range of impedances, with a max. to min. ratio of real impedances of approximately 10,0. This dramatically increases the size of the impedance space that is required to be driven for interoperability.

To cover an equivalent impedance space as the reference primary coil systems, product primary coil electronics should cover an impedance space defined by Table D.7.

Table D.7 – Recommended parameters for primary coil impedance space

Parameter	Value
Maximum primary coil detuning $\delta_{\max}$	Z_1 : 20 % Z_2 and Z_3 : 10 %
Maximum secondary detuning Δ	$\pm 0,3$
$\frac{\max[\operatorname{Re}(Z_1)]}{\min[\operatorname{Re}(Z_1)]}$	≥ 3

Figure D.5 shows a comparison of an impedance space derived using the approach outlined above (green) with impedance spaces computed for the circular WPT3 reference primary coil and reference electronics (black) and an alternative set of electronics (yellow). Since the circular reference primary coil and electronics have demonstrated interoperability with all reference secondary coils, its impedance space serves as the minimum needed for interoperability. The derived impedance space uses the parameters in Table D.7 along with the primary coil inductance of the reference coil. The resulting impedance space covers most of the reference impedance space, but also includes areas outside of it that may be difficult to realize with actual electronics. The alternative electronics, consisting of an inverter with a maximum input DC voltage of 900 V and a maximum output current of 34 A RMS with an LCL compensation network, also provides an impedance space that completely encloses the reference region. As a result, this set of electronics driving the reference primary coil should be expected to interoperate fully with all reference secondary coils and other secondary coils that work with the reference primary coil.

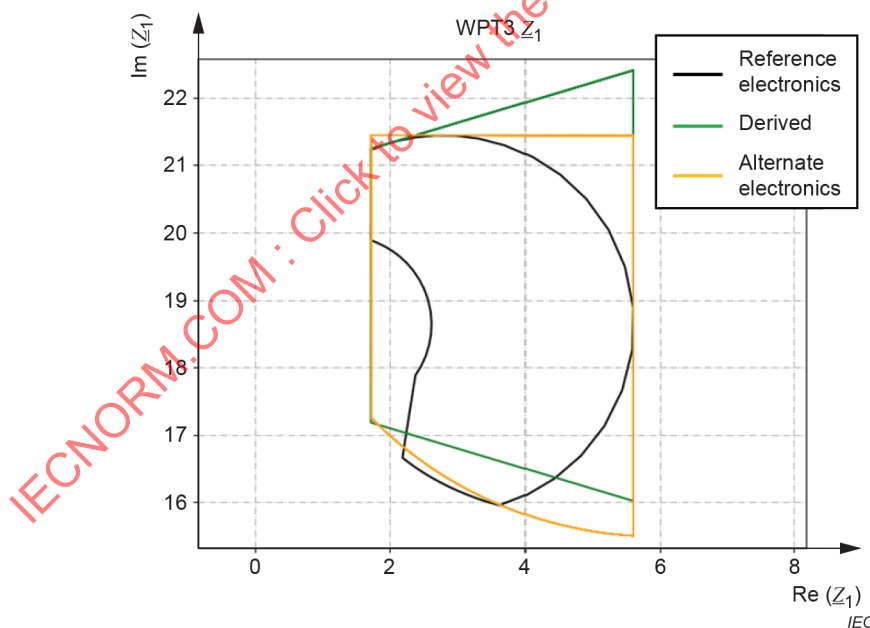


Figure D.5 – Impedance spaces of the reference primary coil and alternate electronics

This example illustrates how the impedance at the primary coil may be used as a guide to creating interoperable primary coil systems. It also shows that the impedance space derived using the maximum coil current and parameters in Table D.7 is a good starting point for design, although some adjustment of parameters may be needed to prevent overdesign and better match what standard electronics can provide.

D.3 Compliance test and measurement specifications

D.3.1 Requirements to be tested

The following requirements shall be confirmed by testing:

- primary coils shall prove magnetic interoperability in accordance to requirements in D.2.3.2 and according to the conformance test procedure in D.3.2.2;
- primary coils shall prove electric interoperability in accordance to requirements in D.2.4.2 and according to the conformance test procedure in D.3.3.2.

D.3.2 Magnetic interoperability testing

D.3.2.1 General requirements

Proof of magnetic interoperability shall be done by means of fundamental mutual inductance conformance testing. It may be applied either to reference primary coils or product primary coils to declare magnetic interoperability.

The primary coils are tested to confirm they provide the fundamental mutual inductance values given in D.2.3.2. For rebuilding reference primary coils, the specific values in Table D.2 to Table D.4 are applicable for the proof of magnetic interoperability. For product primary coils, the specific values in Table D.2 to Table D.4 are recommended for the proof of magnetic interoperability.

Fundamental mutual inductance conformance tests shall be performed with the coaxial gauge device according to D.3.4, if a reference primary coil or a product primary coil.

Fundamental mutual inductance conformance tests shall be performed with the transversal gauge device according to D.3.4.3, if a reference primary coil or a product primary coil has to prove magnetic interoperability with transversal reference or product secondary coils.

Primary reference coils or primary product coils shall be tested against all settings (alignment points and Z-ranges) and all coil combinations, as referred to in Table D.2 to Table D.4 to the extent of seeking magnetic interoperability.

The measurements can be performed by low voltage measurements. However, the primary coil ampere turns for $I_1 \times w_1$ should exceed 10 A RMS for more accurate results.

D.3.2.2 Measurement procedure

- 1) Place the gauge device at the specific test position.
- 2) Taking into account the number of turns of the primary coil (DUT), set the primary coil current at the coil terminals to an RMS-value such that an adequate ampere turn value $I_1 \times w_1$ is achieved. Take care that the current has sinusoidal shape at 85 kHz.
- 3) Measure and record the open circuit voltage of the windings of the gauge device (RMS-values) and the applied coil current (RMS-value).
- 4) Calculate the fundamental mutual inductance according to the formulas given in D.3.4.2 and D.3.4.3, respectively.

D.3.3 Electric interoperability testing

D.3.3.1 General requirements

Electric interoperability conformance testing requires the knowledge of magnetic behavior of the coil to be tested. Therefore, magnetic interoperability conformance testing shall be done prior to electric interoperability testing, i.e. the results gathered during magnetic conformance tests, namely the fundamental mutual inductance M_0 , is required to be known and to be taken into account while assessing the results of electric interoperability conformance tests.

Declaration of primary coil electric interoperability on the basis of electric interoperability tests in accordance to Annex D

- is applicable to reference primary coils or product primary coils, and
- shall be done with the reference secondary coil(s), which represent the power- and Z-gap class for which interoperability of the reference or product primary coil is intended to be declared.

If a primary coil is intended for operation in a certain frequency range or at different frequency points, tests shall be done with the lowest intended operating frequency.

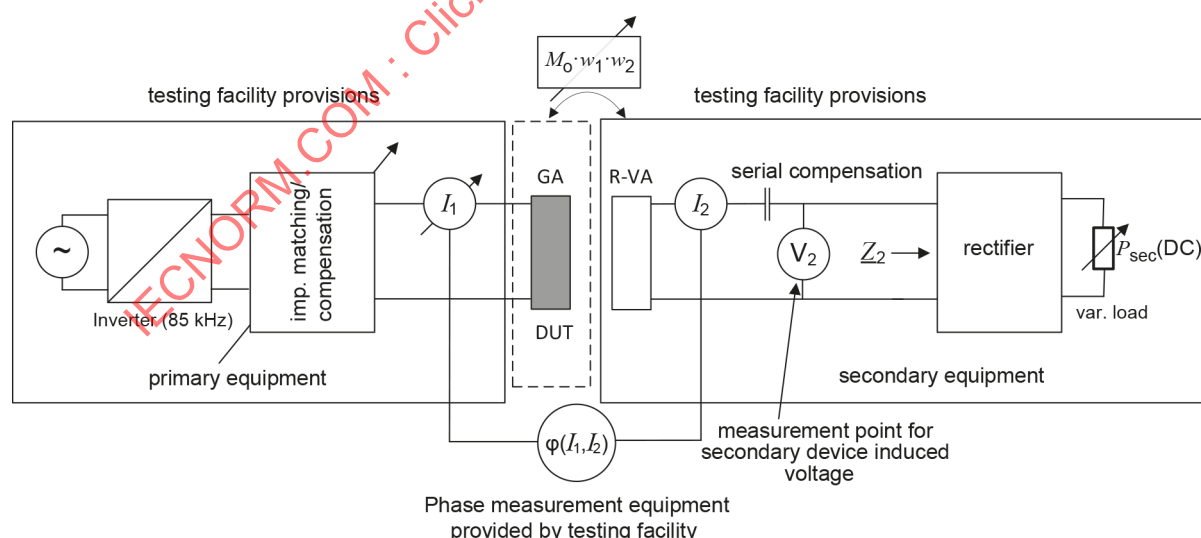
The following success criteria shall be met/confirmed during the electric interoperability conformance test:

- the desired power level is transferable with primary coil electrical test parameters and at coil positions shown in Table D.6;
- no mechanical, electrical or thermal degradation to the device under test while applying the electrical test parameters and at coil positions shown in Table D.6. The definition of suitable mechanical, electrical and thermal evaluation criteria is under coil manufacturer responsibility. The manufacturer shall also define how long a test at maximum power transfer rate shall last and whether or not load cycling shall be applied during the test. If applicable, the load cycling profile(s) shall be provided by the coil manufacturer.

The electric interoperability conformance tests as described in Annex D are exclusively meant to confirm electric interoperability of primary coils. These tests are not meant to confirm other requirements, for example concerning system efficiency, EMF, EMC. Such requirements need system level testing (product conformance testing).

D.3.3.2 Measurement procedures for reference and product primary coil electric interoperability testing

The test set-up for reference or product primary coil electric interoperability conformance tests is shown in Figure D.6.



IEC

Figure D.6 – Test set-up for reference or product primary coil electric interoperability conformance tests

The secondary side load, as well as primary coil and the secondary coil compensation networks do not have to be product representative. Usually, this equipment is provided by the test house. It is recommended to apply simple serial compensation at the secondary coil side.

The secondary coil variable load shall be set up such that the secondary coil sees the following resistive impedance:

$$Z_2 = \frac{P_{\text{sec}}}{|I_2|^2} \quad (\text{D.32})$$

In order to ensure that the nominal power is transferred while voltages, according to Table D.6, are induced in the secondary coil, the following applies for the current I_2 and for Z_2 subsequently:

$$|I_2|(\text{RMS}) = \frac{1}{\omega \times M_0 \times N_1 \times N_2 \times |I_{1, \text{max}}|} \times P_{\text{sec}} \quad (\text{D.33})$$

When formula (D.33) is applied for the setting of the current I_2 (Z_2 subsequently) and having ensured that the secondary coil inductance is fully compensated by the serial capacitor, the secondary coil induced voltage U_{i2} can be measured at the point indicated in Figure D.6.

D.3.3.2.1 Primary coil electric interoperability conformance testing procedure

- 1) Place the reference secondary coil over the primary coil (DUT) at the geometrical location, which represents the lowest value of magnetic coupling to be conformance tested, i.e. lowest expected value of M_0 .
- 2) Adjust the variable load in accordance with Formula (D.32) and Formula (D.33). This pre-setting of the variable load aims at the achievement of power level P_{sec} (DC) while the secondary coil induced voltage U_{i2} settles at the corresponding value in Table D.6.
- 3) Adjust the capacitance of the secondary coil serial compensation capacitor to a value which suits full compensation of secondary coil inductance L_2 .
- 4) Set the primary coil impedance matching and compensation network such that the primary coil impedance can be accommodated by the inverter.
- 5) Set the inverter's frequency to the desired operating frequency of the device under test and start increasing the current I_1 through the windings of the primary coil (DUT). While increasing I_1 , observe the phase between I_1 and I_2 and, if necessary, retune the phase to $90^\circ \pm 3^\circ$ by changing the operating frequency of the inverter. If the inverter operating frequency becomes different than the desired operating frequency $\pm 3\%$, stop the test, readjust the capacitance of the serial capacitor accordingly and resume the test.
- 6) While increasing the current I_1 , continue to observe that the current I_2 and the power P_{sec} fulfil requirements as per Formula (D.33). If necessary, readjust the variable load. Make sure that the current I_1 never exceeds its maximum allowable value (design limit).
- 7) When arriving at desired power level P_{sec} , stop increasing the current I_1 .
- 8) Check again that the phase between I_1 and I_2 is in the range of $90^\circ \pm 3^\circ$, that the ratio between the current I_2 and the power P_{sec} fulfil requirements as per Formula (D.33) and that the frequency is within the allowed range. If necessary, re-adjust all settings until arriving at desired values.
- 9) Under this test condition, confirm that the primary coil current does not exceed the maximum allowed current (design limit). If so, the electric interoperability of the primary coil has passed the electric interoperability conformance test.

D.3.4 Gauge devices for fundamental mutual inductance tests

D.3.4.1 General

The gauge devices described in D.3.4.2 and D.3.4.3 are meant to be used for magnetic interoperability tests of reference primary coils or product primary coils.

D.3.4.2 Coaxial secondary coil gauge device

D.3.4.2 describes the dimensions of the coaxial secondary coil gauge device to be used for magnetic interoperability conformation of reference primary coils or product primary coils. Calibration of the gauge device is done by the gauge device manufacturer.

The gauge device carries three windings, each of them consisting of 2 turns. Open circuit voltage measurement shall be performed on all three windings by means of a voltage measurement device, which provides an input impedance of 10 kΩ or higher.

For all three windings, the values for the mutual inductances are given in Table D.1, Table D.2 and Table D.3.

They are derived by measuring the voltages of the three windings and calculating the fundamental mutual inductance according to the formula

$$M_{oi} = \frac{U_i}{N_2 \times N_1 \times I_1 \times \omega} \quad (D.34)$$

where

ω is the angular frequency applied for the test ($\omega = 2 \times \pi \times 85$ kHz);

N_1 is number of turns of the reference primary coil or the product primary coil;

N_2 is number of turns per gauge device winding ($N_2 = 2$);

I_1 is the primary coil current (RMS value) under the condition that I_1 remains with constant amplitude during voltage measurements.

The index i indicates the values for the inner, middle and outer winding.

The fundamental mutual inductances M_{oi} may be used to derive an averaged fundamental mutual inductance. As an example, an average with equal weighting of the values is given in Formula (D.35):

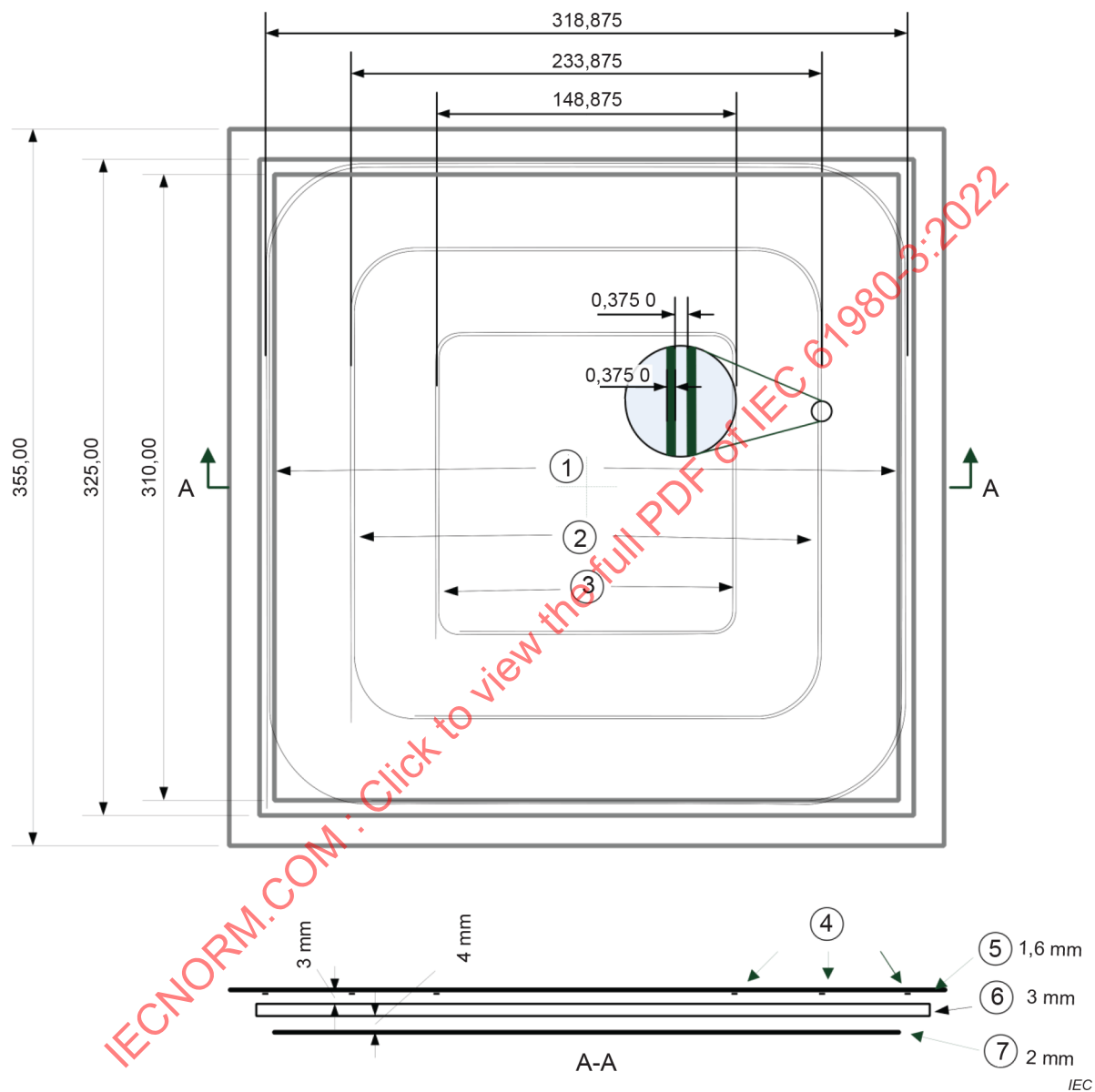
$$\overline{M_0} = \frac{1}{3}(M_{0inner} + M_{0middle} + M_{0outer}) \quad (D.35)$$

Other weightings might be appropriate for comparison with different dimensions of the product secondary coil.

If appropriate, the calibration factor C_{TD} represents the relation between the fundamental mutual inductance of the gauge device and the mutual inductance measured with the reference secondary coil.

$$M_0 = C_{TD} \times \overline{M_0} \quad (D.36)$$

The size and structure of the coaxial secondary coil gauge device is shown in Figure D.7.



Key

- 1 outer copper winding
- 2 middle copper winding
- 3 inner copper winding
- 4 PCB copper
- 5 PCB GFK
- 6 ferrite
- 7 aluminium

Figure D.7 – Coaxial coil gauge device "CC325"

D.3.4.3 Transversal secondary coil gauge device

D.3.4.3 describes the dimensions of the transversal secondary coil gauge device to be used for magnetic interoperability conformation of reference primary coils or product primary coils. Calibration of the gauge device is done by the gauge device manufacturer.

The gauge device carries an 8-shaped winding consisting of 1 winding with opposite winding direction with 2 turns each. Open circuit voltage measurement shall be performed by means of a voltage measurement device, which provides an input impedance of 10 kΩ or higher.

The fundamental mutual inductance shall be calculated in accordance to the following formula:

$$M_0 = C_{TD} \frac{\overline{U_i}}{N_2 \times N_1 \times I_1 \times \omega} \quad (D.37)$$

where

ω is the angular frequency applied for the test ($\omega = 2 \times \pi \times 85 \text{ kHz}$);

N_1 is number of turns of the reference primary coil or the product primary coil;

N_2 is number of turns per gauge device winding ($N_2 = 2$);

I_1 is the primary coil current (RMS value) under the condition that I_1 remains with constant amplitude during voltage measurements.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61980-3:2022

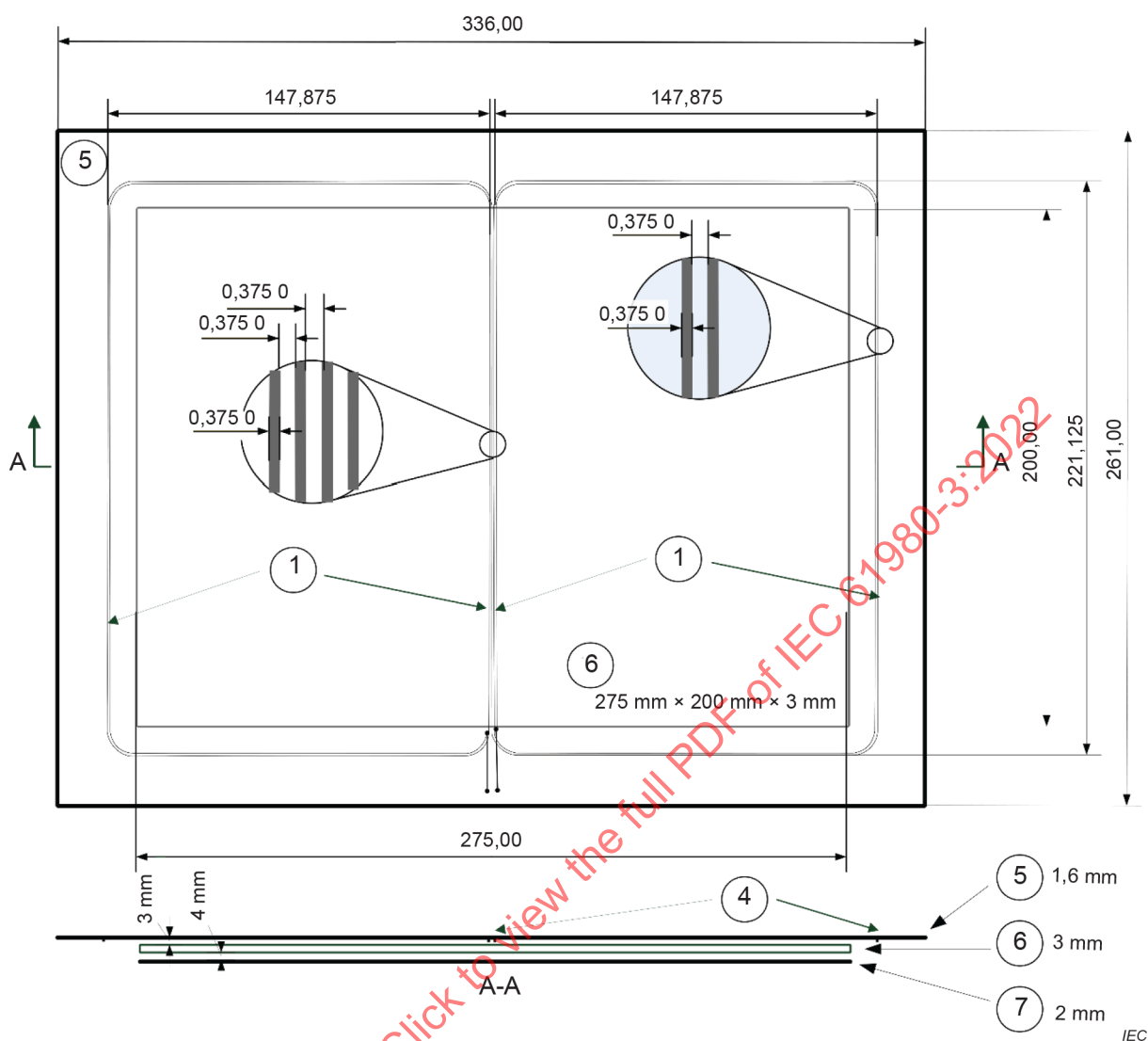


Figure D.8 – Transversal coil gauge device "DD275"

Annex E (informative)

Determining centre alignment point

E.1 General

Annex E gives one approach to determining the centre alignment point for a specific primary device and a specific secondary device.

The centre alignment point is specific for two devices, and is not a physical location that is fixed on a device.

The determination of a centre alignment point of a device against the normative reference devices can be very useful since that determines a position against a reference which can be useful when trying to determine centre alignment points between two devices when neither of them is a reference device if both of them have known centre alignment points relative to a reference device.

Caution should be exercised to ensure that the fields during any laboratory test are not at a level greater than allowed for safety (see 11.8).

E.2 Laboratory procedure for determining the approximate centre alignment point of a primary device of an SPC with a secondary device of a reference EVPC

On a test bench, set up the SPC with a reference (circular) EVPC of the maximum Z class that the SPC is able to work with. Set the Z height to the maximum for that class.

Turn power up to no more than 25 % and move the positions relative to each other to find the point of maximum coupling. Project the point which is the geometric centre of the secondary device of the reference EVPC onto the surface of the primary device of the SPC. That point is approximately the centre alignment point for this pair.

Mark the centre alignment point just determined, as well as the geometric centre of the primary device (in the case of two circular coils, the centre alignment point will be very close to the geometric centre).

E.3 Laboratory procedure for determining the approximate centre alignment point of an EVPC with a primary device of a reference SPC

This is the same procedure as in Clause E.2, except a primary device of the reference SPC shall be used with a secondary device of the EVPC for which the centre alignment point shall be determined.

E.4 Determining the centre alignment point for a coil pair through simulation

If the magnetic characteristics of both the primary device and the secondary device are known, the centre alignment point, which is the centre of the specified alignment tolerance area for the pair, can be determined through simulation using appropriate software. If the model is precise enough, it will yield results that are more precise and accurate than the laboratory procedure in Clause E.2.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 61786-1, *Measurement of DC magnetic, AC magnetic and AC electric fields from 1 Hz to 100 kHz with regard to exposure of human beings – Part 1: Requirements for measuring instruments*

ISO 4130, *Road vehicles – Three-dimensional reference system and fiducial marks- Definitions*

ISO 14117, *Active implantable medical devices – Electromagnetic compatibility – EMC test protocols for implantable cardiac pacemakers, implanted cardioverter defibrillators and cardiac resynchronization devices*

ISO 15118-1:2019, *Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 1: General information and use-case definition*

Recommendation ITU-R SM.2110-1, *Guidance on frequency ranges for operation of non-beam wireless power transmission for electric vehicles*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61980-3:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	123
INTRODUCTION.....	125
1 Domaine d'application	126
2 Références normatives	127
3 Termes et définitions	127
4 Abréviations	132
5 Généralités	132
6 Classification	132
7 Exigences générales relatives aux dispositifs d'alimentation	134
7.1 Architecture générale.....	134
7.2 Exigences relatives au transfert de puissance.....	134
7.3 Rendement	137
7.4 Alignement.....	138
7.5 Activités assurées par le système WPT.....	139
8 Communication.....	141
9 Interopérabilité du transfert de puissance	141
10 Protection contre les chocs électriques.....	142
10.1 Exigences générales.....	142
10.2 Degrés de protection contre l'accès aux parties actives dangereuses	142
11 Exigences spécifiques pour les systèmes WPT.....	142
12 Exigences relatives aux câbles de puissance	147
13 Exigences de construction	147
13.1 Exigences relatives aux dimensions et à l'installation du dispositif d'alimentation	147
13.4 Degrés IP	148
14 Résistance des matériaux et des parties.....	148
15 Conditions de service et d'essai	149
16 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	149
16.1 Conditions de charge et de fonctionnement.....	150
17 Marquages et instructions.....	156
Annexe A (normative) EVPC de référence circulaires.....	173
A.1 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT1	173
A.2 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT1/MF-WPT2	182
A.3 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT3.....	191
Annexe B (informative) Exemples d'autres dispositifs secondaires.....	201
B.1 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT1/Z1	201
B.2 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT1/Z2	202
B.3 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT2/Z1	202
B.4 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT2/Z2	203
B.5 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT2/Z3	204
B.6 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT3/Z1	205
B.7 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT3/Z2	206
B.8 Dispositif secondaire DD pour MF-WPT3/Z3	207
Annexe C (informative) Position de la bobine sur le point de stationnement.....	209
C.1 Généralités	209

C.2	Largeur des véhicules et des points de stationnement	209
C.3	Placement dans le sens de déplacement	209
Annexe D (informative)	Approche théorique pour l'interopérabilité des systèmes	211
D.1	Généralités	211
D.2	Interopérabilité magnétique et électrique	211
D.3	Essai de conformité et spécifications de mesure	229
Annexe E (informative)	Détermination du point d'alignement central	237
E.1	Généralités	237
E.2	Procédure de détermination en laboratoire du point d'alignement central approximatif du dispositif principal d'un SPC sur le dispositif secondaire d'un EVPC de référence	237
E.3	Procédure de détermination en laboratoire du point d'alignement central approximatif d'un EVPC sur le dispositif principal d'un SPC de référence	237
E.4	Détermination par simulation du point d'alignement central d'une paire de bobines	238
Bibliographie		239
Figure 101	– Dispositif en saillie	133
Figure 102	– Dispositif encastré	133
Figure 1	– Exemple de système MF-WPT	134
Figure 103	– Zones de protection du banc d'essai	145
Figure 104	– Exemple de montage de banc d'essai (version 1) – Vue du dessus	151
Figure 105	– Exemple de montage de banc d'essai (version 2) – Vue du dessus	152
Figure 106	– Vue latérale du montage d'essai représenté à la Figure 104	153
Figure 107	– Exemple de montage d'essai avec véhicule (version 1) – Vue du dessus	154
Figure 108	– Exemple de montage d'essai avec véhicule (version 2) – Vue du dessus	155
Figure 109	– Vue latérale du montage d'essai représenté à la Figure 107	156
Figure 110	– Représentation des positions d'essai	159
Figure A.1	– Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF- WPT1/Z1	174
Figure A.2	– Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT1/Z1	175
Figure A.3	– Circuit de compensation d'impédance	175
Figure A.4	– Exemple de circuit de redresseur	176
Figure A.5	– Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF- WPT1/Z2	177
Figure A.6	– Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT1	178
Figure A.7	– Circuit de compensation d'impédance	178
Figure A.8	– Exemple de circuit de redresseur	179
Figure A.9	– Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF- WPT1/Z3	180
Figure A.10	– Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1/Z3	181
Figure A.11	– Circuit de compensation d'impédance	181
Figure A.12	– Exemple de circuit de redresseur	182
Figure A.13	– Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF- WPT1 et MF-WPT2 Z1	183

Figure A.14 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1.....	184
Figure A.15 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	184
Figure A.16 – Exemple de circuit de redresseur.....	185
Figure A.17 – Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2.....	186
Figure A.18 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2.....	187
Figure A.19 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	187
Figure A.20 – Exemple de circuit de redresseur.....	188
Figure A.21 – Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3.....	189
Figure A.22 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2.....	190
Figure A.23 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	190
Figure A.24 – Exemple de circuit de redresseur.....	191
Figure A.25 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z1.....	192
Figure A.26 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT3.....	193
Figure A.27 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	193
Figure A.28 – Exemple de filtre de sortie et de redresseur.....	194
Figure A.29 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z2.....	195
Figure A.30 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT3/Z2.....	196
Figure A.31 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	196
Figure A.32 – Exemple de filtre de sortie et de redresseur.....	197
Figure A.33 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z3.....	198
Figure A.34 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT3.....	199
Figure A.35 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables.....	199
Figure A.36 – Exemple de filtre de sortie et de redresseur.....	200
Figure B.1 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT1/Z1.....	201
Figure B.2 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT1/Z2.....	202
Figure B.3 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT2/Z1.....	203
Figure B.4 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT2/Z2.....	204
Figure B.5 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT2/Z3.....	205
Figure B.6 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z1.....	206
Figure B.7 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z2.....	207
Figure B.8 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z3.....	208

Figure D.1 – Schéma général du concept qui représente les bobines avec leurs accès vers l'électronique de puissance et les paramètres variables	213
Figure D.2 – Schéma d'explication de l'impédance.....	220
Figure D.3 – Généralités – Comportement général de l'impédance réfléchie (exemple).....	222
Figure D.4 – Espace d'impédance de la bobine principale (exemple)	227
Figure D.5 – Espaces d'impédance de la bobine principale de référence et de l'électronique alternative	228
Figure D.6 – Montage d'essai pour les essais de conformité d'interopérabilité électrique des bobines principales de référence ou de produit	231
Figure D.7 – Gabarit de bobine coaxiale "CC325"	234
Figure D.8 – Gabarit de bobine transversale "DD275"	236
Tableau 101 – Classes de puissance MF-WPT	132
Tableau 102 – Plage de distances au sol du dispositif secondaire prises en charge.....	133
Tableau 103 – Taux d'augmentation et de réduction de la puissance de sortie d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A	136
Tableau 104 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A et un dispositif de VE de référence normative de même classe de puissance	137
Tableau 105 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A et un dispositif de VE de référence normative de classe de puissance différente.....	138
Tableau 106 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B et un EVPC spécifique	138
Tableau 107 – Tolérance d'alignement d'un dispositif principal (classe de compatibilité A).....	139
Tableau 108 – Récapitulatif des exigences en fonction de la classe de compatibilité	140
Tableau 109 – Positions d'alignement et valeurs de décalage des dispositifs principaux qui font partie de dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A	160
Tableau 110 – Positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif de classe de compatibilité A.....	163
Tableau 111 – Exemple de positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B.....	165
Tableau 112 – Corps d'essai pour le danger au toucher.....	167
Tableau 113 – Corps d'essai pour l'essai du risque d'inflammation	167
Tableau 114 – Action de détection de véhicule	172
Tableau A.1 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.2.....	175
Tableau A.2 – Plage de facteurs de couplage	176
Tableau A.3 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.6.....	178
Tableau A.4 – Plage de facteurs de couplage	179
Tableau A.5 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.10	181
Tableau A.6 – Plage de facteurs de couplage	182
Tableau A.7 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.14.....	184
Tableau A.8 – Valeurs des réactances variables	185
Tableau A.9 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1	185
Tableau A.10 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.18	187

Tableau A.11 – Valeurs des réactances variables	188
Tableau A.12 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2	188
Tableau A.13 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.22	190
Tableau A.14 – Valeurs des réactances variables	191
Tableau A.15 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3	191
Tableau A.16 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.26	193
Tableau A.17 – Valeurs des réactances variables	194
Tableau A.18 – Valeurs d'inductance pour la Figure A.28	194
Tableau A.19 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT3/Z1	194
Tableau A.20 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.30	196
Tableau A.21 – Valeurs des réactances variables	197
Tableau A.22 – Valeurs d'inductance pour la Figure A.32	197
Tableau A.23 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT3/Z2	197
Tableau A.24 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.17	199
Tableau A.25 – Valeurs des réactances variables	200
Tableau A.26 – Valeurs d'inductance pour la Figure A.36	200
Tableau A.27 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT3/Z3	200
Tableau B.1 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT1/Z1	201
Tableau B.2 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT1/Z2	202
Tableau B.3 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence DD MF-WPT2/Z1	203
Tableau B.4 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence DD MF-WPT2/Z2	204
Tableau B.5 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT2/Z3	205
Tableau B.6 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z1	206
Tableau B.7 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z2	207
Tableau B.8 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire DD MF-WPT3/Z3	208
Tableau D.1 – Description des termes	213
Tableau D.2 – Valeurs d'inductance mutuelle fondamentale M_0 pour Z1 (en μH)	216
Tableau D.3 – Valeurs d'inductance mutuelle fondamentale M_0 pour Z2 (en μH)	217
Tableau D.4 – Valeurs d'inductance mutuelle fondamentale M_0 pour Z3 (en μH)	218
Tableau D.5 – Explication des termes	220
Tableau D.6 – Tensions (en valeur efficace) qui doivent être induites dans les bobines secondaires de référence circulaires	225
Tableau D.7 – Paramètres recommandés pour l'espace d'impédance de la bobine principale	228

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES DE TRANSFERT DE PUISSANCE SANS FIL (WPT)
POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES –****Partie 3: Exigences spécifiques pour les systèmes
de transfert de puissance sans fil par champ magnétique**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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.

L'IEC 61980-3 a été établie par le comité d'études 69 de l'IEC: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
69/857/FDIS	69/866/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- déclaration de conformité: *caractères italiques*.

La présente partie doit être utilisée conjointement avec l'IEC 61980-1:2020.

Les articles des exigences particulières du présent document complètent ou modifient les articles correspondants de l'IEC 61980-1:2020. Lorsque le texte mentionne "addition" ou "remplacement" de l'exigence applicable, des modalités d'essai ou de l'explication de l'IEC 61980-1:2020, ces modifications sont apportées au texte correspondant de l'IEC 61980-1:2020, qui devient alors partie intégrante de la norme. Lorsqu'aucune modification n'est nécessaire, la mention "L'Article/Le xx de l'IEC 61980-1:2020 s'applique" est utilisée. Les éléments qui s'ajoutent à ceux de l'IEC 61980-1:2020 sont numérotés à partir de 101. Les annexes sont numérotées à partir de A.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61980, publiées sous le titre général *Systèmes de transfert de puissance sans fil (WPT) pour véhicules électriques*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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 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 61980 est publiée sous forme de parties distinctes selon la structure suivante:

- l'IEC 61980-1 couvre les exigences générales concernant les systèmes de transfert de puissance sans fil (WPT) pour les véhicules électriques (VE) routiers, y compris le contexte général et les définitions (par exemple, rendement, sécurité électrique, CEM, champs électromagnétiques);
- l'IEC 61980-2¹ s'applique spécifiquement au transfert de puissance sans fil par champ magnétique (MF-WPT) pour les véhicules électriques (EV) routiers et couvre les exigences spécifiques concernant les activités du système et la communication entre le côté véhicule électrique routier et le côté non embarqué, y compris le contexte général et les définitions;
- l'IEC 61980-3 couvre les exigences spécifiques concernant le transfert de puissance du côté non embarqué des systèmes de transfert de puissance sans fil par champ magnétique pour les véhicules électriques routiers (par exemple, rendement, sécurité électrique, CEM, champs électromagnétiques).

Les exigences concernant les composants embarqués des systèmes MF-WPT pour les véhicules électriques routiers sont décrites dans l'ISO 19363.

L'IEC 61980-3 reprend la structure de l'IEC 61980-1:2020.

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/AFDIS 61980-2:2022.

SYSTÈMES DE TRANSFERT DE PUISSANCE SANS FIL (WPT) POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES –

Partie 3: Exigences spécifiques pour les systèmes de transfert de puissance sans fil par champ magnétique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61980 s'applique au matériel d'alimentation non embarqué pour le transfert de puissance sans fil par champ magnétique (MF-WPT) aux véhicules électriques routiers, afin d'assurer l'alimentation en énergie électrique du RESS (système de stockage d'énergie rechargeable) et/ou d'autres systèmes électriques embarqués. Le système MF-WPT fonctionne aux tensions d'alimentation assignées normalisées selon l'IEC 60038, jusqu'à 1 000 V en courant alternatif et jusqu'à 1 500 V en courant continu, du réseau d'alimentation. Le transfert de puissance a lieu lorsque le véhicule électrique (VE) est immobile.

Un matériel d'alimentation non embarqué qui satisfait aux exigences du présent document est prévu pour fonctionner avec des dispositifs de VE qui satisfont aux exigences décrites dans l'ISO 19363.

Le présent document couvre:

- les caractéristiques et les conditions de fonctionnement;
- le niveau exigé de sécurité électrique;
- les exigences de communication de base pour les questions de sécurité et de processus, si un système MF-WPT l'exige;
- les exigences de positionnement pour assurer un transfert de puissance MF-WPT efficace et sûr; et
- les exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) spécifiques aux systèmes MF-WPT.

Les aspects suivants sont à l'étude pour les documents ultérieurs:

- les exigences relatives aux systèmes MF-WPT pour véhicules à deux et trois roues;
- les exigences relatives aux systèmes MF-WPT qui alimentent les VE en mouvement;
- les exigences relatives au transfert de puissance bidirectionnel;
- les exigences relatives aux dispositifs principaux encastrés;
- les exigences relatives aux systèmes MF-WPT pour véhicules utilitaires lourds; et
- les exigences relatives aux systèmes MF-WPT avec des puissances d'entrée supérieures à 11,1 kVA.

Le présent document ne s'applique pas

- aux aspects de sécurité relatifs à la maintenance; et
- aux trolleybus, aux véhicules ferroviaires et aux véhicules conçus principalement pour une exploitation non routière.

NOTE Les termes utilisés dans le présent document concernent spécifiquement le MF-WPT.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61439-1:2020, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61439-7:2018, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 7: Ensembles pour les applications spécifiques comme les marinas, les terrains de camping, les marchés et pour les bornes de charge de véhicules électriques*

IEC 61980-1:2020, *Systèmes de transfert de puissance sans fil (WPT) pour véhicules électriques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61980-2:—, *Electric vehicle wireless power transfer (WPT) systems – Part 2: Specific requirements for MF-WPT system communication and activities* (disponible en anglais seulement)²

ISO 19363:2020, *Véhicules routiers électriques – Transmission d'énergie sans fil par champ magnétique – Exigences de sécurité et d'interopérabilité*

ISO 20653, *Véhicules routiers – Degrés de protection (codes IP) – Protection des équipements électriques contre les corps étrangers, l'eau et les contacts*

ICNIRP, *Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz)*, Health Physics 99(6):818-836; 2010

Recommandation UIT-R SM.2110-1:2019, *Orientations relatives aux gammes de fréquences pour l'exploitation des systèmes de transmission d'énergie sans fil n'utilisant pas de faisceau pour les véhicules électriques*

3 Termes et définitions

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

L'Article 3 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique.

Termes et définitions supplémentaires:

3.101

partie accessible

partie du matériel qui peut être touchée sans l'aide d'un outil, à l'exclusion des parties situées sous le véhicule

² En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: IEC/AFDIS 61980-2:2022.

3.102

alignement

position relative sur les axes X et Y du dispositif secondaire par rapport au dispositif principal pour une distance au sol donnée du dispositif secondaire

3.103

zone de tolérance d'alignement

zone de fonctionnement prévue du WPT sur les axes X et Y pour une distance au sol donnée du dispositif secondaire

3.104

point d'alignement central

centre spatial X, Y de la zone de tolérance d'alignement

Note 1 à l'article: Le point d'alignement central n'est pas un point fixe pour une bobine isolée. Il est pertinent uniquement pour la combinaison d'un dispositif principal et d'un dispositif secondaire, et est spécifique à cette combinaison.

3.105

session de charge

période pendant laquelle le SECC est à l'état WPT_S_PTA ou WPT_S_PT défini dans l'IEC 61980-2

3.106

dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

dispositif d'alimentation qui interagit avec les dispositifs de VE de classe de compatibilité A

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 19363:2020, Article 6.

Note 2 à l'article: Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A est interopérable avec tous les EVPC de référence normative – voir l'Annexe A.

3.107

dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

dispositif d'alimentation qui fonctionne avec au moins un dispositif de VE de classe de compatibilité B et qui peut interagir avec un ou plusieurs dispositifs de VE de classe de compatibilité A

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 19363:2020, Article 6.

Note 2 à l'article: L'interopérabilité avec des EVPC de référence normative est facultative.

3.108

câble de connexion

câble qui relie une unité physique qui contient des parties du SPC à une autre unité physique qui contient des parties du SPC

Note 1 à l'article: Les câbles au sein d'une unité physique ne sont pas des câbles de connexion.

3.109

DUT

dispositif en essai

Note 1 à l'article: L'abréviation "DUT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "device under test".

3.110 **contrôleur de communication de véhicule électrique** **EVCC**

système intégré au véhicule qui établit la communication entre le véhicule et le SECC afin de prendre en charge des fonctions spécifiques

Note 1 à l'article: Ces fonctions spécifiques peuvent être, par exemple, le contrôle des canaux d'entrée et de sortie, le chiffrement ou le transfert de données entre le véhicule et le SECC.

Note 2 à l'article: L'abréviation "EVCC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "electric vehicle communication controller".

[SOURCE: ISO 15118-1:2019, 3.1.31]

3.111 **circuit de puissance de VE** **EVPC**

assemblage de composants embarqués, qui comprend le dispositif secondaire et l'électronique de puissance de VE, ainsi que les connexions mécaniques

Note 1 à l'article: L'abréviation "EVPC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "EV power circuit".

VOIR: Figure 1.

3.112 **électronique de puissance de VE**

composant embarqué qui convertit la puissance et la fréquence du dispositif secondaire en sortie de courant continu de l'EVPC

EXEMPLES Réseau d'adaptation d'impédance (IMN, *Impedance Matching Network*), filtre, redresseur, convertisseur d'impédance

3.113 **encastré**

montage d'un dispositif principal de telle sorte que le revêtement supérieur du dispositif principal soit aligné sur la chaussée

3.114 **corps étranger**

corps qui n'est pas une pièce fixée au véhicule ou au système WPT

3.115 **inductance mutuelle fondamentale**

inductance mutuelle de deux bobines spécifiques situées à une position physique particulière l'une par rapport à l'autre

3.116 **gabarit**

dispositif d'essai qui caractérise les champs magnétiques associés à une bobine

3.117 **centre géométrique**

centre spatial X, Y de la bobine principale ou de la bobine secondaire

3.118 **classe de puissance MF-WPT**

classe de puissance du dispositif d'alimentation de systèmes MF-WPT définie du point de vue de la puissance maximale absorbée par le réseau d'alimentation, afin de piloter le dispositif d'alimentation

3.119

WPT par champ magnétique

MF-WPT

transfert de l'énergie électrique fournie par une source d'alimentation vers une charge électrique par un champ magnétique, sans connexion galvanique

Note 1 à l'article: L'abréviation "MF-WPT" est dérivée du terme anglais développé correspondant "magnetic field WPT".

3.120

résonance magnétique

transfert de puissance sans fil par champ magnétique (MF-WPT) qui utilise au moins une bobine présentant un facteur de qualité élevé et au moins un réseau d'adaptation ou de compensation d'impédance fonctionnant à la résonance ou proche de la résonance

3.121

fréquence de fonctionnement

fréquence utilisée pour transmettre l'énergie entre le dispositif d'alimentation et le dispositif de VE dans la plage de fréquences du système

3.122

rendement du transfert de puissance

rapport de la puissance de sortie de l'EVPC divisée par la puissance d'entrée du SPC

3.123

bobine principale

composant du dispositif principal qui comprend un ou plusieurs enroulements électriques et matériaux magnétiques qui génère un champ magnétique pour le MF-WPT

3.124

dispositif principal

composant externe qui comprend la bobine principale et son réseau de compensation, qui génère et forme le champ magnétique pour le MF-WPT

Note 1 à l'article: Inclut les enveloppes, les capots et le câblage.

3.125

EVPC de référence

EVPC utilisé pour les besoins des essais de conformité

3.126

SPC de référence

SPC utilisé pour les besoins des essais de conformité

Note 1 à l'article: L'abréviation "SPC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "supply power circuit".

3.127

ensemble restant

ensemble ou ensembles d'assemblages qui contiennent tous les composants du circuit de puissance d'alimentation qui ne sont pas contenus dans l'ensemble inférieur du véhicule

3.128

bobine secondaire

composant du dispositif secondaire qui comprend un ou plusieurs enroulements électriques et matériaux magnétiques et qui capture un champ magnétique pour le MF-WPT

3.129**dispositif secondaire**

composant embarqué qui comprend la bobine secondaire et son réseau de compensation, et qui capture le champ magnétique

Note 1 à l'article: Inclut les enveloppes, les capots et le câblage.

3.130**distance au sol du dispositif secondaire**

distance verticale entre la surface du sol et le point le plus bas du dispositif secondaire, y compris l'enveloppe

Note 1 à l'article: La surface inférieure peut ne pas être plane et peut ne pas être parallèle à la surface du sol.

3.131**contrôleur de communication de l'infrastructure de recharge****SECC**

composant non embarqué qui met en œuvre la communication avec l'EVCC ou les EVCC

Note 1 à l'article: Les fonctions d'un contrôleur de communication de l'infrastructure de recharge peuvent contrôler les canaux d'entrée et de sortie, le chiffrement des données ou le transfert de données entre le véhicule et le SECC.

Note 2 à l'article: Un SECC peut contrôler plusieurs dispositifs d'alimentation dans certaines configurations.

Note 3 à l'article: L'abréviation "SECC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "supply equipment communication controller".

3.132**circuit de puissance d'alimentation****SPC**

assemblage de composants non embarqués, qui comprend le dispositif principal et l'électronique de puissance d'alimentation, ainsi que les connexions électriques et mécaniques

VOIR Figure 1.

3.133**électronique de puissance d'alimentation**

composant non embarqué, qui convertit la puissance et la fréquence du réseau d'alimentation en puissance et fréquence nécessaires pour le dispositif principal

3.134**en saillie**

montage d'un dispositif principal de telle sorte qu'il fasse saillie au-dessus du sol jusqu'à une certaine hauteur de montage

3.135**plage de fréquences du système**

plage de fréquences sur laquelle le système est conçu pour transférer la puissance

3.136**ensemble inférieur du véhicule**

ensemble d'assemblages qui contient tous les composants du SPC qui est destiné à être placé sous le véhicule lorsqu'il est en position pour être chargé

3.137**X**

sens de déplacement du véhicule selon l'ISO 4130

3.138**Y**

direction perpendiculaire au sens de déplacement selon l'ISO 4130

4 Abréviations

L'Article 4 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique.

5 Généralités

L'Article 5 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique.

6 Classification

L'Article 6 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec les exceptions suivantes:

Addition:

6.101 Classes de compatibilité

Le dispositif d'alimentation est classé en fonction de la classe de compatibilité:

- dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A;
- dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B.

6.102 Classes de puissance de transfert

Les SPC qui font partie des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A sont classés selon les classes MF-WPT décrites dans le Tableau 101.

Le fabricant doit spécifier la puissance d'entrée assignée du circuit de puissance d'alimentation.

Tableau 101 – Classes de puissance MF-WPT

Classe MF-WPT	Puissance d'entrée assignée du SPC en kVA
MF-WPT1	$\leq 3,7$
MF-WPT2	$> 3,7$ et $\leq 7,7$
MF-WPT3	$> 7,7$ et $\leq 11,1$
MF-WPT4	$> 11,1$ et $\leq 22,2$

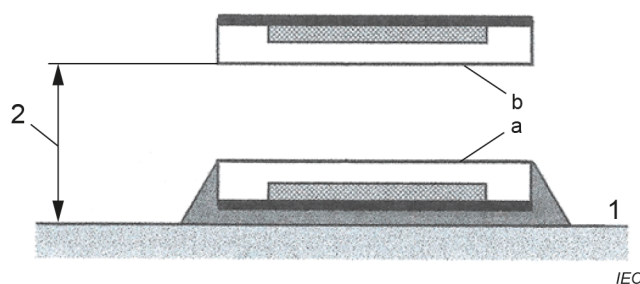
NOTE 101 La puissance d'entrée assignée peut être choisie à une valeur quelconque jusqu'à la valeur maximale pour la classe.

NOTE 102 Les exigences relatives à la classe MF-WPT4 sont à l'étude.

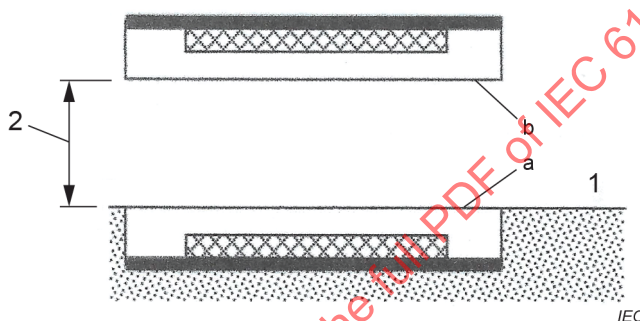
6.103 Installation

Le dispositif principal est classé selon le type de montage:

- en saillie – voir la Figure 101;
- encastré – voir la Figure 102.

**Légende**

- a dispositif principal
- b dispositif secondaire
- 1 surface de la route
- 2 distance au sol du dispositif secondaire

Figure 101 – Dispositif en saillie**Légende**

- a dispositif principal
- b dispositif secondaire
- 1 surface de la route
- 2 distance au sol du dispositif secondaire

Figure 102 – Dispositif encastré

Les dispositifs principaux non fixés à la surface de montage sont à l'étude.

Voir l'Annexe C pour la position au point de stationnement.

6.104 Classes Z

Le SPC qui fait partie d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A est classé en fonction des distances au sol du dispositif secondaire prises en charge, comme cela est spécifié dans le Tableau 102.

Tableau 102 – Plage de distances au sol du dispositif secondaire prises en charge

Classe Z du circuit de puissance d'alimentation	Plage de distances au sol du dispositif secondaire prises en charge mm
Z1	100 à 150
Z2	100 à 210
Z3	100 à 250

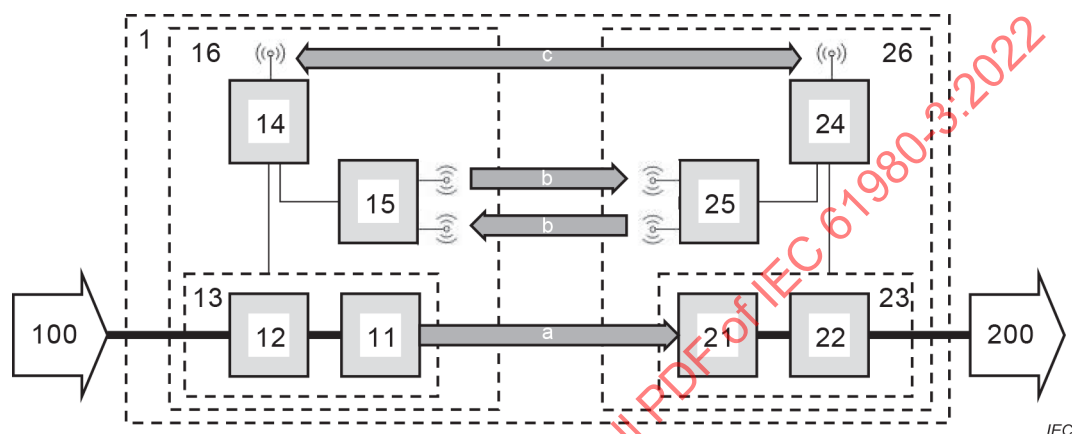
7 Exigences générales relatives aux dispositifs d'alimentation

L'Article 7 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

7.1 Architecture générale

Remplacement:

La Figure 1 représente la structure des composants décrits dans le présent document. Les architectures de communication et de signalisation supplémentaires pour prendre en charge les activités MF-WPT s'appliquent conformément à l'IEC 61980-2.



Légende	Nom	Légende	Nom
1	système MF-WPT	21	dispositif secondaire
11	dispositif principal	22	électronique de puissance de VE
12	électronique de puissance d'alimentation	23	circuit de puissance de VE (EVPC)
13	circuit de puissance d'alimentation (SPC)	24	contrôleur de communication du VE (EVCC)
14	contrôleur de communication de l'infrastructure de recharge (SECC)	25	contrôleur P2PS du dispositif de VE
15	contrôleur P2PS du dispositif d'alimentation	26	dispositif de VE
16	dispositif d'alimentation	200	RESS
100	réseau d'alimentation	b	signalisation sans fil
a	flux de puissance sans fil	c	communication sans fil

NOTE Voir l'IEC 61980-2 pour plus d'informations sur les éléments 14, 15, 24, 25, b et c.

Figure 1 – Exemple de système MF-WPT

7.2 Exigences relatives au transfert de puissance

Paragraphes supplémentaires:

7.2.101 Généralités

Sauf indication contraire dans l'un des articles suivants du présent document, les exigences s'appliquent tant aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A qu'aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B ainsi qu'à leurs composants.

Si le fonctionnement d'un EVPC de l'Annexe A avec un dispositif d'alimentation candidat de classe de compatibilité B est soumis à l'essai, il convient pour les besoins de l'essai de considérer et spécifier cet EVPC comme s'il s'agissait d'un dispositif de VE de classe de compatibilité B (voir le Tableau 108).

Les procédures de vérification de la conformité sont fournies en 101.1.

7.2.102 Exigences de fréquence

Les exigences de fréquence suivantes s'appliquent tant aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A qu'aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B.

Pour la classe de compatibilité A, le dispositif d'alimentation doit utiliser la résonance magnétique pour procéder au transfert de puissance dans les limites de la plage de fréquences fondamentales comprises entre 79 kHz et 90 kHz conformément à la Recommandation UIT-R SM.2110.1:2019, Tableau 1.

Pour la classe de compatibilité B, le dispositif d'alimentation doit fonctionner dans les limites de la plage de fréquences fondamentales comprise entre 79 kHz et 90 kHz. Seule la fréquence fondamentale peut être utilisée pour le transfert de puissance.

Pour une session de charge donnée, la fréquence de fonctionnement peut être définie à basse puissance sur une fréquence comprise dans la plage de fréquences du système. La fréquence de fonctionnement doit rester fixe, à $\pm 0,050$ kHz, pendant la durée de la session de charge, sauf si le niveau de puissance est réduit pour satisfaire aux exigences de basse puissance.

A cette fin, la basse puissance est un niveau de puissance inférieur ou égal à 25 % de la pleine puissance pour la combinaison spécifique dispositif d'alimentation/dispositif de VE. Elle est déterminée comme la valeur la plus faible de la puissance d'entrée maximale (kVA) injectée dans le dispositif d'alimentation ou la puissance de sortie assignée de l'EVPC.

NOTE 101 Même si une fréquence fixe dans la plage de fréquences du système est admissible, la fréquence de fonctionnement nominale des EVPC de référence normative est de 85 kHz.

NOTE 102 Dans le pays suivant, une variation de fréquence lors du transfert de puissance peut être tolérée sous certaines conditions: Japon.

7.2.103 Niveaux de tension d'entrée et de puissance en kVA

Pour les dispositifs d'alimentation de classes de compatibilité A et B, le fabricant doit spécifier la plage de tensions d'entrée de fonctionnement et la puissance d'entrée assignée en kVA.

7.2.104 Niveaux de tension de sortie

7.2.104.1 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A, les EVPC de référence normative doivent fournir des tensions de sortie comprises entre 280 V et 420 V aux niveaux de puissance maximaux (voir 7.2.105.1).

7.2.104.2 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B, les tensions de sortie minimale et maximale de l'EVPC ou des EVPC sont spécifiées par le fabricant.

- $V_{\min}$ est la tension de sortie minimale;
- $V_{\max}$ est la tension de sortie maximale;
- V_{range} est égale à $(V_{\max} - V_{\min})$.

7.2.105 Niveaux de puissance de sortie

7.2.105.1 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A doit être capable de fournir la puissance maximale à tous les dispositifs de référence normative spécifiés à l'Annexe A. Les conditions du transfert de puissance maximale sont indiquées ci-après.

Lorsque la classe de puissance WPT de l'EVPC de référence normative est supérieure ou égale à celle du dispositif d'alimentation, la puissance maximale fournie est atteinte lorsque la puissance d'entrée du dispositif d'alimentation est la puissance assignée en kVA.

Lorsque la classe de puissance WPT de l'EVPC de référence normative est inférieure à la classe de puissance du dispositif d'alimentation, la puissance maximale fournie est atteinte lorsque la puissance de sortie de l'EVPC est au niveau de puissance assignée de l'EVPC.

7.2.105.2 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B doit être en mesure de fournir la puissance de sortie assignée à l'EVPC ou aux EVPC spécifiés par le fabricant du dispositif d'alimentation.

7.2.106 Performances dynamiques

7.2.106.1 Généralités

Pour les dispositifs d'alimentation de classes de compatibilité A et B, les délais d'arrêt suivants sont exigés.

En condition d'arrêt d'urgence, le dispositif d'alimentation doit réduire le courant de bobine de son dispositif principal et interrompre le transfert de puissance dans la seconde qui suit l'identification de l'arrêt d'urgence.

En cas de perte de communication entre l'EVPC et le SECC, la puissance doit être réduite à un niveau suffisamment faible pour respecter les exigences de champ électromagnétique dans les 4 s qui suivent la perte de communication, avec un délai inférieur ou égal à 2 s pour déclencher l'arrêt après la détection de la perte de communication. La puissance doit continuer à diminuer jusqu'à zéro watt.

Lorsque le transfert de puissance est défini sur 0 W ou qu'il est arrêté, le courant dans la bobine du dispositif principal doit être tel que les exigences de champ électromagnétique indiquées ici sont toutes respectées.

7.2.106.2 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A, en fonctionnement normal, les taux d'augmentation et de réduction de la puissance de sortie doivent se situer dans les plages indiquées dans le Tableau 103.

Tableau 103 – Taux d'augmentation et de réduction de la puissance de sortie d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Fonctionnement normal	Puissance minimale	Puissance maximale
Taux d'augmentation de la puissance de sortie	0,25 kW/s	2 kW/s
Taux de réduction de la puissance de sortie	2,5 kW/s	(aucune valeur)

Le dépassement du courant d'entrée du dispositif d'alimentation doit rester inférieur ou égal à 10 % de sa valeur cible pendant l'augmentation ou la réduction.

Le dispositif d'alimentation doit comporter des fonctions permettant d'augmenter et de réduire la puissance fournie à l'EVPC pendant le transfert de puissance. Le dispositif d'alimentation effectue ces réglages en ajustant le courant transmis à la bobine du dispositif principal.

Le temps de réponse du contrôleur du dispositif d'alimentation doit être inférieur ou égal à 2 ms pour réguler le courant vers la bobine du dispositif principal dans toutes les conditions de fonctionnement.

NOTE Des systèmes de commande distincts, mais qui interagissent, peuvent être présents sur le dispositif d'alimentation et l'EVPC (voir l'IEC 61980-2).

Il convient de spécifier des considérations particulières relatives à la stabilité de commande dans le cas d'un EVPC capable d'apporter des modifications qui ont une incidence sur la distribution de puissance ou l'impédance au niveau du dispositif principal.

Si l'EVPC est capable d'apporter des modifications qui ont une incidence sur la distribution de puissance ou l'impédance au niveau du dispositif d'alimentation, ces modifications ne doivent pas entraîner de variations de la puissance fournie qui dépassent les taux d'augmentation et de réduction ci-dessus en fonctionnement normal. L'EVCC ne doit demander des modifications au dispositif d'alimentation que pendant le démarrage et en fonctionnement normal, après avoir terminé ses propres réglages de commande. En fonctionnement normal, l'EVPC doit apporter toutes les modifications qui ont une incidence sur la puissance ou l'impédance au niveau du dispositif principal à une fréquence inférieure ou égale à 50 Hz, de sorte que le dispositif d'alimentation puisse compenser ces variations avant l'introduction d'autres modifications de l'impédance. Si l'EVPC détecte une condition d'urgence ou d'erreur, il peut apporter des modifications à toute fréquence nécessaire afin de maintenir des conditions de fonctionnement sûres.

7.2.106.3 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B, le fabricant doit spécifier les taux d'augmentation et de réduction de la puissance en fonctionnement normal, le dépassement du courant d'entrée du dispositif d'alimentation et la largeur de bande de commande.

7.3 Rendement

Paragraphes supplémentaires:

7.3.101 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A doit prendre en charge le rendement minimal du transfert de puissance, conformément au Tableau 104, lorsqu'il fonctionne avec un EVPC de référence de la même classe de puissance WPT à sa puissance d'entrée assignée, en kVA.

Tableau 104 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A et un dispositif de VE de référence normative de même classe de puissance

Alignement	Rendement minimal du transfert de puissance
Au point d'alignement central	85 %
Dans la plage de tolérances d'alignement	80 %

Étant donné que les dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A peuvent être classés à un niveau de puissance WPT différent de celui de l'EVPC auquel il leur est demandé de fournir la puissance, les exigences de rendement relatives à cette différence de niveau de puissance sont indiquées dans le Tableau 105.

Si la classe de puissance du dispositif d'alimentation est inférieure ou égale à celle de l'EVPC, les exigences de rendement du Tableau 105 s'appliquent lorsque le dispositif d'alimentation fonctionne à sa puissance d'entrée assignée en kVa.

Si la classe du dispositif d'alimentation est supérieure à celle de l'EVPC, les exigences de rendement du Tableau 105 s'appliquent lorsque la sortie de l'EVPC correspond à la puissance de sortie maximale assignée.

Tableau 105 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A et un dispositif de VE de référence normative de classe de puissance différente

Alignement	Différence de classe de puissance entre le dispositif d'alimentation et le dispositif de VE	
	Une classe de puissance	Deux classes de puissance
Au point d'alignement central	82 %	80 %
Dans la plage de tolérances d'alignement	77 %	75 %

7.3.102 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B est conçu pour fonctionner avec des EVPC spécifiques. Lorsqu'il fonctionne à sa puissance d'entrée assignée en kVA, le rendement doit être conforme au Tableau 106.

Tableau 106 – Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B et un EVPC spécifique

Alignement	Rendement minimal du transfert de puissance
Au point d'alignement central	85 %
Dans la plage de tolérances d'alignement	75 %

7.4 Alignement

Paragraphes supplémentaires:

7.4.101 Zone de tolérance d'alignement pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

La zone de tolérance d'alignement par rapport au point d'alignement central du dispositif principal d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A est un rectangle, comme cela est spécifié dans le Tableau 107.

Tableau 107 – Tolérance d'alignement d'un dispositif principal (classe de compatibilité A)

Axe	Plage de tolérances d'alignement
	mm
X	±75
Y	±100

7.4.102 Plage de distances au sol du dispositif secondaire pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A doit être en mesure de satisfaire aux exigences de performances en tant que dispositif d'alimentation de classe Z3, conformément au Tableau 102.

7.4.103 Zone de tolérance d'alignement pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Le fabricant doit spécifier la forme et les dimensions de la zone de tolérance d'alignement par rapport au point d'alignement central du dispositif principal d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B (dispositif principal de classe B), ainsi que la combinaison spécifique dispositif d'alimentation/dispositif de VE. En présence de plusieurs combinaisons, la zone de tolérance d'alignement pour chaque combinaison doit être spécifiée.

7.4.104 Plage de distances au sol du dispositif secondaire pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Étant donné que le fabricant spécifie les EVPC avec lesquels le dispositif d'alimentation de classe B doit être soumis à l'essai, il doit également spécifier la plage de distances au sol du dispositif secondaire pour la combinaison dispositif d'alimentation-dispositif de VE. En présence de plusieurs combinaisons, la plage de distances au sol pour chaque combinaison doit être spécifiée.

7.5 Activités assurées par le système WPT

Addition:

L'IEC 61980-2 modélise le processus de fonctionnement du MF-WPT en tant que session WPT, qui est organisée en séquence d'activités.

Ces activités sont exécutées respectivement et prises en charge par voie de communication entre l'EVCC et le SECC. Pour un dispositif d'alimentation, les exigences relatives à l'exécution des activités, y compris les exigences matérielles, sont décrites dans l'IEC 61980-2.

Paragraphes supplémentaires:

7.101 Exigences de performances globales

Les attentes et exigences applicables à un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A et à un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B portent sur le respect des exigences applicables du 7.2.102 (fréquence) et du 7.3 (rendement), sur l'ensemble de la plage de variations indiquée en 7.2.103 (tension d'entrée et puissance d'entrée en kVA), en 7.2.104 (tension de sortie de l'EVPC) et en 7.2.105 (puissance de sortie de l'EVPC), et sur le respect des exigences de performances dynamiques données en 7.2.106. sur la plage d'alignement spécifiée en 7.4.

Le Tableau 108 récapitule les exigences indiquées dans l'alinéa ci-dessus.

Tableau 108 – Récapitulatif des exigences en fonction de la classe de compatibilité

Article/paragraphe de référence	Objet		Exigences de classe de compatibilité A	Exigences de classe de compatibilité B
9	Dispositifs secondaires pour les besoins de l'essai		Dispositifs de référence de l'Annexe A	Spécifiées par le fabricant
9	Plage de distances au sol du dispositif secondaire		100 mm à 250 mm	Spécifiées par le fabricant
7.2.102	Fréquence du système		79 kHz à 90 kHz (fréquence nominale 85 kHz)	79 kHz à 90 kHz (fréquence nominale 85 kHz)
7.2.103	Plage de tensions d'entrée et puissance d'entrée assignée		Spécifiées par le fabricant	Spécifiées par le fabricant
7.2.104	Plage de tensions de sortie		280 à 420 V en courant continu	Spécifiées par le fabricant
7.2.105	Niveaux de puissance de sortie		A la puissance d'entrée maximale en kVA du dispositif d'alimentation ou à la puissance de sortie maximale assignée de l'EVPC de référence, si cet événement se produit en premier	Puissance assignée spécifiée par le fabricant
7.2.106	Arrêt d'urgence		< 1 s	< 1 s
	En cas de perte de communication		< 4 s	< 4 s
	Performances dynamiques en fonctionnement normal	Taux d'augmentation	0,25 kW/s à 2,0 kW/s	Spécifiées par le fabricant
		Taux de réduction	≥ 2,5 kW/s	Spécifiées par le fabricant
7.3.101	Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation et un EVPC de référence de même classe de puissance	Au point d'alignement central	85 %	
		Dans les limites de la zone de tolérance d'alignement	80 %	
7.3.102	Rendement minimal du transfert de puissance pour un dispositif d'alimentation et l'EVPC spécifié	Au point d'alignement central		85 %
		Dans les limites de la zone de tolérance d'alignement		75 %
7.4.101	Zone de tolérance d'alignement	Axe X	±75 mm	Spécifiées par le fabricant
7.4.103		Axe Y	±100 mm	Spécifiées par le fabricant
7.4.102 7.4.104	Plage de distances au sol		100 mm à 250 mm	Spécifiées par le fabricant

Étant donné que le nombre de combinaisons d'essai est très important, il est impossible de les exécuter intégralement. La procédure d'essai définie en 101.1 décrit le processus de vérification selon le présent document.

Il est fortement recommandé de procéder à des essais supplémentaires de vérification de la conception. Ils peuvent révéler les zones, où les performances peuvent être les plus susceptibles d'approcher les limites.

7.102 Détection de présence d'un véhicule

Sauf s'il existe un mécanisme distinct de détection de présence d'un véhicule, un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A doit être en mesure de détecter la présence ou l'absence d'un véhicule au-dessus du dispositif principal. La capacité de détection doit être indépendante du mécanisme de signalisation ou de communication externe du dispositif d'alimentation.

L'utilisation de ces informations est intégrée au dispositif d'alimentation, afin d'indiquer au dispositif d'alimentation qu'il convient de ne pas répondre aux demandes d'appairage d'un véhicule en approche lorsqu'un véhicule se trouve déjà au-dessus du dispositif principal.

La vérification de la fonctionnalité est donnée en 101.3.

8 Communication

L'Article 8 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

Addition:

Le concept de communication et de commande des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A et des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B est décrit dans l'IEC 61980-2.

Les exigences de communication et de commande des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A sont décrites dans l'IEC 61980-2.

Le présent document ne spécifie pas le matériel assurant la communication décrit dans l'IEC 61980-2 entre l'EVCC et le SECC. Pour plus d'informations, voir l'IEC 61980-2.

9 Interopérabilité du transfert de puissance

Remplacement:

L'interopérabilité concerne le WPT entre un dispositif d'alimentation et un dispositif de VE qui n'ont pas été spécifiquement conçus l'un pour l'autre, par exemple un WPT entre des dispositifs de différents fournisseurs ou de classes de puissance différentes.

Pour un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A, l'interopérabilité doit être vérifiée avec les EVPC de référence normative pour chaque classe de puissance MF-WPT et chaque classe Z applicable indiquées à l'Annexe A, et doit satisfaire à l'ensemble des exigences applicables à un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A répertoriées à l'Article 7, selon la procédure décrite en 101.1.

L'interopérabilité d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B ne s'applique pas, car le dispositif d'alimentation est prévu pour fonctionner avec des EVPC spécifiques. Il est vérifié que chacun de ces EVPC respecte l'ensemble des exigences applicables à un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B répertoriées à l'Article 7, selon la procédure décrite en 101.1.

Tous les dispositifs spécifiés à l'Annexe A sont construits selon une topologie de bobine circulaire.

Il existe d'autres topologies de bobine. L'Annexe B informative fournit des exemples de bobines reposant sur la topologie de bobine DD.

NOTE Les approches consistant à démontrer l'interopérabilité magnétique par des exigences qui dépassent le périmètre des essais sur les circuits de puissance de VE de référence sont en cours d'élaboration (voir l'Annexe D).

10 Protection contre les chocs électriques

L'Article 10 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante.

10.1 Exigences générales

Addition:

NOTE 101 Pour les systèmes ou équipements embarqués, les exigences sont spécifiées dans l'ISO 19363.

10.2 Degrés de protection contre l'accès aux parties actives dangereuses

Remplacement:

L'enveloppe du dispositif principal doit procurer un indice de protection au moins égal à IPXXD. Voir également le 13.4.

10.3.1 Energie stockée dans des conditions anormales ou de défaut

Addition:

Pour un dispositif d'alimentation constitué d'au moins deux parties reliées par un câble et un ou plusieurs connecteurs, lorsque le connecteur peut être déconnecté sans l'aide d'outils et que les broches de connexion sont accessibles après la déconnexion, la tension entre toute combinaison de contacts accessibles du connecteur doit être inférieure ou égale à 60 V en courant continu, ou l'énergie stockée disponible doit être inférieure à 0,5 mJ une seconde après la déconnexion.

11 Exigences spécifiques pour les systèmes WPT

L'Article 11 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

11.1 Généralités

Ajout avant le premier alinéa:

Le dispositif d'alimentation doit être en mesure de détecter les erreurs ou exceptions suivantes:

- température de fonctionnement excessive;
- sous-tension/surtension d'entrée;
- surintensité d'entrée.

Si l'erreur ou l'exception persiste, le dispositif d'alimentation doit tenter de corriger le problème conformément aux exigences de l'IEC 61980-2.

NOTE Les actions correctives possibles incluent la réduction du niveau de transfert de puissance ou la coupure de l'alimentation.

11.3 Résistance d'isolement

Remplacement du premier alinéa:

La résistance d'isolement avec une tension de 1 000 V en courant continu appliquée entre toutes les entrées/sorties connectées entre elles et les parties accessibles doit être:

- $R \geq 1 \text{ M}\Omega$ pour un dispositif d'alimentation de classe I; et
- $R \geq 7 \text{ M}\Omega$ pour un dispositif d'alimentation de classe II.

11.6.3 Limites de température pour les matériaux

Remplacement des deuxième et troisième alinéas:

Un échauffement en fonctionnement normal et en condition de premier défaut ne doit pas endommager les parties conductrices ni les parties adjacentes du dispositif d'alimentation.

La conformité est démontrée en effectuant une vérification de conception conformément au 10.10 de l'IEC 61439-1:2020.

11.6.4 Protection contre les brûlures dues à l'échauffement de corps étrangers

Remplacement:

11.6.4.101 Dangers au toucher

Le 11.6.4.101 s'applique tant aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A qu'aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B.

Le fabricant du dispositif d'alimentation doit déterminer et spécifier la "zone active critique", c'est-à-dire la zone dans laquelle des corps étrangers peuvent être exposés à des champs magnétiques d'une intensité suffisante pour qu'ils atteignent ou dépassent les limites de température suivantes:

- 80 °C pour les surfaces métalliques nues des parties métalliques; et
- 90 °C pour les parties comportant des surfaces non métalliques.

Dans la plupart des cas, la zone active critique se situe au-dessus de la surface du dispositif principal.

Il existe quatre catégories de corps:

- 1) les corps qui ne s'échauffent pas lorsqu'ils sont exposés aux champs magnétiques dans la zone active critique;
- 2) les corps qui s'échauffent et peuvent dépasser les limites de température s'ils se situent dans la zone active critique pendant le transfert de puissance, mais qui refroidissent et repassent au-dessous des limites de température en quelques secondes après l'arrêt du transfert de puissance. Il s'agit généralement de petits objets qui peuvent être difficiles à détecter;
- 3) les corps qui s'échauffent et peuvent dépasser les limites de température s'ils se situent dans la zone active critique pendant le transfert de puissance, mais qui refroidissent et repassent au-dessous des limites de température 10 s après l'arrêt du transfert de puissance;

- 4) les corps qui s'échauffent et dépassent les limites de température s'ils se situent dans la zone active critique pendant le transfert de puissance, et qui dépassent toujours les limites de température 10 s après l'arrêt du transfert de puissance.

Seuls les corps de catégorie 4 sont classés comme présentant des dangers au toucher pour la détection de corps étrangers.

NOTE 101 Les exigences s'appliquent pour empêcher une personne de toucher les corps étrangers. Ces exigences s'appliquent uniquement aux corps accessibles à un instant précis. Les corps situés sous le véhicule ne sont pas considérés comme étant accessibles. Dans le cas habituel associé au présent document, les corps étrangers considérés se situent sous le véhicule lorsqu'il est stationné, ou au-dessus ou à côté du dispositif principal, lorsque le véhicule n'est pas présent ou que le véhicule a quitté le point de stationnement.

NOTE 102 La durée indiquée dans la catégorie 2 prévoit un système de détection d'intrusion, qui détecte lorsqu'une personne accède sous le véhicule.

NOTE 103 La durée de 10 s indiquée dans la catégorie 3 prévoit l'interruption du transfert de puissance et le déplacement du véhicule hors du point de charge.

Le dispositif d'alimentation doit avoir une installation de détection de corps étrangers (FOD) en mesure de détecter les corps de catégorie 4. Lors de la détection d'un corps de catégorie 4, l'installation FOD doit interrompre le transfert de puissance.

La conformité est vérifiée conformément au 101.2.

Voir également le 17.102.

11.6.4.102 Protection contre la chaleur et le feu

Le 11.6.4.102 s'applique tant aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A qu'aux dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B.

Le dispositif d'alimentation ne doit pas transformer les corps étrangers en danger d'incendie. Pour les besoins du 11.6.4.102, un danger d'incendie est défini comme un danger qui provoque une combustion.

Les corps étrangers qui peuvent constituer un danger d'incendie doivent être détectés, et le système doit arrêter ou réduire le transfert de puissance afin d'empêcher une inflammation de ces corps.

La conformité est vérifiée conformément au 101.2.

11.8 Protection contre le champ électromagnétique

Remplacement:

11.8.101 Généralités

Le système WPT ne doit pas exposer les personnes à des champs électromagnétiques au-dessus des limites établies dans les lignes directrices de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP, *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*) applicables du fait du fonctionnement du WPT. La surface à l'intérieur de l'habitacle et à l'extérieur de l'enveloppe extérieure du véhicule (avant, côtés, arrière) jusqu'au niveau du sol est traitée dans l'ISO 19363:2020 (zones de protection 2 et 3). Voir la Figure 103.

La zone située sous le véhicule (zone de protection 1 de l'ISO 19363:2020), délimitée par l'enveloppe extérieure du véhicule, relève de la responsabilité du SPC.

Pour les besoins du montage de banc d'essai, la zone de protection 3 est considérée comme étant la région située directement au-dessus de la plaque de simulation; la zone de protection 1 est considérée comme étant la région située sous la plaque de simulation; et la région restante, sur les côtés du banc d'essai, est considérée comme étant la zone de protection 2.

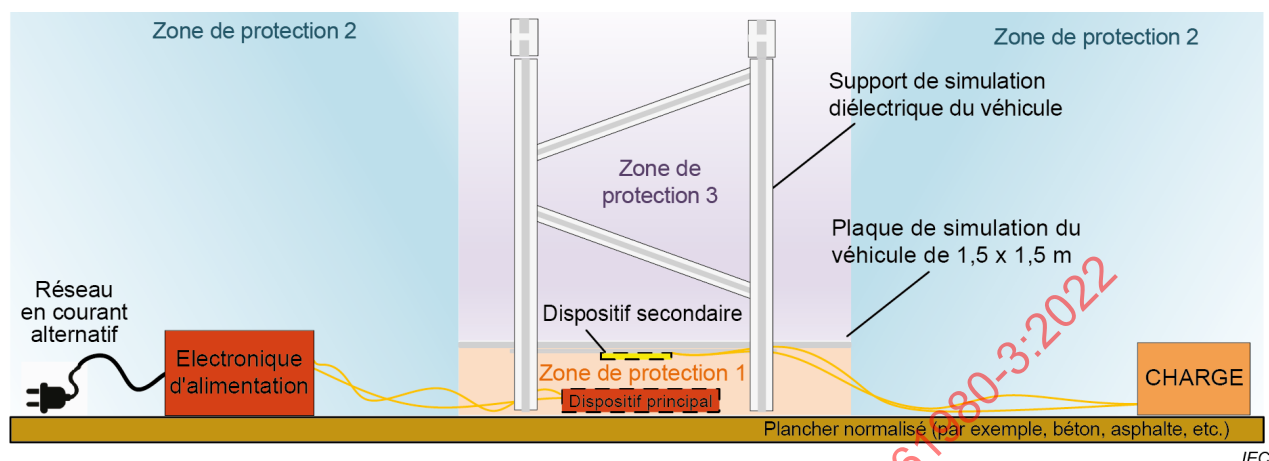


Figure 103 – Zones de protection du banc d'essai

11.8.102 Exigences relatives à la protection des personnes contre l'exposition à des champs électromagnétiques dangereux

Conformément aux lignes directrices 2010 de l'ICNIRP, les restrictions de base du Tableau 2 des lignes directrices 2010 de l'ICNIRP ou les niveaux de référence du Tableau 4 des lignes directrices 2010 de l'ICNIRP doivent être respectés.

NOTE Les réglementations locales peuvent spécifier des exigences plus restrictives.

Étant donné que la zone de protection 1 se situe sous le véhicule et qu'elle est généralement inaccessible, la nécessité de protéger les personnes ne devient pertinente que si les champs électromagnétiques sont supérieurs à ceux qui respectent les limites de l'ICNIRP lorsqu'une personne se trouve sous le véhicule. Si les champs dépassent les limites de l'ICNIRP pour la zone de protection 1, des mesures supplémentaires doivent être mises en œuvre de l'une des manières suivantes:

- 1) contrôle d'accès actif ou passif, qui empêche une personne de pénétrer ou de placer un membre dans la région où la limite de l'ICNIRP est dépassée;
- 2) détection et arrêt du système MF-WPT avant d'entrer dans la région où la limite de l'ICNIRP est dépassée.

11.8.103 Exigences relatives à la protection de la fonctionnalité des dispositifs cardiaques électroniques implantables (CIED)

Selon l'ISO 14117, la limite de champ électromagnétique sûre pour les dispositifs cardiaques électroniques implantables (CIED, *Cardiac Implantable Electronic Devices*) repose sur la tension maximale admise induite dans une boucle de 225 cm². L'ISO 14117 indique que la tension induite maximale admissible $V_{\text{MAX_INDUCED_RMS}}$ est définie de sorte que

$$V_{\text{MAX_INDUCED_RMS}} = \frac{3\sqrt{2}}{2} \text{ mV} \times \text{fréquence (kHz)} \quad (180,31 \text{ mV en valeur efficace à } 85 \text{ kHz, par exemple}).$$
 En convertissant cela en niveau de champ, le niveau de champ maximal prudent d'une valeur efficace de 15,0 µT ou 11,9 A/m pour 79 kHz à 90 kHz pour une boucle de 225 cm² peut être déterminé. Cette limite de champ magnétique est considérée comme un niveau de référence pour les CIED, similaire à celui qui existe pour les niveaux de référence relatifs à l'exposition des personnes, et est fondée sur les restrictions de base implicites pour les CIED de la tension induite d'une boucle de dérivation.

Les restrictions de base ou le niveau de référence pour les CIED doivent être respectés. La conformité conservatrice au niveau de référence pour les CIED peut être démontrée en utilisant une sonde de champ normalisée de 100 cm² à trois axes, telle que celle spécifiée dans l'IEC 61786-1, et en établissant la moyenne sur quatre positions désignées autour d'une mesure maximale qui dépasse une valeur efficace de 15,0 µT conformément aux procédures fournies à l'Annexe D de l'ISO 19363:2020. Le niveau de champ est repris de façon conservatrice dans les trois axes et est désigné comme l'amplitude (résultante quadratique) des axes X, Y et Z (c'est-à-dire $|B_{\text{FIELD}}| = \sqrt{B_X^2 + B_Y^2 + B_Z^2}$). Les restrictions de base ou le niveau de référence pour les CIED doivent être respectés dans les zones de protection 2 et 3 pour toute position réaliste de la boucle de dérivation d'un CIED associée à une position raisonnablement prévisible du torse d'une personne.

Il est plus difficile de déterminer la conformité aux restrictions de base que la conformité aux niveaux de référence, mais si les niveaux de référence ne sont pas respectés, la conformité aux restrictions de base satisfait aux exigences de sécurité.

Si les champs MF-WPT sont modulés, sont essentiellement non sinusoidaux ou incluent un dépassement lors des transitions d'amplitude, il convient d'évaluer les CIED en utilisant des limites de crête égales aux limites en valeur efficace multipliées par 1,41.

11.8.104 Détermination de la conformité aux niveaux de champ exigés

Il convient de déterminer la conformité dans les conditions suivantes:

- alignement incorrect maximal entre le dispositif secondaire et le dispositif principal;
- distance au sol maximale;
- transfert de la puissance de sortie assignée à un faible état de charge.

Avec une sonde de champ de 100 cm² conforme à l'IEC 61786-1, l'amplitude des champs peut être facilement déterminée.

Dans la zone de protection 1, si le champ est supérieur à la limite indiquée en 11.8.102, soit:

- a) la conformité aux restrictions de base peut être déterminée au moyen de méthodes de simulation numérique appropriées (voir l'ISO 19363:2020, Annexe D); soit
- b) un contrôle actif ou passif peut être mis en œuvre pour empêcher une personne de pénétrer ou de placer un membre dans les régions où la limite est dépassée; soit
- c) un système de détection des personnes peut être mis en place pour couper ou réduire le transfert de puissance à un niveau sûr.

Dans les zones de protection 2 et 3, si le champ est inférieur à la limite indiquée pour les personnes en 11.8.102, mais supérieur à la limite indiquée pour les CIED en 11.8.103 (en utilisant une moyenne de quatre points selon l'Annexe D de l'ISO 19363:2020), la conformité aux restrictions de base pour les CIED est démontrée si les tensions induites dans une boucle

de dérivation de stimulateur cardiaque de 225 cm² ne dépassent pas $\frac{3\sqrt{2}}{2}$ mV × fréquence (kHz), en valeur efficace (180,31 mV en valeur efficace à 85 kHz, par exemple), lorsque la boucle de dérivation est placée dans une orientation et une position raisonnables qui reflètent une position humaine dans les zones de protection 2 et 3.

Si les restrictions de base pour les CIED ou les personnes ne sont pas respectées, une méthode visant à prévenir l'intrusion (par exemple, une barrière) ou un système de détection des personnes peut être mis en œuvre afin d'arrêter ou de réduire le transfert de puissance à un niveau sûr dans la région appropriée.

Lors des essais de conformité sur banc d'essai (voir 101.1.3), la plaque de simulation doit être considérée comme équivalente à la carrosserie du véhicule représentée à l'Annexe D de l'ISO 19363:2020. Les mesurages doivent être effectués à 20 cm de la projection verticale du bord de la plaque de simulation et selon les procédures indiquées à l'Annexe D de l'ISO 19363:2020.

12 Exigences relatives aux câbles de puissance

Remplacement:

12.101 Câble de puissance

Pour les besoins du présent document, le câble de puissance est le câble qui relie le SPC à la source d'alimentation électrique.

Le câble de puissance doit être assigné de manière à transporter les niveaux de tension et de courant auxquels il est exposé en service, et adapté aux facteurs d'environnement et de fonctionnement auxquels il est susceptible d'être exposé.

La conformité doit être vérifiée par examen.

12.102 Câble de connexion

Les câbles de connexion doivent être construits d'une manière adaptée aux conditions d'environnement et de fonctionnement, ainsi qu'aux capacités de tension et de courant auxquelles ils sont exposés en fonctionnement normal.

La conformité doit être vérifiée par examen.

Si un câble de puissance ou un câble de connexion est utilisé d'une manière pouvant amener un véhicule à rouler dessus, il doit être soumis à l'essai de résistance à la conduite décrit en 14.2.101. Il convient d'envisager une installation avec une structure de protection mécanique, telle qu'un conduit, éventuellement enfouie dans la chaussée.

13 Exigences de construction

L'Article 13 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec les exceptions suivantes:

13.1 Exigences relatives aux dimensions et à l'installation du dispositif d'alimentation

Remplacement:

La hauteur de montage de l'ensemble inférieur du véhicule au-dessus du stationnement ou de la surface de la route ne doit pas dépasser 70 mm.

Les caractéristiques de surface de l'ensemble inférieur du véhicule peuvent être soumises à des réglementations locales.

13.4 Degrés IP

Remplacement:

L'enveloppe de l'ensemble inférieur du véhicule doit procurer les degrés de protection IP suivants pour les dispositifs en saillie ou encastrés:

- le degré de protection IP minimal doit être IP 65;
- le degré de protection IP minimal au sein d'une installation routière publique doit être IP 69K conformément à l'ISO 20653, installée.

L'enveloppe doit procurer les degrés de protection IP minimaux suivants pour l'ensemble ou les ensembles restants:

- IP 41 pour une utilisation à l'intérieur;
- IP 44 pour une utilisation à l'extérieur.

La conformité est vérifiée par essai conformément à l'IEC 60529.

NOTE Dans les pays suivants, le doigt d'essai articulé UL est utilisé conformément aux réglementations nationales: États-Unis, Canada.

14 Résistance des matériaux et des parties

L'Article 14 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

14.2 Vérification de la résistance mécanique de l'enveloppe du dispositif d'alimentation

Remplacement:

Les enveloppes, autres que l'ensemble inférieur du véhicule, doivent être soumises aux essais applicables conformément au 10.2.701 de l'IEC 61439-7:2018.

L'ensemble inférieur du véhicule doit être soumis à l'essai du 14.2.101.

Paragraphe supplémentaire:

14.2.101 Essai de résistance à la conduite

L'essai de résistance à la conduite s'applique uniquement à l'ensemble inférieur du véhicule et à ses câbles.

L'ensemble inférieur du véhicule, y compris les câbles, doit être installé sur ou dans un sol plat en béton, comme cela est spécifié dans la documentation du fabricant. L'essai doit être effectué comme il convient d'installer l'ensemble, mais pas pendant le transfert de puissance.

Une force d'écrasement doit être appliquée à l'ensemble inférieur du véhicule et au câble, en appliquant une charge de roue de 5 000 N au moyen d'un pneumatique automobile conventionnel P225/75R15 ou un pneumatique équivalent adapté à la charge, monté sur une jante en acier et gonflé à une pression de $(2,2 \pm 0,1)$ bar. La roue doit passer sur la partie principale de l'ensemble inférieur du véhicule et sur le câble à une vitesse de (8 ± 2) km/h.

Pour l'ensemble inférieur du véhicule:

- la conduite commence d'un côté du dispositif en passant par le centre sur chaque axe (X et Y), de manière à exposer la surface du dispositif à la force d'écrasement spécifiée ci-dessus;
- à l'étape suivante, effectuer le même essai selon un axe de conduite dévié de 45°, c'est-à-dire en diagonale du dispositif, en passant par les angles opposés.

Pour les applications où il est nécessaire de protéger l'ensemble inférieur des véhicules lourds (autobus de transit, par exemple), l'essai de résistance à la conduite doit être effectué en appliquant une charge de roue de 15 000 N au moyen de pneumatiques 275/70 R22.5 gonflés à 8 bar (pneus courants pour les autobus de transit européens et asiatiques) ou 305/70 R22.5 gonflés à une pression de $(2,2 \pm 0,1)$ bar. La roue doit passer sur la partie principale de l'ensemble inférieur du véhicule et sur le câble à une vitesse de (8 ± 2) km/h. La force d'écrasement doit être appliquée quatre fois:

- la conduite commence d'un côté du dispositif en passant par le centre, puis de l'autre côté, sur chaque axe (X et Y), de manière à exposer l'ensemble de la surface du dispositif à la force d'écrasement spécifiée ci-dessus;
- à l'étape suivante, effectuer le même essai selon un axe de conduite dévié de 45°, c'est-à-dire en diagonale du dispositif.

Pour soumettre le câble à l'essai, le placer de la manière spécifiée dans le manuel d'installation, y compris les conduits de protection. Si cela n'est pas spécifié, il convient de poser le câble droit et à plat.

Il convient d'appliquer la force d'écrasement spécifiée (selon l'application décrite ci-dessus) en deux passages perpendiculaires au câble, au même endroit.

Il ne doit pas y avoir de fissure, de rupture, ni de déformation sévère telles que:

- les parties actives sont rendues accessibles au contact par la sonde d'essai de degré de protection IPXXD selon l'IEC 60529;
- l'intégrité de l'enveloppe est rompue de sorte que les parties internes du dispositif ne bénéficient pas d'une protection mécanique ou environnementale acceptable (degrés de protection);
- il existe une interférence avec le fonctionnement, ou la fonction du dispositif;
- le dispositif ou le serre-câble n'assure pas une retenue adéquate du câble;
- les distances d'isolement et les lignes de fuite entre les parties actives de polarité opposée, les parties actives et les métaux inactifs ou mis à la terre accessibles sont réduites au-dessous des valeurs définies conformément au 13.6 de l'IEC 61980-1:2020;
- d'autres preuves de dommages qui peuvent accroître le risque d'incendie ou de choc électrique apparaissent; et
- l'accessoire n'est pas conforme à l'essai diélectrique répété conformément au 11.4 de l'IEC 61980-1:2020.

15 Conditions de service et d'essai

L'Article 15 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique.

16 Compatibilité électromagnétique (CEM)

L'Article 16 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

16.1 Conditions de charge et de fonctionnement

Paragraphe supplémentaire:

16.1.101 Précisions sur l'utilisation des termes "classe A" ou "classe B" à l'Article 16

Lorsque l'Article 16 de l'IEC 61980-1:2020 ou l'Article 16 de l'IEC 61980-3 fait référence à un matériel de classe A ou B, le matériel est prévu pour les environnements industriels (classe A) ou résidentiels (classe B).

16.3 Exigences concernant les perturbations

16.3.2.3 Fluctuations de tension et papillotement

Ajout après le deuxième alinéa:

Les essais doivent être effectués en mode attente et en mode actif. Le système doit être à une température de fonctionnement stable.

Pour les essais en mode actif, relever les résultats pendant le démarrage jusqu'à la pleine puissance, en fonctionnement à pleine puissance pendant plusieurs minutes, passer à mi-puissance, en fonctionnement à mi-puissance pendant plusieurs minutes, puis passer hors tension.

Paragraphe supplémentaire:

16.3.101 Procédure d'essai – Émissions rayonnées pour la fonction de transfert de puissance

16.3.101.1 Généralités

La méthode d'essai aux limites du 16.3.3.4 et du 16.3.3.5 de l'IEC 61980-1:2020 doit être effectuée conformément aux exigences réglementaires régionales. Les recommandations de montage d'essai suivantes s'appliquent aux systèmes MF-WPT.

L'essai du système MF-WPT doit être effectué sur un site d'essai en espace découvert (OATS, *Open Area Test Site*) accrédité, en chambre semianéchoïque (SAC, *Semi-Anechoic Chamber*) ou en enceinte blindée anéchoïque (ALSE, *Absorber-Lined Shielded Enclosure*), qui a été homologué(e) pour les essais de rayonnements dans la plage de fréquences soumise à l'essai (9 kHz à 30 MHz, par exemple). Le site d'essai doit comporter un plancher métallique et une plaque tournante métallique d'au moins 1,9 m de rayon, capable de faire tourner le matériel en essai MF-WPT (EUT). Les analyses initiales doivent être effectuées à l'aide d'une plaque tournante dont les pas d'angle ne dépassent pas 22,5° pour chaque orientation de l'antenne. Lorsque l'émission maximale a été identifiée en utilisant le pas grossier, l'émission maximale peut être mesurée avec plus de précision en réduisant le pas d'angle de la plaque tournante.

16.3.101.2 Montage de banc d'essai

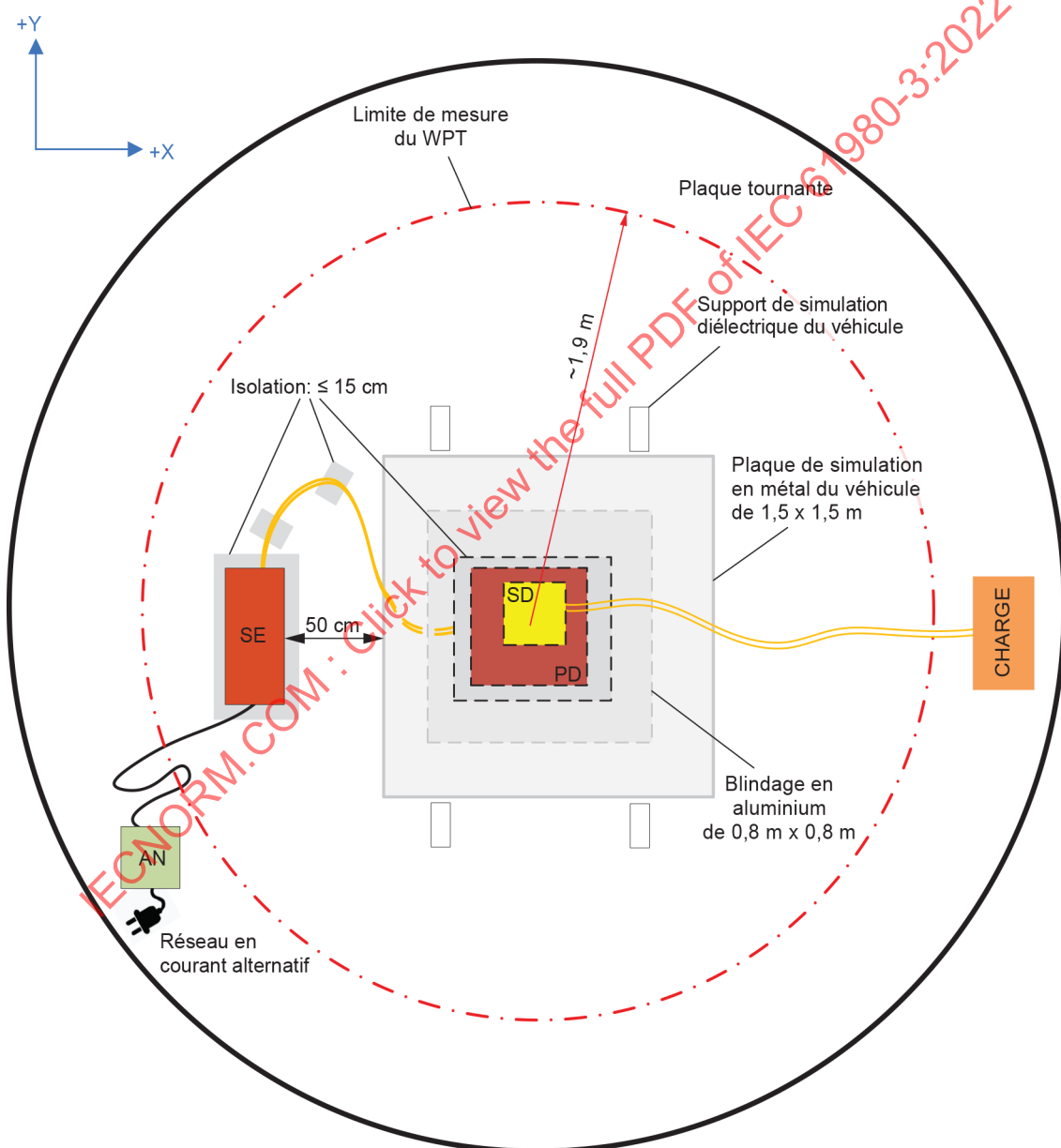
Lors des essais sur banc d'essai, les exigences suivantes s'appliquent:

- pour les émissions rayonnées, il convient de disposer les différentes unités d'EUT de manière à réduire le plus possible la taille du volume d'essai tout en respectant les installations types et les autres exigences du présent document;
- le dispositif principal peut être centré sur l'anneau de l'EUT, lui-même centré sur la plaque tournante; le dispositif secondaire est déplacé pour les conditions de décalage;
- l'EUT doit être isolé électriquement du plancher métallique;
- l'EUT doit au moins être soumis à l'essai à pleine puissance assignée, à une charge représentative de l'état le plus courant;

- l'EUT doit au moins être soumis à l'essai aux conditions maximales de décalage et de distance au sol.

La Figure 104 et la Figure 105 représentent les vues du dessus de deux versions du banc d'essai recommandé pour les essais d'émissions rayonnées. Sur ces figures, les acronymes suivants sont utilisés:

- PD (Primary Device) – dispositif principal;
- SD (Secondary Device) – dispositif secondaire;
- SE (Supply Electronics) – électronique d'alimentation;
- AN (Artificial Mains Network) – réseau fictif [et/ou dispositif d'absorption en mode commun (CMAD, *Common Mode Absorption Device*)].



IEC

Figure 104 – Exemple de montage de banc d'essai (version 1) – Vue du dessus

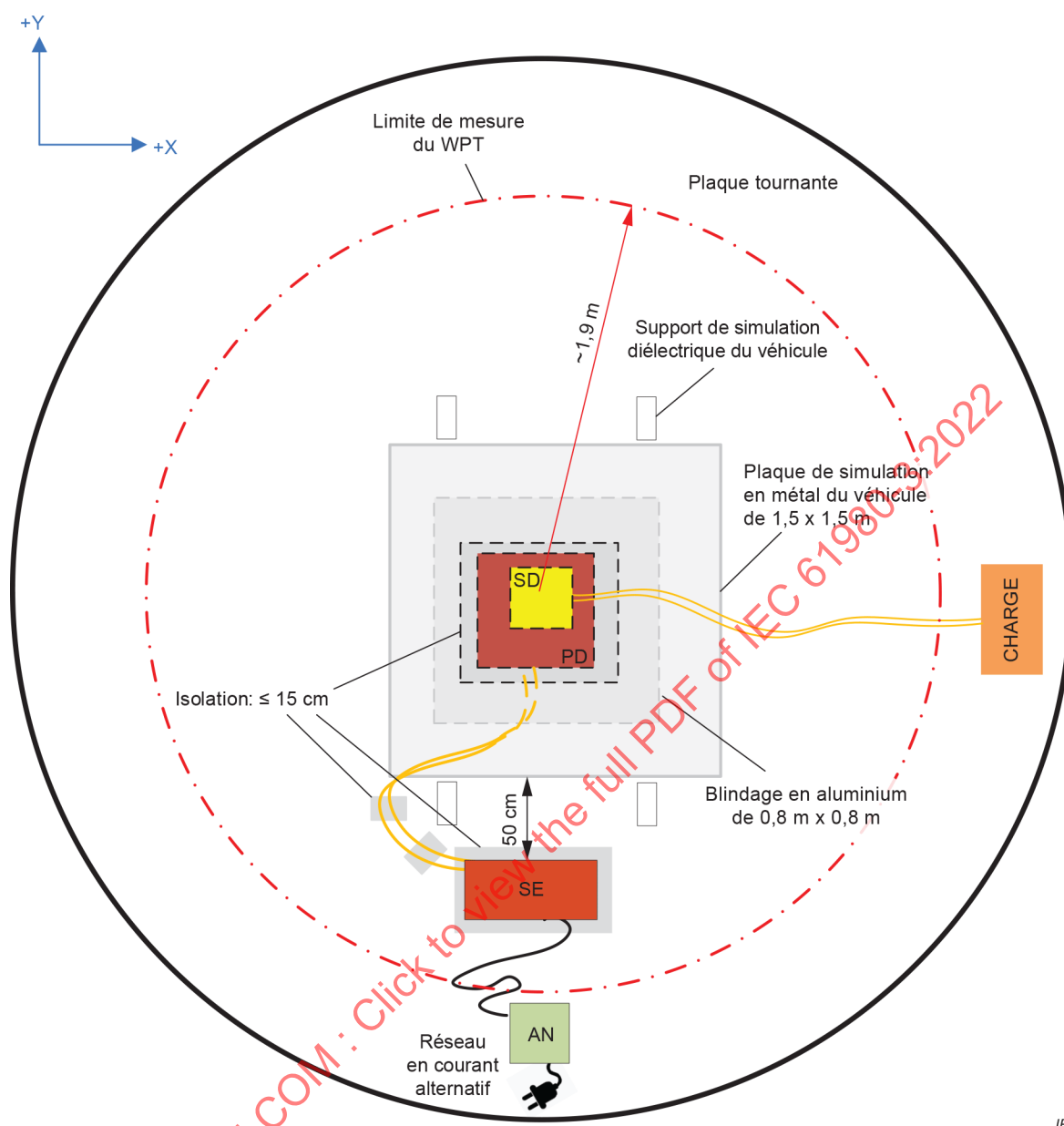


Figure 105 – Exemple de montage de banc d'essai (version 2) – Vue du dessus

La Figure 106 montre la vue latérale du montage représenté à la Figure 104.

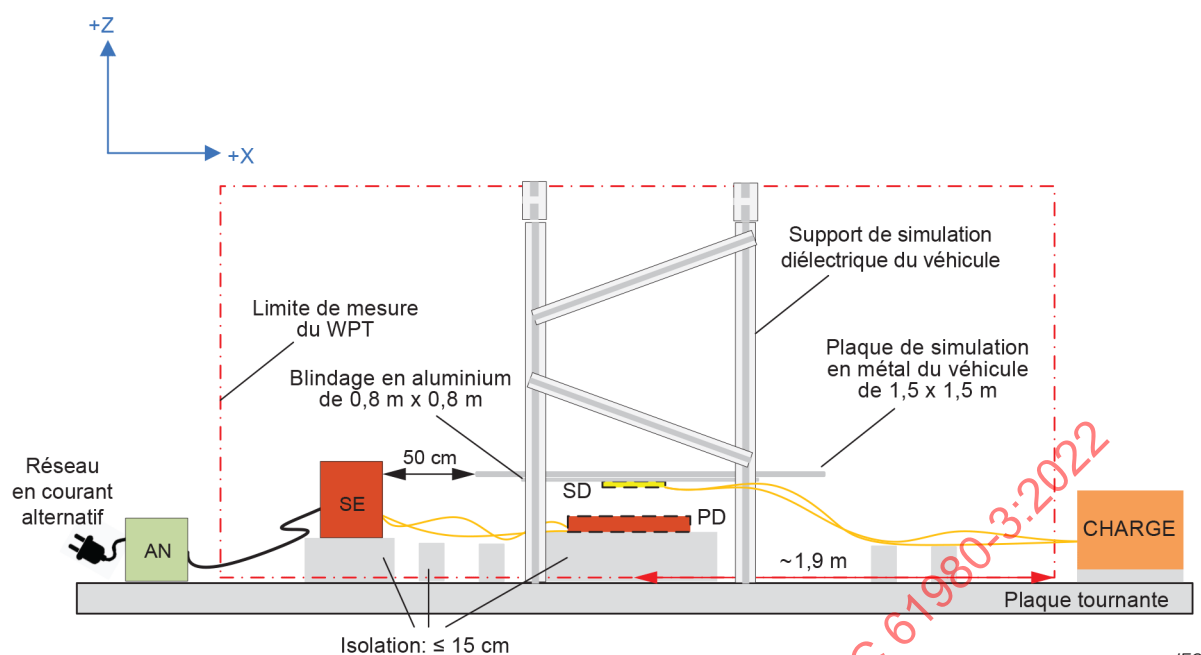


Figure 106 – Vue latérale du montage d'essai représenté à la Figure 104

Les détails du montage sont les suivants:

- une distance de mesure de 10 m depuis l'anneau extérieur de l'EUT (généralement 1,9 m de rayon fixe) est recommandée;
- le dispositif secondaire et la plaque de simulation sont décalés par rapport au dispositif principal, afin d'obtenir les conditions de décalage;
- l'ensemble de l'EUT est isolé électriquement et soulevé à 15 cm de la plaque tournante. Étant donné que le dispositif principal peut parfois être équipé d'une plaque de masse métallique de grandes dimensions, qui peut par inadvertance être couplée de façon capacitive au plan de masse du site d'essai, il est recommandé de soulever le dispositif principal d'environ 15 cm. L'isolation sous la charge doit être utilisée uniquement si nécessaire;
- il est recommandé d'utiliser un réseau fictif (AN) et/ou un dispositif d'absorption en mode commun (CMAD) sur l'alimentation principale en courant alternatif du dispositif d'alimentation pour les essais d'émissions rayonnées uniquement;
- la position recommandée de l'électronique d'alimentation (SE) se situe à 50 cm de la plaque de simulation. Toutefois, la distance peut être modifiée afin de représenter un montage désigné comme étant représentatif par le fabricant;
- la charge et l'AN peuvent être placés à l'intérieur de l'anneau de l'EUT, tant qu'ils n'engendrent ou ne causent pas les émissions mesurées;
- des filtres (bobines d'arrêt en mode commun, par exemple) peuvent être utilisés pour supprimer suffisamment les émissions d'un câblage ajouté lorsqu'une charge électronique ou résistive est utilisée.

16.3.101.3 Montage d'essai avec véhicule

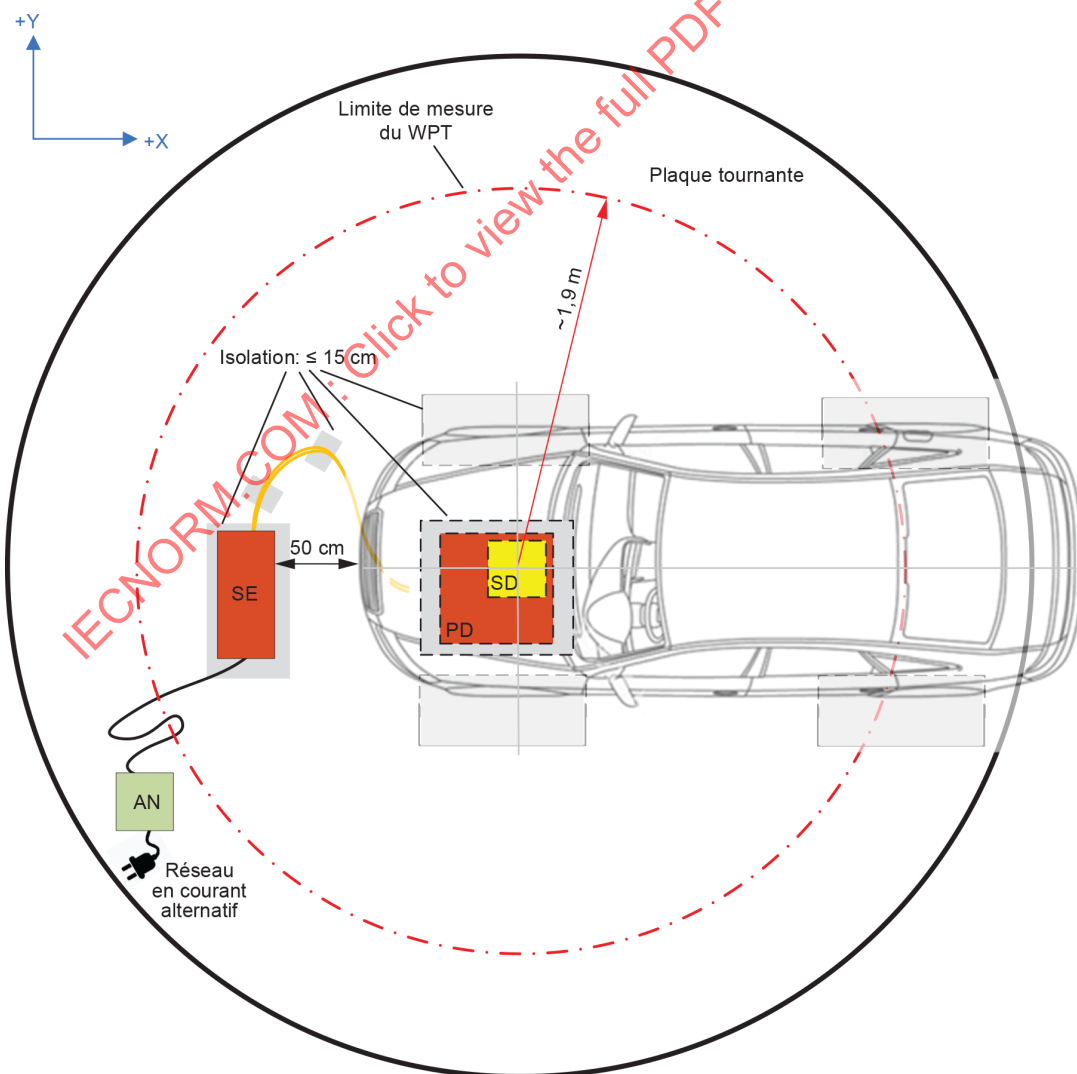
Lors des essais sur un montage d'essai avec véhicule, les exigences suivantes s'appliquent:

- pour les émissions rayonnées, il convient de disposer les différentes unités d'EUT de manière à réduire le plus possible la taille du volume d'essai tout en respectant les installations types et les autres exigences du présent document;
- Le dispositif secondaire peut être centré sur l'anneau de l'EUT, lui-même centré sur la plaque tournante; le dispositif principal est déplacé pour les conditions de décalage;
- l'EUT doit être isolé électriquement du plancher métallique;

- l'EUT doit au moins être soumis à l'essai à pleine puissance assignée, à une charge représentative de l'état le plus courant;
- l'EUT doit au moins être soumis à l'essai aux conditions maximales de décalage et de distance au sol;
- lorsque la batterie du véhicule en cours de charge a une capacité raisonnablement importante par rapport à la quantité de puissance fournie à la batterie et au temps d'analyse des émissions rayonnées, la batterie du véhicule doit être utilisée comme charge réelle du système MF-WPT, avec un état de charge qui assure un fonctionnement du système à pleine puissance pendant toute la durée de l'analyse. Si la capacité de la batterie du véhicule est trop faible pour effectuer les mesurages, il convient de déconnecter la batterie du véhicule de la sortie et de la remplacer par une charge équivalente, comme celle utilisée dans un banc d'essai.

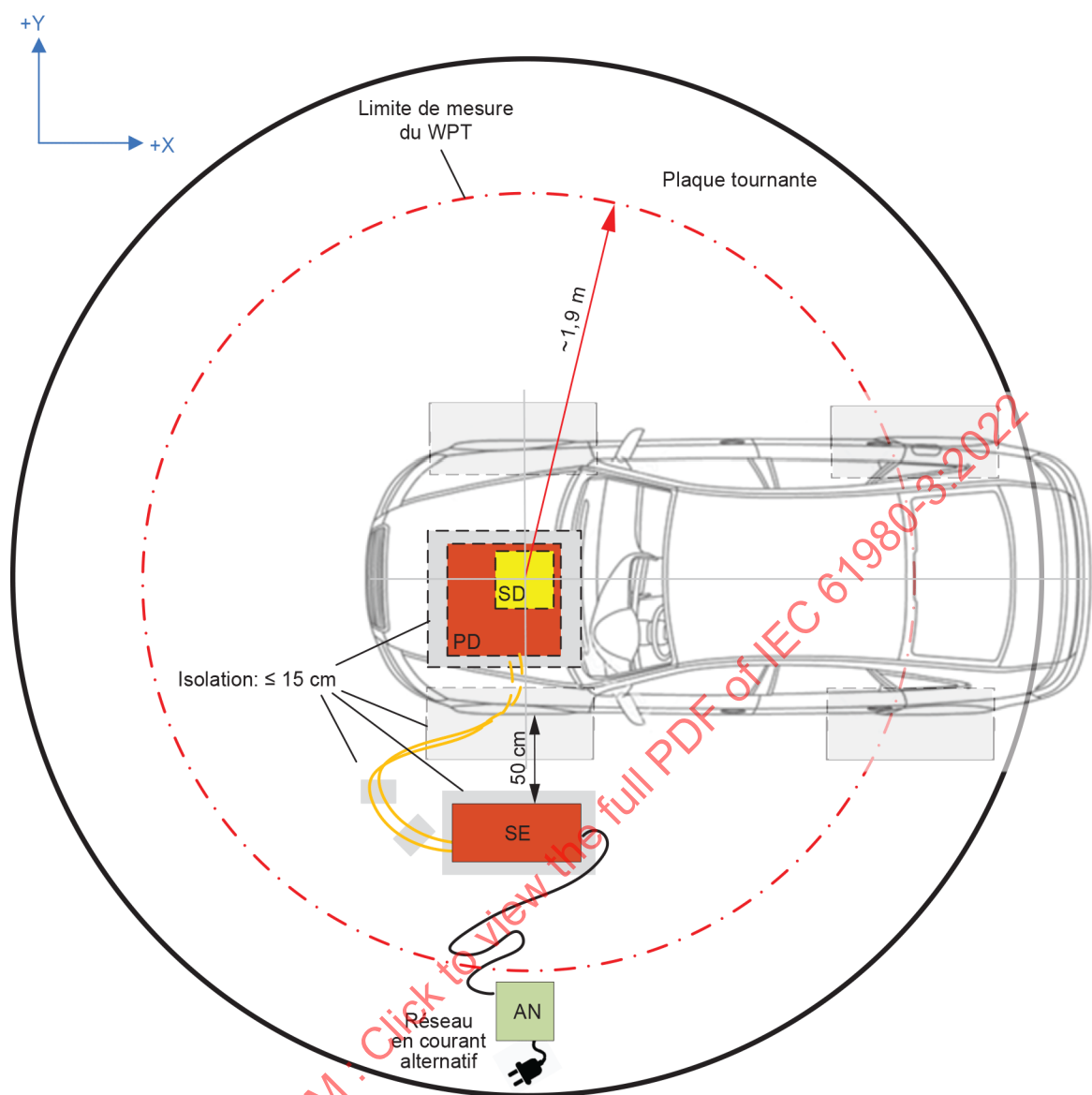
La Figure 107 et la Figure 108 représentent les vues du dessus de deux versions du montage d'essai avec véhicule recommandé pour les essais d'émissions rayonnées. Sur ces figures, les acronymes suivants sont utilisés:

- PD (Primary Device) – dispositif principal;
- SD (Secondary Device) – dispositif secondaire;
- SE (Supply Electronics) – électronique d'alimentation;
- AN (Artificial Mains Network) – réseau fictif [et/ou dispositif d'absorption en mode commun (CMAD, *Common Mode Absorption Device*)].



IEC

Figure 107 – Exemple de montage d'essai avec véhicule (version 1) – Vue du dessus



IEC

Figure 108 – Exemple de montage d'essai avec véhicule (version 2) – Vue du dessus

La Figure 109 montre la vue latérale du montage représenté à la Figure 107.

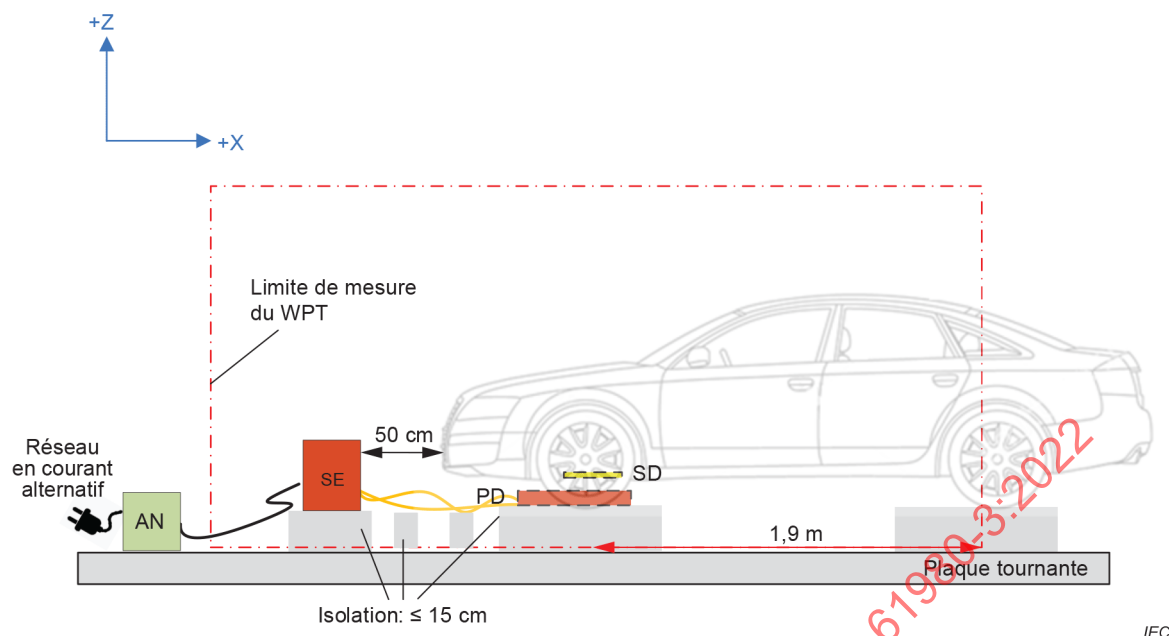


Figure 109 – Vue latérale du montage d'essai représenté à la Figure 107

Les détails du montage sont les suivants:

- une distance de mesure de 10 m depuis l'anneau extérieur de l'EUT (généralement 1,9 m de rayon fixe) est recommandée;
- l'ensemble de l'EUT est isolé électriquement et soulevé à 15 cm de la plaque tournante. Étant donné que le dispositif principal peut parfois être équipé d'une plaque de masse métallique de grandes dimensions, qui peut par inadvertance être couplée de façon capacitive au plan de masse du site d'essai, il est recommandé de soulever le dispositif principal d'environ 15 cm;
- si des crics ou d'autres moyens métalliques sont utilisés pour soulever le véhicule, ceux-ci doivent être isolés électriquement du plancher/de la plaque tournante métallique;
- il est recommandé d'utiliser un réseau fictif (AN) et/ou un dispositif d'absorption en mode commun (CMAD) sur l'alimentation principale en courant alternatif du dispositif d'alimentation pour les essais d'émissions rayonnées uniquement;
- la position recommandée de l'électronique d'alimentation (SE) se situe à 50 cm du véhicule. Toutefois, la distance peut être modifiée afin de représenter un montage désigné comme étant représentatif par le fabricant;
- si une charge représentative est utilisée au lieu de charger la batterie du véhicule, la charge n'est pas considérée comme faisant partie de l'EUT. Il est recommandé de placer la charge de manière à s'assurer qu'elle n'engendre pas de rayonnements.

17 Marquages et instructions

L'Article 17 de l'IEC 61980-1:2020 s'applique, avec l'exception suivante:

*Paragraphes supplémentaires:***17.101 Marquage du centre géométrique**

Afin de faciliter l'installation correcte du dispositif principal sur l'espace de stationnement, l'un des moyens suivants doit être fourni:

- marquage permanent sur chacune des 4 faces et la surface, qui fournit une indication visuelle du centre géométrique du dispositif principal, associé à un indicateur du sens de déplacement vers l'avant;
- pochoir de la taille du dispositif principal, qui fournit une indication visuelle du centre géométrique du dispositif principal, associé à un indicateur du sens de déplacement vers l'avant.

17.102 Signalisation du point de stationnement

Il convient de signaler le point de stationnement par les avertissements suivants ou des avertissements similaires:

- champs magnétiques utilisés lors du chargement;
- les objets qui restent après le départ du véhicule peuvent être chauds et peuvent provoquer une brûlure au toucher.

17.103 Manuel d'installation

Le fabricant doit fournir un manuel d'installation qui répertorie les informations figurant également sur l'étiquette du produit, l'ensemble des informations de sécurité et réglementaires nécessaires, ainsi que les détails spécifiques à l'installation appropriée du SPC, y compris l'emplacement, la protection de l'alimentation électrique et les instructions pour le montage mécanique.

Le manuel doit indiquer qu'un dispositif principal fixé à la surface ne doit être démontable qu'à l'aide d'un outil.

17.104 Manuel de l'utilisateur

Le fabricant du SPC de classe de compatibilité B doit fournir un manuel de l'utilisateur qui répertorie les informations figurant également sur l'étiquette de produit, l'ensemble des informations de sécurité et réglementaires nécessaires, ainsi que les détails spécifiques à l'utilisation appropriée de l'équipement, y compris les dispositifs principaux spécifiques et les EVPC qui fonctionnent correctement avec ce circuit de puissance d'alimentation.

*Article supplémentaire:***101 Procédures d'essai****101.1 Performances de transfert de puissance et d'interopérabilité****101.1.1 Conditions générales**

Pour les dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A, les procédures d'essai des performances de transfert de puissance, y compris les essais d'interopérabilité, doivent être effectuées sur banc d'essai. Le côté alimentation en essai doit comprendre les composants de communication nécessaires à la mise en œuvre des exigences de l'IEC 61980-2 pour le côté alimentation.

Pour les dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B, il convient d'effectuer les procédures d'essai des performances de transfert de puissance des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B sur banc d'essai, mais elles peuvent être effectuées avec l'EVPC spécifié installé sur un véhicule. Les composants de communication destinés à vérifier les performances spécifiées par le fabricant conformément à l'Article 7 doivent être inclus tant du côté alimentation que du côté véhicule.

Les essais de performances de transfert de puissance et d'interopérabilité ne doivent être réalisés qu'après une période de préchauffage du système (au moins 5 min à pleine puissance) et lorsque la température du système est stable.

101.1.2 Dispositifs d'essai et interopérabilité

101.1.2.1 Dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Avec un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A en essai, les EVPC de référence spécifiés à l'Article 9 doivent être utilisés.

La conformité est vérifiée en vérifiant les performances avec tous les EVPC spécifiés à l'Article 9.

Outre les EVPC de référence, la configuration d'essai doit comprendre des composants supplémentaires qui mettent en œuvre les exigences de l'IEC 61980-2 pour le côté véhicule. Il est admis que le dispositif d'alimentation en essai contient la capacité de communication exigée.

101.1.2.2 Dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B

Pour les essais d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B, le fabricant doit indiquer l'EPVC ou les EVPC à utiliser, conformément à l'Article 9.

101.1.3 Description du banc d'essai

Le banc d'essai doit être fabriqué à partir d'éléments non métalliques, sauf dans les cas répertoriés ci-dessous.

Le banc d'essai comprend des dispositions pour prendre en charge:

- un dispositif principal (partie de l'unité en essai);
- un dispositif secondaire; et
- une plaque de simulation de véhicule de (1,5 m × 1,5 m, en acier) placée immédiatement au-dessus d'un blindage en aluminium, lui-même placé immédiatement au-dessus du dispositif secondaire. L'épaisseur de la plaque de simulation est comprise entre 0,7 mm et 1 mm. Le blindage est spécifié dans les annexes pour chaque dispositif secondaire pour les essais des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A ou spécifié par le fabricant pour les essais des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité B avec leurs EVPC spécifiés.

La position relative du dispositif principal et du dispositif secondaire doit être modifiable afin de faciliter les essais relatifs à la tolérance d'alignement et à la distance au sol.

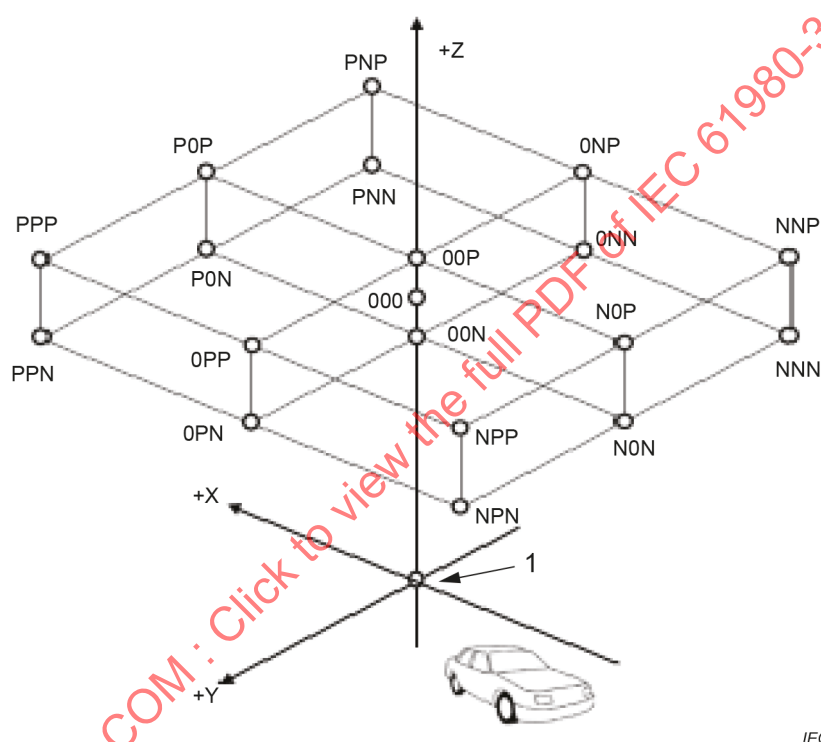
Des équipements supplémentaires sont nécessaires pour procéder aux essais, par exemple une charge électronique (afin de remplacer la batterie du véhicule pour les besoins de l'essai). Des instruments de mesure et ordinateurs capables de soumettre le système à l'essai sont également nécessaires.

101.1.4 Condition d'alignement incorrect pour l'évaluation des performances de transfert de puissance

Les essais du 101.1 doivent être effectués dans les positions d'alignement décrites à la Figure 110.

Le Tableau 109 donne les positions de la zone de tolérance d'alignement indiquée en 7.4.101 et la distance au sol du dispositif secondaire pour les dispositifs principaux qui font partie des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A, ainsi que les EVPC de référence.

Pour obtenir un tableau équivalent pour les dispositifs principaux qui font partie d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B, le fabricant doit spécifier les dimensions de tolérance d'alignement, la forme et la plage de distances au sol de l'EVPC en essai, lesquelles doivent être utilisées pour générer un tableau similaire au Tableau 109.



IFC

Légende

- 1 point de référence – point situé sur la surface sous le dispositif principal, sous le point d'alignement central du dispositif principal

Figure 110 – Représentation des positions d'essai

Les valeurs de décalage X et Y sont relatives à l'axe Z au point d'alignement central du dispositif principal, comme cela est représenté ci-dessus. Le volume délimité par les angles (NPN et NPP, NNN et NNP, PNN et PNP, et PPN et PPP) représente les positions possibles du dispositif secondaire pour l'essai. La direction du mouvement vers un point donné dépend du repositionnement ou non du dispositif principal ou secondaire.

Pour décrire les positions représentées à la Figure 110, la première lettre s'applique à l'axe X, la deuxième à l'axe Y et la troisième à l'axe Z. Pour chaque axe, N représente la position avec la valeur de décalage la plus négative, 0 est la position du point médian et P représente la position avec la valeur de décalage la plus positive. Pour les valeurs de décalage d'alignement des dispositifs principaux qui font partie d'un dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A, voir le Tableau 109.

Tableau 109 – Positions d'alignement et valeurs de décalage des dispositifs principaux qui font partie de dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A

Position n° X Y Z	Valeur de décalage ^a mm				
	Position X	Position Y	Classe Z du dispositif secondaire		
			Z1	Z2	Z3
P P P	+75	+100	150	210	250
P P N			100	140	170
P O P		0	150	210	250
P O N			100	140	170
P N P		-100	150	210	250
P N N			100	140	170
O P P	0	+100	150	210	250
O P N			100	140	170
O O P		0	150	210	250
O O O			125	175	210
O O N			100	140	170
O N P		-100	150	210	250
O N N			100	140	170
N P P	-75	+100	150	210	250
N P N			100	140	170
N O P		0	150	210	250
N O N			100	140	170
N N P		-100	150	210	250
N N N			100	140	170

NOTE Les cellules sur fond grisé sont un exemple de quadrant utilisé dans le plan d'essai décrit en 101.1.5.3.

^a Les valeurs de décalage sur les axes X et Y sont relatives au point d'alignement central. La valeur sur l'axe Z est relative à la surface du sol.

La matrice des positions d'essai comporte 19 positions d'essai. Lorsque des résultats symétriques en quadrants sont raisonnablement attendus, comme avec un dispositif principal circulaire et un dispositif secondaire circulaire, les essais peuvent être réduits à un seul quadrant. Afin de tirer parti du nombre réduit de points d'essai, la symétrie des résultats doit être démontrée.

101.1.5 Essai de performance et d'interopérabilité des dispositifs d'alimentation de classe de compatibilité A

101.1.5.1 Généralités

Comme cela est décrit en 101.1.2.1, l'essai de performance est préparé avec le dispositif d'alimentation en essai et tous les EVPC exigés (un à la fois). La vérification des performances avec tous les EVPC spécifiés permet de vérifier l'interopérabilité.

L'essai 1 vérifie les conditions de fonctionnement nominales, tandis que les essais itératifs de l'essai 2 remplissent les critères d'interopérabilité.

Les conditions d'essai sont établies par l'ingénieur d'essai. Le fonctionnement du système est commandé par la communication, comme cela est exigé dans l'IEC 61980-2.

101.1.5.2 Essai 1 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

L'essai 1 est l'essai initial pour chaque dispositif d'alimentation qui utilise un EVPC de la classe WPT la plus élevée.

- 1) La fréquence de fonctionnement est définie sur une fréquence fixe spécifiée par le fabricant ou déterminée par l'ingénieur d'essai conformément aux recommandations du fabricant. La fréquence doit se situer dans la plage de fréquences admissibles comprise entre 79,0 kHz et 90,0 kHz. Enregistrer la fréquence.
- 2) La tension d'entrée du dispositif d'alimentation est définie sur la valeur nominale. Enregistrer la tension d'entrée.
- 3) Définir la position X,Y,Z sur 0,0,0. Enregistrer la position X,Y,Z.
- 4) Régler la tension de sortie sur le point médian de la plage de tensions de sortie (350 V) spécifiée en 7.2.104.1. Enregistrer la tension de sortie.
- 5) L'EVPC demande la pleine puissance, comme cela est décrit en 7.2.105.1. Relever le taux d'augmentation en démarrant un minuteur au moment de la demande et en arrêtant le minuteur dès que la pleine puissance est atteinte. Calculer et enregistrer le taux moyen d'augmentation.
- 6) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la puissance d'entrée et la puissance de sortie, puis calculer et enregistrer le rendement.
- 7) L'opérateur d'essai fait en sorte que l'EVPC communique une urgence afin de déclencher un essai de puissance d'arrêt d'urgence. Surveiller la temporisation de la puissance d'arrêt d'urgence en démarrant un minuteur au moment du signal d'urgence, puis au moment où le niveau de puissance d'entrée crée une intensité de champ magnétique à la surface du dispositif d'alimentation (ou à proximité de celui-ci) inférieure ou égale au niveau de champ électromagnétique sûr. Ce niveau peut être déterminé en tant que puissance d'entrée par un essai préalable. Enregistrer le temps nécessaire pour atteindre le niveau de champ électromagnétique sûr. Confirmer que la puissance d'entrée atteint zéro.
- 8) L'EVPC demande la pleine puissance, comme cela est décrit en 7.2.105.1. Lorsqu'il est stable, interrompre le signal de communication Wi-Fi au niveau de l'EVPC. Surveiller et enregistrer le temps écoulé avant l'identification de la perte de communication par le dispositif d'alimentation et le temps écoulé jusqu'à ce que le champ magnétique soit inférieur ou égal au niveau de champ électromagnétique sûr.
- 9) Demander une puissance nulle.
- 10) Régler la tension de sortie sur la valeur minimale de la plage de tensions de sortie (280 V).
- 11) L'EVPC demande la pleine puissance, comme cela est décrit en 7.2.105.1.
- 12) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la tension de sortie, la puissance d'entrée et la puissance de sortie. Calculer et enregistrer le rendement.
- 13) Demander une puissance nulle.
- 14) Régler la tension de sortie sur la valeur maximale de la plage de tensions de sortie (420 V).
- 15) L'EVPC demande la pleine puissance, comme cela est décrit en 7.2.105.1.
- 16) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la tension de sortie, la puissance d'entrée et la puissance de sortie. Calculer et enregistrer le rendement.
- 17) Demander une puissance nulle.

Mettre fin à l'essai 1.

101.1.5.3 Essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

101.1.5.3.1 Généralités

L'essai 2 est réalisé aux valeurs du Tableau 110 ci-dessous, dans l'ordre déterminé par l'ingénieur d'essai, sous réserve d'effectuer un essai pour chaque ligne. La matrice d'essai du Tableau 110 retient l'hypothèse que les résultats sont symétriques, de sorte qu'un seul quadrant est vérifié. En l'absence de symétrie, il convient d'étendre le Tableau 110 de manière à couvrir l'ensemble de la plage XYZ.

Les positions décrites dans le Tableau 110 pour XY_{test} sont des positions de décalage le long des axes X et Y par rapport au point d'alignement central du dispositif principal et du dispositif secondaire.

Après avoir effectué les essais pour l'une des lignes avec un décalage XY maximal, effectuer les mêmes essais avec une orientation de $+3^\circ$ et une orientation de -3° des axes du dispositif secondaire par rapport aux axes du dispositif principal.

- 1) Choisir une ligne du Tableau 110 pour déterminer les positions d'essai (XY_{test} et Z_{test}) et la tension de sortie (V_{test}) à utiliser pour les étapes 2) à 7).
- 2) La fréquence de fonctionnement est définie sur une fréquence fixe spécifiée par le fabricant ou déterminée par l'ingénieur d'essai conformément aux recommandations du fabricant. La fréquence doit se situer dans les limites de la plage de fréquences admissibles comprise entre 79,0 kHz et 90,0 kHz. Même s'il est exigé que la fréquence reste fixe pour chaque session de charge, il est admis de la modifier entre les essais, si nécessaire. Enregistrer la fréquence.
- 3) La tension d'entrée du dispositif d'alimentation est définie sur la valeur nominale. Enregistrer la tension d'entrée.
- 4) La position Z est définie sur Z_{test} pour l'EVPC en essai. Enregistrer Z_{test} .
- 5) La position X,Y est définie sur XY_{test} . Enregistrer XY_{test} .
- 6) Régler la tension de sortie sur V_{test} . Enregistrer V_{test} .
- 7) L'EVPC demande la pleine puissance, comme cela est décrit en 7.2.105.1. Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la puissance d'entrée et la puissance de sortie, puis calculer et enregistrer le rendement.
- 8) Réduire la puissance d'entrée à un niveau sûr pour le repositionnement.
- 9) Choisir une autre ligne du Tableau 110 et répéter les étapes 2) à 8) jusqu'à ce que les essais aient été exécutés pour l'ensemble des lignes.
- 10) L'EVPC demande une charge complète et la puissance est réduite à zéro.

101.1.5.3.2 Positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité A

Tableau 110 – Positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif de classe de compatibilité A

Essai n°	XY_{test}	Z_{test}	V_{test}
1	00	N	350
2	N0	N	350
3	NP	N	350
4	0P	N	350
5	00	P	350
6	N0	P	350
7	NP	P	350
8	0P	P	350
9	00	N	406
10	N0	N	406
11	NP	N	406
12	0P	N	406
13	00	P	406
14	N0	P	406
15	NP	P	406
16	0P	P	406

Remplacer l'EVPC par une autre classe Z/WPT et répéter l'opération jusqu'à ce que les essais de vérification aient été effectués pour tous les EVPC exigés.

101.1.6 Essais de performance du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

101.1.6.1 Généralités

En cas d'essai sur banc d'essai, l'essai de performance est configuré avec le dispositif d'alimentation en essai et tous les EVPC spécifiés par le fabricant (un à la fois) selon 101.1.2.2.

Les EVPC spécifiés et le dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B doivent être équipés d'un système de communication qui exécute le concept de commande exigé par l'IEC 61980-2. Les conditions d'essai sont gérées par l'ingénieur d'essai.

Le fabricant ou l'ingénieur d'essai doit créer le Tableau 111, qui est équivalent au Tableau 110 pour la zone de tolérance d'alignement (voir 7.4.103) et la plage Z (voir 7.4.104) pour chacun des EVPC spécifiés. Les niveaux de tension à soumettre à l'essai (V_{test}) sont calculés pour chaque EVPC comme suit: $V1_{\text{test}} = [V_{\text{min}} + 0,5 \times V_{\text{range}}]$ et $V2_{\text{test}} = [V_{\text{max}} - 0,1 \times V_{\text{range}}]$. Voir l'exemple du 101.1.6.3.2.

Lorsque des résultats symétriques en quadrants sont raisonnablement attendus, comme avec un dispositif principal circulaire et un dispositif secondaire circulaire, les essais peuvent être réduits à un seul quadrant.

101.1.6.2 Essai 1 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

L'essai 1 est l'essai initial pour chaque dispositif d'alimentation qui utilise un EVPC de la classe WPT la plus élevée.

- 1) La fréquence de fonctionnement est définie sur une fréquence fixe spécifiée par le fabricant ou déterminée par l'ingénieur d'essai conformément aux recommandations du fabricant. La fréquence doit se situer dans la plage de fréquences admissibles comprise entre 79,0 kHz et 90,0 kHz. Enregistrer la fréquence.
- 2) La tension d'entrée du dispositif d'alimentation est définie sur la valeur nominale. Enregistrer la tension d'entrée.
- 3) Définir la position X,Y,Z sur 0,0,0. Enregistrer la position X,Y,Z.
- 4) Régler la tension de sortie sur le point médian de la plage de tensions de sortie [$V_{\min} + 0,5 \times V_{\text{range}}$] spécifiée en 7.2.104.2.
- 5) L'EVPC demande la pleine puissance spécifiée par le fabricant du dispositif d'alimentation. Relever le taux d'augmentation en démarrant un minuteur au moment de la demande et en arrêtant le minuteur dès que la pleine puissance est atteinte. Calculer et enregistrer le taux moyen d'augmentation.
- 6) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la puissance d'entrée et la puissance de sortie, puis calculer et enregistrer le rendement.
- 7) L'opérateur d'essai fait en sorte que l'EVPC communique une urgence afin de déclencher un essai de puissance d'arrêt d'urgence. Surveiller la temporisation de la puissance d'arrêt d'urgence en démarrant un minuteur au moment du signal d'urgence, puis au moment où le niveau de puissance d'entrée crée une intensité de champ magnétique à la surface du dispositif d'alimentation (ou à proximité de celui-ci) inférieure ou égale au niveau de champ électromagnétique sûr. Ce niveau peut être déterminé en tant que puissance d'entrée par un essai préalable. Enregistrer le temps nécessaire pour atteindre le niveau de champ électromagnétique sûr. Confirmer que la puissance d'entrée atteint zéro.
- 8) L'EVPC demande la pleine puissance spécifiée par le fabricant du dispositif d'alimentation. Lorsqu'il est stable, interrompre le signal de communication au niveau de l'EVPC. Surveiller et enregistrer le temps écoulé avant l'identification de la perte de communication par le dispositif d'alimentation et le temps écoulé jusqu'à ce que le champ magnétique soit inférieur ou égal au niveau de champ électromagnétique sûr.
- 9) Demander une puissance nulle.
- 10) Régler la tension de sortie sur la valeur minimale de la plage de tensions de sortie ($V_{\min}$) spécifiée en 7.2.104.2.
- 11) L'EVPC demande la pleine puissance spécifiée par le fabricant du dispositif d'alimentation.
- 12) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la tension de sortie, la puissance d'entrée et la puissance de sortie. Calculer et enregistrer le rendement.
- 13) Demander une puissance nulle.
- 14) Régler la tension de sortie sur la valeur maximale de la plage de tensions de sortie ($V_{\max}$) spécifiée en 7.2.104.2.
- 15) L'EVPC demande la pleine puissance spécifiée par le fabricant du dispositif d'alimentation.
- 16) Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la tension de sortie, la puissance d'entrée et la puissance de sortie. Calculer et enregistrer le rendement.
- 17) Demander une puissance nulle.

Mettre fin à l'essai 1.

101.1.6.3 Essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

101.1.6.3.1 Généralités

L'essai 2 est exécuté avec les valeurs du Tableau 111 établies en 101.1.6.1. L'ordre des essais est déterminé par l'ingénieur d'essai, sous réserve d'effectuer un essai pour chaque ligne.

- 1) Choisir une ligne du Tableau 111 pour déterminer les positions d'essai et la tension de sortie à utiliser pour les étapes 2) à 7).
- 2) La fréquence de fonctionnement est définie sur une fréquence fixe spécifiée par le fabricant ou déterminée par l'ingénieur d'essai conformément aux recommandations du fabricant. La fréquence doit se situer dans la plage de fréquences admissibles comprise entre 79,0 kHz et 90,0 kHz. Même s'il est exigé que la fréquence reste fixe pour chaque session de charge, il est admis de la modifier entre les essais, si nécessaire. Enregistrer la fréquence.
- 3) La tension d'entrée du dispositif d'alimentation est définie sur la valeur nominale. Enregistrer la tension d'entrée.
- 4) La position Z est définie sur Z_{test} pour l'EVPC en essai. Enregistrer Z_{test} .
- 5) La position X,Y est définie sur XY_{test} . Enregistrer XY_{test} .
- 6) Régler la tension de sortie sur V_{test} . Enregistrer V_{test} .
- 7) L'EVPC demande la pleine puissance indiquée par le fabricant du dispositif d'alimentation. Lorsque le système est en régime établi à pleine puissance, enregistrer la puissance d'entrée et la puissance de sortie, puis calculer et enregistrer le rendement.
- 8) Réduire la puissance d'entrée à un niveau sûr pour le repositionnement.
- 9) Choisir une autre ligne du Tableau 111 et répéter les étapes 2) à 8) jusqu'à ce que les essais aient été exécutés pour l'ensemble des lignes.
- 10) L'EVPC demande une charge complète et la puissance est réduite à zéro.

Remplacer l'EVPC et répéter l'opération jusqu'à ce que les essais de vérification aient été effectués pour tous les EVPC exigés.

101.1.6.3.2 Exemple de positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

Exemple d'une partie du Tableau 111 à générer, comme cela est spécifié en 101.1.6.1

Tableau 111 – Exemple de positions d'essai pour l'essai 2 du dispositif d'alimentation de classe de compatibilité B

ESSAI n°	XY_{test}	Z_{test}	V_{test}
1	00	Valeur minimale de Z	$V1_{\text{test}}$
2	00	Valeur minimale de Z	$V2_{\text{test}}$
3	00	Valeur maximale de Z	$V1_{\text{test}}$
4	00	Valeur maximale de Z	$V2_{\text{test}}$
5	...	...	...
6	...	...	...
7	...	...	...

101.2 Essais de protection contre les effets thermiques des corps étrangers

101.2.1 Généralités

Les corps étrangers situés dans la zone de fonctionnement (zone de protection 1) pendant le transfert de puissance peuvent être soumis à des effets thermiques liés à l'exposition au champ magnétique. Les effets thermiques incluent à la fois la température élevée qui peut provoquer des brûlures ou des blessures en cas de contact, et les dangers d'inflammation qui peuvent entraîner l'inflammation de matériaux combustibles du fait de l'échauffement des corps métalliques en contact avec les matériaux. L'utilisation de systèmes de détection de corps étrangers est exigée dans les systèmes WPT, afin de détecter ces corps étrangers qui se situent dans la zone 1 pendant le transfert de puissance, puis d'arrêter la fonction de transfert de puissance afin d'atténuer les dangers potentiels associés à l'échauffement d'un corps étranger. Les exigences d 101.2 visent à démontrer que le système de détection de corps étrangers détecte un corps étranger qui se situe dans la zone de protection 1 et arrête la fonction de transfert de puissance avant que le corps étranger ne dépasse les limites de température de contact ou ne provoque une inflammation des matériaux combustibles.

Étant donné que chaque système WPT et son système de détection de corps étrangers sont différents, les dangers potentiels associés à la détection opportune de corps étrangers et l'arrêt ponctuel de la fonction de transfert de puissance peuvent être différents. Une évaluation des risques est exigée pour analyser et déterminer les dangers potentiels associés à la détection de corps étrangers et les moyens d'atténuation des risques associés à cette détection. Pour les besoins du présent document, le système doit être capable de détecter les corps spécifiques indiqués en 101.2 et d'atténuer les dangers associés à ces corps qui dépassent les températures de contact ou provoquent une inflammation. Le fabricant peut ajouter des corps d'essai supplémentaires à la liste, en fonction de l'évaluation des risques associée à un système WPT donné. Si des corps d'essai sont ajoutés, ils doivent être soumis à la même méthode d'essai que les corps exigés.

101.2.2 Corps d'essai pour le danger au toucher et le danger d'inflammation

Les corps d'essai répertoriés sont utilisés pour évaluer la conformité du système WPT en ce qui concerne les limites de température spécifiées en 11.6 de l'IEC 61980-1:2020, qui s'appliquent aux corps étrangers métalliques situés dans la zone de fonctionnement (zone de protection 1), et le danger d'inflammation indiqué dans la méthode d'essai.

Les corps d'essai spécifiés dans le Tableau 112 représentent les corps d'essai minimaux qui sont utilisés pour couvrir les dangers au toucher dans le cadre de cet essai. Le corps d'essai spécifié dans le Tableau 113 représente le corps d'essai minimal qui est utilisé pour couvrir les dangers d'inflammation dans le cadre de cet essai. Les corps d'essai du Tableau 112 sont des corps dont la capacité de rétention thermique est considérée comme étant suffisante pour présenter un risque de brûlure à une personne qui entre en contact avec l'un de ces corps lorsque la fonction de transfert de puissance est arrêtée. Les corps d'essai du Tableau 113 sont des corps dont la capacité thermique n'est pas considérée comme étant suffisante pour provoquer des brûlures aux personnes, mais dont la température peut atteindre des niveaux susceptibles de provoquer l'inflammation des matériaux combustibles en contact avec eux.

NOTE Les éléments qui constituent les corps d'essai du 101.2.2 et les considérations relatives à la procédure d'essai ont été filtrés en s'appuyant sur une étude des probabilités et des risques. Les données relatives aux caractéristiques thermiques ont été incluses dans l'étude. La conformité à ces essais, selon les spécificités des systèmes en essai, confère une sécurité de confiance élevée. L'essai de confirmation décrit ici ne peut pas assurer la sécurité dans toutes les conditions possibles. Par conséquent, il est nécessaire que chaque fabricant détermine son propre niveau de confiance pour adapter les corps d'essai en conséquence. Il existe également une recommandation de signalisation (voir 17.102) qui permet d'avertir les personnes des dangers potentiels.

Tableau 112 – Corps d'essai pour le danger au toucher

Brève description du corps	Taille	Matériau (composition)	Position d'essai
Feuille d'aluminium	Diamètre 60 mm à 80 mm Épaisseur 0,01 mm à 0,03 mm	Alliage d'aluminium	À plat sur la surface
Barre d'acier	Longueur 100 mm Largeur 70 mm Hauteur 10 mm	Acier non revêtu	À plat sur la surface de 100 mm × 70 mm
Clou	Longueur 75 mm à 100 mm Diamètre 3 mm à 4 mm	Acier non revêtu	À plat
Pièce	Pièce de 5 centimes d'euro ou équivalent Diamètre 21,25 mm Épaisseur 1,67 mm	Acier: 94,35 % Cu 5,65 %	À plat

Tableau 113 – Corps d'essai pour l'essai du risque d'inflammation

Brève description du corps	Taille	Matériau (composition)	Position d'essai
Trombone fixé à une liasse de papiers	Longueur 23 mm à 29 mm Fil de 0,9 mm à 1,1 mm 5 feuilles: 75 g à 100 g par mètre carré (soit 20 livres à 24 livres), 100 mm × 100 mm	Acier non revêtu	Le trombone est la pièce à centrer sur les positions identifiées

101.2.3 Spécification de la zone d'essai

Étant donné que chaque système WPT est différent et que chaque mise en œuvre de la détection de corps étrangers est différente, l'essai doit être effectué en tenant compte des spécifications du fabricant pour les conditions d'alignement et l'emplacement physique du corps d'essai. Ces paramètres spécifiques doivent couvrir la condition d'alignement et l'emplacement du corps d'essai qui engendrent l'effet thermique maximal (emplacement où l'intensité de champ est la plus élevée dans les conditions d'alignement spécifiques), ainsi que la condition d'alignement et l'emplacement du corps d'essai pour lesquels la détection de corps étrangers est la moins efficace. Ces informations doivent être spécifiées par le fabricant lors de la présentation d'échantillons d'essai, en s'appuyant sur les éléments suivants:

- le fabricant doit spécifier l'emplacement sur la surface du dispositif principal où l'intensité de champ est la plus élevée et dans quelles conditions d'alignement cette intensité de champ est la plus élevée. En outre, le fabricant doit spécifier l'orientation du champ à cet emplacement. L'échauffement le plus défavorable (le plus rapide) se produit lorsque le corps étranger se situe à cet emplacement avec sa dimension principale orientée dans le sens du composant de champ principal. Cet emplacement et ce sens d'orientation doivent être marqués sur la surface du dispositif principal. Il s'agit du point d'essai 1;
- le fabricant doit spécifier et marquer l'emplacement à la surface du dispositif principal auquel la probabilité de détection de corps étrangers est la plus faible, et dans quelles conditions d'alignement cette probabilité est la plus faible. Si la probabilité de détection est essentiellement uniforme sur la surface, alors cet emplacement d'essai doit être choisi de manière aléatoire. Il s'agit du point d'essai 2.

Ces deux emplacements, le point d'essai 1 et le point d'essai 2, doivent être utilisés comme emplacements d'essai des corps d'essai spécifiés dans le Tableau 112 et le Tableau 113.

Si les conditions d'alignement compromettent les essais et ne sont pas représentées par les points d'essai ci-dessus, des points d'essai supplémentaires peuvent être ajoutés dans des conditions d'alignement appropriées. Ces points d'essai et ces conditions d'alignement supplémentaires doivent être spécifiés par le fabricant.

Si le fabricant détermine qu'il convient d'étendre la zone d'essai en dehors des limites du dispositif principal, des points d'essai supplémentaires peuvent être ajoutés. Ces points d'essai et les conditions d'alignement doivent être spécifiés par le fabricant.

101.2.4 Procédure d'essai d'échauffement de corps étrangers

101.2.4.1 Généralités

Tous les essais doivent être effectués à une température ambiante de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$. La vitesse de l'air dans la pièce, et plus particulièrement dans la zone d'essai, ne doit pas dépasser 0,5 m/s. Aucun refroidissement ni aucune ventilation supplémentaire ne doit être prévu(e) pour l'échantillon d'essai, sauf spécification contraire du fabricant ou exigence de sécurité.

Les corps d'essai doivent être à température ambiante avant de les utiliser pour ces essais. Cela exige de prévoir une période de refroidissement suffisante entre les essais ou d'utiliser plusieurs échantillons physiques des corps d'essai.

Il existe deux essais: un essai couvre le danger au toucher et l'autre couvre le danger d'inflammation. Les essais pour le danger au toucher utilisent les corps d'essai indiqués dans le Tableau 112. Les essais pour le danger d'inflammation utilisent le corps d'essai indiqué dans le Tableau 113.

101.2.4.2 Procédure d'essai pour les dangers au toucher

Si le corps étranger est détecté, il doit provoquer un arrêt du processus de transfert de puissance. Si le corps étranger n'est pas détecté après 2 min, la puissance doit être coupée et la température d'essai doit être enregistrée 10 s après la fin du transfert de puissance. La température ne doit pas dépasser les limites du 11.6.4.101.

Si le fabricant inclut des corps d'essai supplémentaires, ces corps doivent également satisfaire aux mêmes exigences.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

La procédure d'essai de danger au toucher comprend deux méthodes d'essai et chaque méthode d'essai comporte deux séquences d'essai, soit un total de quatre essais pour chaque corps d'essai. Chaque corps d'essai du Tableau 112 doit être soumis à l'essai.

La méthode 1 est utilisée pour démontrer le fonctionnement de la détection de corps étrangers sur le corps d'essai lorsque la fonction de transfert de puissance est active et que le corps d'essai entre dans la zone de fonctionnement. La méthode 2 est utilisée pour démontrer le fonctionnement de la détection de corps étrangers lorsqu'un corps d'essai se trouve sur le dispositif principal avant de lancer le transfert de puissance. Chaque méthode comprend deux points d'essai pour chaque corps. Les points d'essai sont décrits en 101.2.3.

Méthode 1:

Le système WPT est connecté à une source d'alimentation qui lui permet de fonctionner à la tension de sortie maximale assignée et au courant de sortie maximal assigné en continu pendant l'essai. Le système WPT est sous tension et autorisé à assurer le transfert de puissance du dispositif principal vers le dispositif secondaire, de la manière prévue.

Séquence A: Le dispositif principal et le dispositif secondaire sont alignés dans la configuration spécifiée par le fabricant, conformément au 101.2.3. Le premier corps d'essai du Tableau 112 est fixé à une baguette ou à un bâton en bois de longueur suffisante pour insérer le corps d'essai dans la zone de fonctionnement sans exposer les personnes au champ magnétique. Un thermocouple est fixé au bord d'attaque du corps d'essai. Le corps d'essai est déplacé en ligne droite, de l'extérieur de la zone de fonctionnement vers le point d'essai 1 indiqué sur l'échantillon. Il convient de déplacer le corps d'essai vers le point d'essai à une vitesse constante de 30 cm/s. Le corps d'essai doit être inséré dans la zone de fonctionnement en utilisant le chemin le plus court possible jusqu'à l'emplacement du point d'essai et à une hauteur qui correspond à la hauteur de la surface du dispositif principal.

Si le corps d'essai est détecté avant ou au moment d'atteindre l'emplacement du point d'essai, l'essai est arrêté avec des résultats conformes.

Si le corps d'essai atteint l'emplacement du point d'essai sans avoir été détecté, le mouvement du corps d'essai doit être interrompu et l'objet doit pouvoir reposer sur la surface du dispositif principal. Après deux minutes, le transfert de puissance est arrêté et un minuteur est démarré.

Après 10 s, la température du corps d'essai est enregistrée et ne doit pas dépasser les limites du 11.6.4.101.

Séquence B: Si l'alignement du dispositif principal et du dispositif secondaire doit être ajusté conformément aux spécifications du fabricant, procéder à l'ajustement. Répéter ensuite la séquence A en insérant le corps d'essai vers le point d'essai 2 de l'échantillon, et non vers le point d'essai 1.

Les séquences ci-dessus sont répétées pour chaque corps d'essai du Tableau 112.

Méthode 2:

Le système WPT est connecté à une source d'alimentation qui lui permet de fonctionner à la tension de sortie maximale assignée et au courant de sortie maximal assigné en continu pendant l'essai. Le système WPT est mis sous tension et à l'état de veille. La détection de corps étrangers doit être tolérée à l'état de veille, qu'il soit fonctionnel ou non.

Séquence C: Le dispositif principal et le dispositif secondaire sont alignés dans la configuration spécifiée par le fabricant, conformément au 101.2.3. Le premier corps d'essai du Tableau 112 est placé directement sur la surface du dispositif principal, au point d'essai 1. Un thermocouple est fixé au corps d'essai. Le système WPT lance alors le transfert de puissance.

Si le corps d'essai est détecté et que le transfert de puissance ne démarre pas, l'essai est arrêté avec des résultats conformes.

Si le transfert de puissance commence, le laisser s'exécuter pendant 2 min. Après deux minutes, le transfert de puissance est arrêté et un minuteur est démarré.

Après 10 s, la température du corps d'essai est enregistrée et ne doit pas dépasser les limites du 11.6.4.101.

Séquence D: L'essai est ensuite répété en plaçant le corps d'essai au point d'essai 2 indiqué sur l'échantillon. Si l'alignement du dispositif principal et du dispositif secondaire doit être ajusté conformément aux spécifications du fabricant, alors cet ajustement est effectué avant l'essai.

Les séquences ci-dessus sont répétées pour chaque corps d'essai du Tableau 112.

101.2.4.3 Procédure d'essai pour les dangers d'inflammation

Ces essais sont concluants avec des résultats conformes, si aucune inflammation ne se produit avec le corps d'essai indiqué dans le Tableau 113.

Si le fabricant inclut des corps d'essai supplémentaires, ces corps doivent également satisfaire aux mêmes exigences.

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

L'essai pour le danger d'inflammation comprend deux méthodes d'essai et chaque méthode comporte deux séquences d'essai, soit un total de quatre essais pour le corps d'essai indiqué dans le Tableau 113.

La méthode 1 est utilisée pour démontrer le fonctionnement de la détection de corps étrangers sur le corps d'essai lorsque la fonction de transfert de puissance est active et que le corps d'essai entre dans la zone de fonctionnement. La méthode 2 est utilisée pour démontrer le fonctionnement de la détection de corps étrangers lorsqu'un corps d'essai se trouve sur le dispositif principal avant de lancer le transfert de puissance. Chaque méthode comprend deux points d'essai pour chaque corps. Les points d'essai sont décrits en 101.2.3.

Méthode 1:

Le système WPT est connecté à une source d'alimentation qui lui permet de fonctionner à la tension de sortie maximale assignée et au courant de sortie maximal assigné en continu pendant l'essai. Le système WPT est sous tension et autorisé à assurer le transfert de puissance du dispositif principal vers le dispositif secondaire, de la manière prévue.

Séquence A: Le dispositif principal et le dispositif secondaire sont alignés dans la configuration spécifiée par le fabricant, conformément au 101.2.3. Le corps d'essai du Tableau 113 est fixé à une baguette ou à un bâton en bois de longueur suffisante pour insérer le corps d'essai dans la zone de fonctionnement sans exposer les personnes au champ magnétique. Le corps d'essai est déplacé en ligne droite, de l'extérieur de la zone de fonctionnement vers le point d'essai 1 indiqué sur l'échantillon. Il convient de déplacer le corps d'essai vers le point d'essai à une vitesse constante de 30 cm/s. Le corps d'essai doit être inséré dans la zone de fonctionnement en utilisant le chemin le plus court possible jusqu'à l'emplacement du point d'essai et à une hauteur qui correspond à la hauteur de la surface du dispositif principal.

Si le corps d'essai est détecté avant ou au moment d'atteindre l'emplacement du point d'essai, l'essai est arrêté avec des résultats conformes.

Si le corps d'essai atteint l'emplacement du point d'essai sans avoir été détecté, le mouvement du corps d'essai doit être interrompu et l'objet doit pouvoir reposer sur la surface du dispositif principal. L'opérateur d'essai démarre le minuteur. L'essai est concluant si aucune inflammation ne s'est produite lorsque le transfert de puissance s'est arrêté après 5 min.

Séquence B: L'essai est ensuite répété en insérant le corps d'essai au point d'essai 2 indiqué sur l'échantillon. Si l'alignement du dispositif principal et du dispositif secondaire doit être ajusté conformément aux spécifications du fabricant, alors cet ajustement est effectué avant l'essai.

Méthode 2:

Le système WPT est connecté à une source d'alimentation qui lui permet de fonctionner à la tension de sortie maximale assignée et au courant de sortie maximal assigné en continu pendant l'essai. Le système WPT est mis sous tension et à l'état de veille. La détection de corps étrangers doit être tolérée à l'état de veille, qu'il soit fonctionnel ou non.

Séquence C: Le dispositif principal et le dispositif secondaire sont alignés dans la configuration spécifiée par le fabricant, conformément au 101.2.3. Le corps d'essai du Tableau 113 est placé directement sur la surface du dispositif principal, au point d'essai 1. Le système WPT lance alors le transfert de puissance.

Si le corps d'essai est détecté et que le transfert de puissance ne démarre pas, l'essai est arrêté avec des résultats conformes.

Si le transfert de puissance démarre, le laisser s'exécuter pendant 5 min. L'essai est concluant si aucune inflammation ne s'est produite lorsque le transfert de puissance s'est arrêté après 5 min.

Séquence D: L'essai est ensuite répété en plaçant le corps d'essai au point d'essai 2 indiqué sur l'échantillon. Si l'alignement du dispositif principal et du dispositif secondaire doit être ajusté conformément aux spécifications du fabricant, alors cet ajustement est effectué avant l'essai.

101.3 Essai pour confirmer que le véhicule se trouve au-dessus du dispositif principal

101.3.1 Montage d'essai

Selon la méthode utilisée par le dispositif d'alimentation pour satisfaire aux exigences de présence du véhicule selon 7.102, le cas le plus général de vérification des performances doit être effectué en plaçant la plaque de simulation de véhicule sur le banc d'essai, avec les composants du dispositif d'alimentation. Aucun composant n'est nécessaire du côté secondaire. L'ajustement de la hauteur Z ainsi que le réglage du dispositif principal sur les axes X et Y doivent être possibles.

101.3.2 Positions d'essai

Le dispositif principal doit être placé de sorte que le centre géométrique du dispositif principal et la plaque de simulation en acier soient alignés. La première position Z doit être située sur la plaque de simulation, à 100 mm au-dessus de la surface du sol.

Les positions d'essai supplémentaires doivent correspondre à une position Z située à 185 mm et à 270 mm.

101.3.3 Exigences d'essai

Le dispositif d'alimentation doit exécuter son processus de détection (boucle) au moins toutes les 10 s, qu'il soit chargé ou non.

L'action obtenue repose sur l'état d'appairage du dispositif d'alimentation (appairé ou en cours d'appairage) ainsi que sur le résultat du processus de détection, selon le Tableau 114.

Tableau 114 – Action de détection de véhicule

Etat d'appairage?	Appairage en cours?	Véhicule détecté	Action
Oui	Non	Oui	Répéter la boucle
Non	Oui	Oui	Répéter la boucle
Oui	Non	Non	Erreur
Non	Oui	Non	"AUTORISER L'APPAIRAGE", répéter la boucle
Non	Non	Oui	"NE PAS APPAIRER", répéter la boucle
Non	Non	Non	"AUTORISER L'APPAIRAGE", répéter la boucle

L'essai doit être exécuté afin de remplir les conditions indiquées dans les trois premières colonnes pour toutes les lignes ci-dessus. Les états "appairé" et "appairage en cours" doivent être contrôlés par l'ingénieur d'essai. Il convient de vérifier si le véhicule est détecté ou non avec et sans la plaque de simulation de véhicule, afin d'assurer l'absence de résultats faux positifs ou faux négatifs.

Annexe A (normative)

EVPC de référence circulaires

A.1 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT1

A.1.1 Généralités

L'Article A.1 décrit les EVPC de référence pour les MF-WPT1 de classes Z1, Z2 et Z3. Les SPC de référence spécifiés à l'Annexe A et à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020, utilisés en combinaison avec les EVPC de référence spécifiés à l'Article A.1, satisfont aux exigences de performances de transfert de puissance décrites à l'Article 7.

Le point d'alignement central pour les dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 décrits à l'Article A.1 est de 0 mm sur l'axe X et de 0 mm sur l'axe Y, par rapport au centre géométrique du dispositif secondaire lorsqu'il est appairé aux dispositifs principaux spécifiés à l'Annexe A et à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

La puissance de sortie assignée des EVPC de référence MF-WPT1 est de 3,7 kW.

A.1.2 EVPC de référence MF-WPT1/Z1

A.1.2.1 Généralités

L'EVPC de référence de classe Z1 couvre la plage de distances au sol de 100 mm à 150 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec les SPC spécifiés à l'Annexe A et à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.1.2.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.1 représente les dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z1.

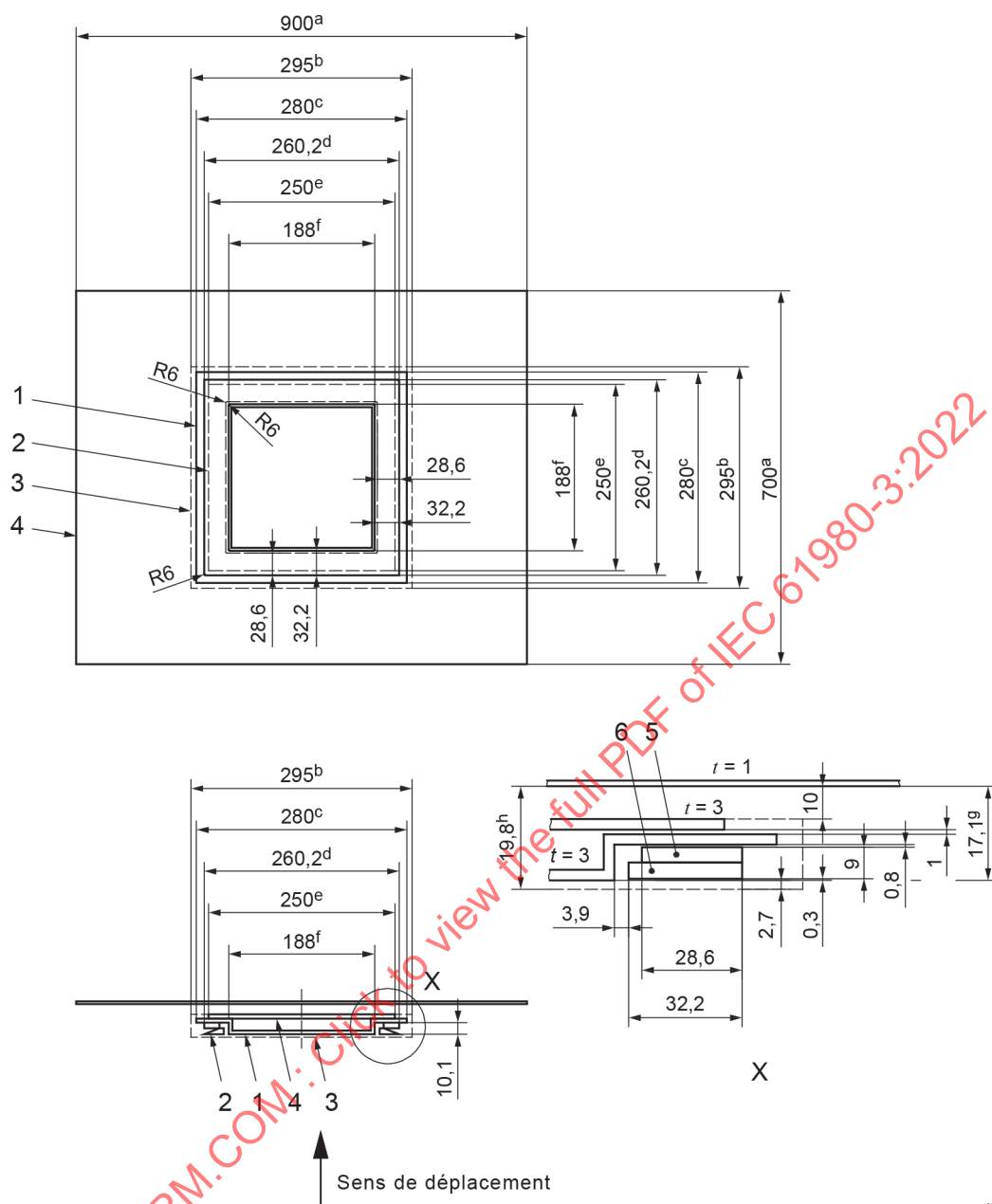
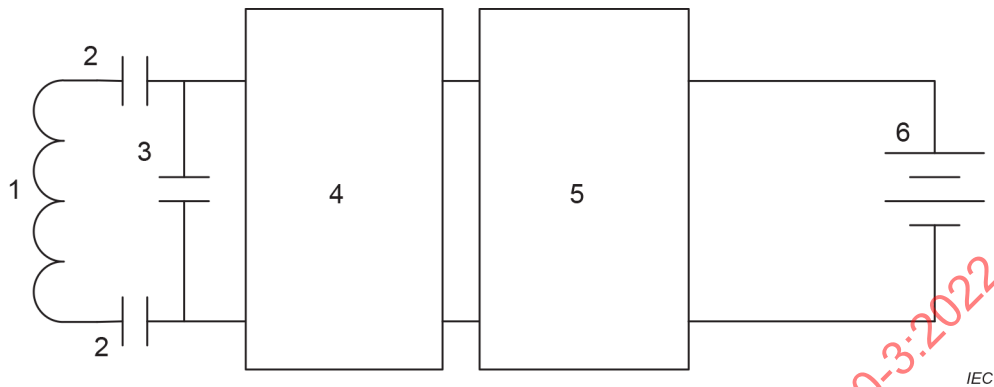


Figure A.1 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z1

A.1.2.3 **Circuit électrique**

La Figure A.2 représente le schéma de l'électronique de puissance pour l'EVPC de référence MF-WPT1/Z1.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 non utilisé
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.2 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT1/Z1

Le Tableau A.1 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Figure A.2.

Tableau A.1 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.2

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF
214	232	32,6

La Figure A.3 représente un circuit de compensation d'impédance pour la Figure A.2.

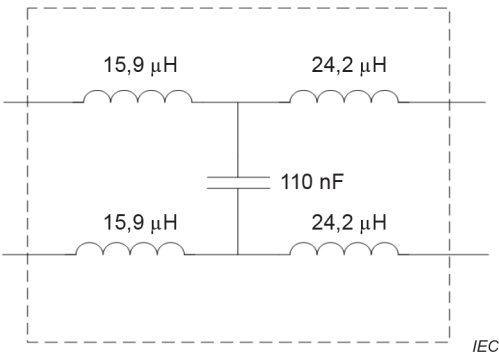


Figure A.3 – Circuit de compensation d'impédance

La Figure A.4 représente un exemple de redresseur pour la Figure A.2.

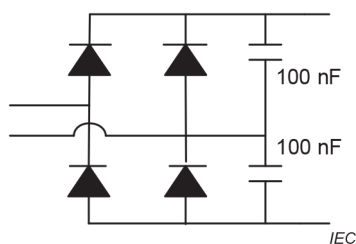


Figure A.4 – Exemple de circuit de redresseur

Le facteur de couplage et le courant maximal de l'EVPC de référence MF-WPT1/Z1 utilisé en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe A de l'ISO 19363:2020 sont indiqués dans le Tableau A.2.

Les valeurs du Tableau A.2 sont obtenues avec un blindage en aluminium de 700 mm (axe X) × 900 mm (axe Y).

Tableau A.2 – Plage de facteurs de couplage

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,100	0,249	17 A (valeur efficace)

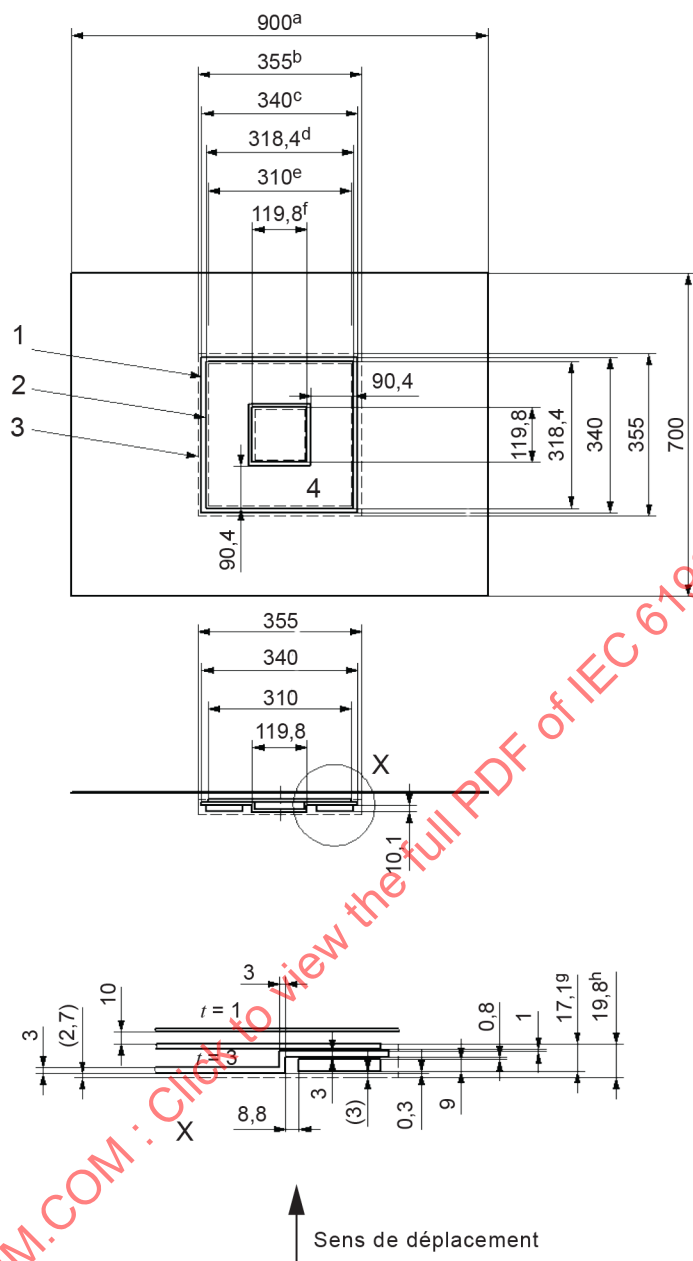
A.1.3 EVPC de référence MF-WPT1/Z2

A.1.3.1 Généralités

L'EVPC de référence de classe Z2 couvre la plage de distances au sol de 140 mm à 210 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec les SPC spécifiés à l'Annexe A et à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.1.3.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.5 représente les dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z2.



IEC

Légende

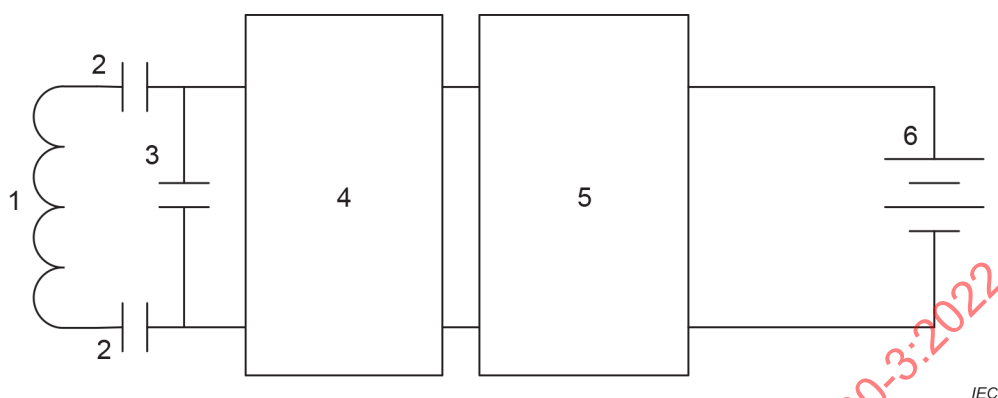
- 1 ferrite
- 2 bobine
- 3 boîtier externe (pour référence)
- 4 20 spires

- a dimensions du blindage en aluminium
- b dimensions du boîtier externe
- c dimensions externes du noyau
- d dimensions de la bobine
- e dimensions du blindage
- f dimensions internes du noyau
- g distance noyau-blindage
- h dimensions de l'assemblage

Figure A.5 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z2

A.1.3.3 Circuit électrique

La Figure A.6 représente le schéma de l'électronique de puissance pour l'EVPC de référence MF-WPT1/Z2.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 non utilisé
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.6 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT1

Le Tableau A.3 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Figure A.6.

Tableau A.3 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.6

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF
207	214	33,8

La Figure A.7 représente un circuit de compensation d'impédance pour la Figure A.6.

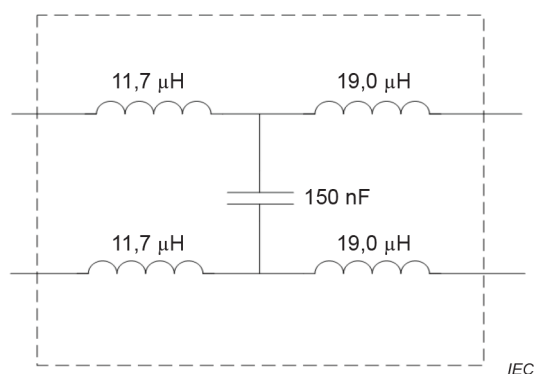
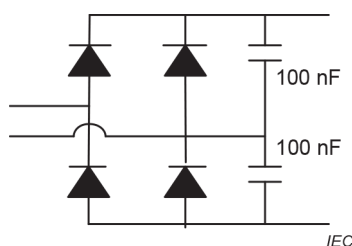


Figure A.7 – Circuit de compensation d'impédance

La Figure A.8 représente un exemple de redresseur pour la Figure A.6.

**Figure A.8 – Exemple de circuit de redresseur**

Le facteur de couplage et le courant maximal de l'EVPC de référence MF-WPT1/Z2 utilisé en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe A de l'ISO 19363:2020 sont indiqués dans le Tableau A.4.

Les valeurs du Tableau A.4 sont obtenues avec un blindage en aluminium de 700 mm (axe X) × 900 mm (axe Y).

Tableau A.4 – Plage de facteurs de couplage

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,085	0,221	18 A (valeur efficace)

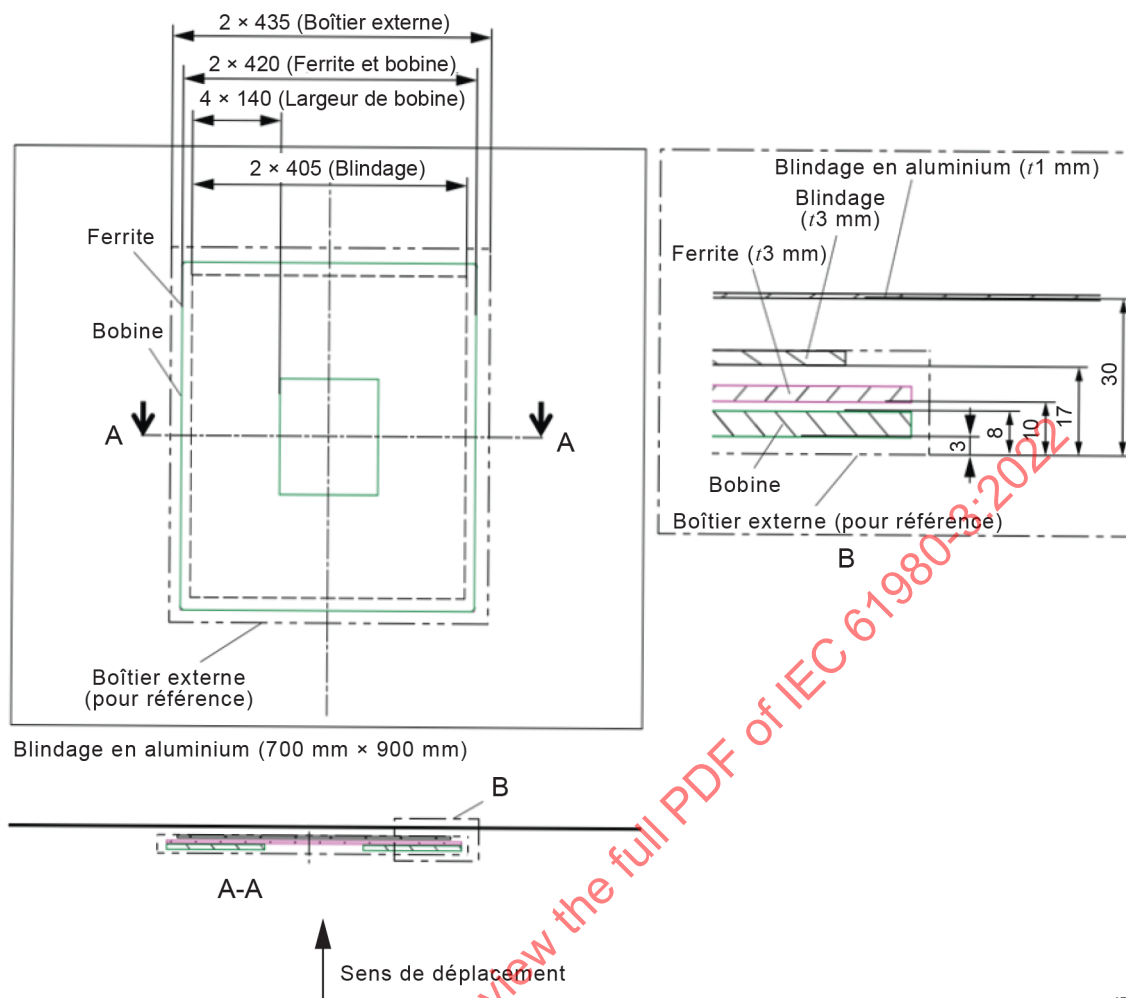
A.1.4 EVPC de référence MF-WPT1/Z3

A.1.4.1 Généralités

L'EVPC de référence de classe Z3 couvre la plage de distances au sol de 170 mm à 250 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec les SPC spécifiés à l'Annexe A et à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.1.4.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.9 représente les dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z3.

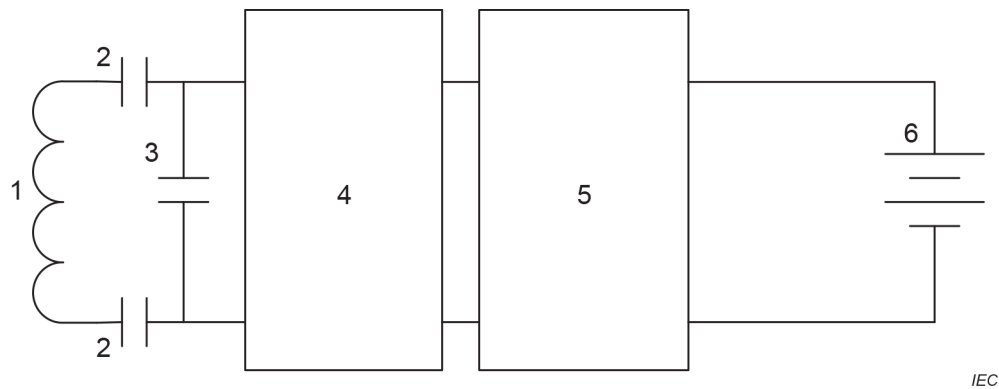


IEC

Figure A.9 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT1/Z3

A.1.4.3 Circuit électrique

La Figure A.10 représente le schéma de l'électronique de puissance pour l'EVPC de référence MF-WPT1/Z3.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 non utilisé
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.10 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1/Z3

Le Tableau A.5 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Figure A.10.

Tableau A.5 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.10

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)
198	203	33,8

La Figure A.11 représente un circuit de compensation d'impédance pour la Figure A.10.

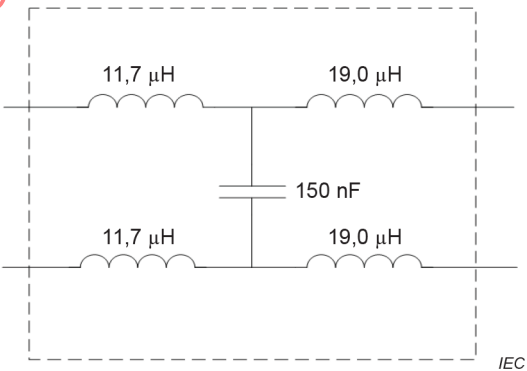


Figure A.11 – Circuit de compensation d'impédance

La Figure A.12 représente un exemple de redresseur pour la Figure A.10.

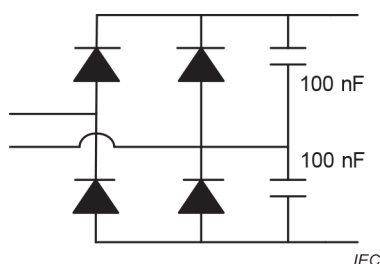


Figure A.12 – Exemple de circuit de redresseur

Le facteur de couplage et le courant maximal de l'EVPC de référence MF-WPT1/Z3 utilisé en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe A de l'ISO 19363:2020 sont indiqués dans le Tableau A.6.

Les valeurs du Tableau A.6 sont obtenues avec un blindage en aluminium de 700 mm (axe X) × 900 mm (axe Y).

Tableau A.6 – Plage de facteurs de couplage

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,084	0,243	18 A (valeur efficace)

A.2 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT1/MF-WPT2

A.2.1 Généralités

L'Article A.2 décrit les EVPC de référence pour les MF-WPT1 et MF-WPT2 de classes Z1, Z2 et Z3. Ces EVPC de référence satisfont aux exigences de performances de transfert de puissance pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 décrits à l'Article 7, utilisés en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

Le point d'alignement central pour les dispositifs secondaires de référence MF-WPT1/MF-WPT2 décrits à l'Article A.2 est de 0 mm sur l'axe X et de 0 mm sur l'axe Y, par rapport au centre géométrique du dispositif secondaire lorsqu'il est appairé aux dispositifs principaux spécifiés à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

Lorsqu'il est utilisé en tant qu'EVPC de référence MF-WPT1, la puissance de sortie assignée est de 3,7 kW.

Lorsqu'il est utilisé en tant qu'EVPC de référence MF-WPT2, la puissance de sortie assignée est de 7,7 kW.

Les EVPC de référence spécifiés à l'Article A.2 fonctionnent sur la plage de fréquences du système de 79,00 kHz à 90,00 kHz, à une fréquence de fonctionnement nominale de 85,00 kHz.

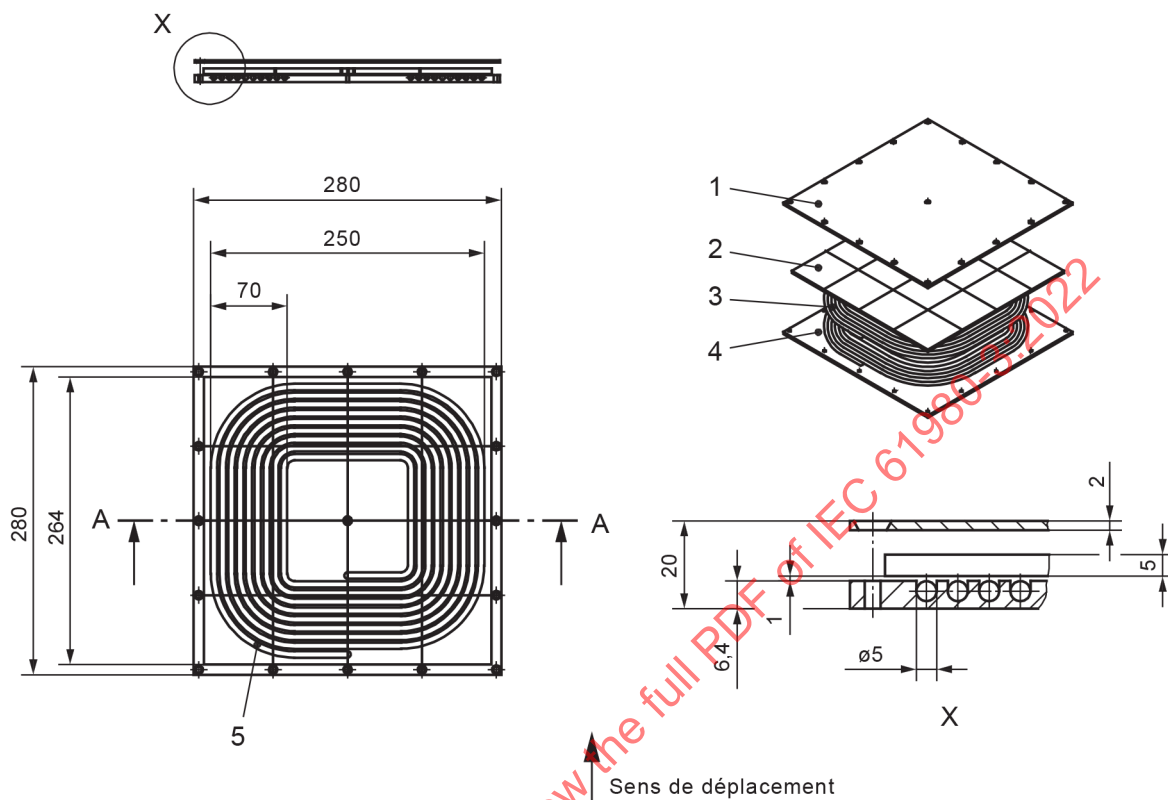
A.2.2 EVPC de référence MF-WPT1/MF-WPT2 Z1

A.2.2.1 Généralités

L'EVPC de référence de classe Z1 couvre la plage de distances au sol de 100 mm à 150 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec le SPC spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.2.2.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.13 représente les dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1/MF-WPT2 Z1.



IEC

Légende

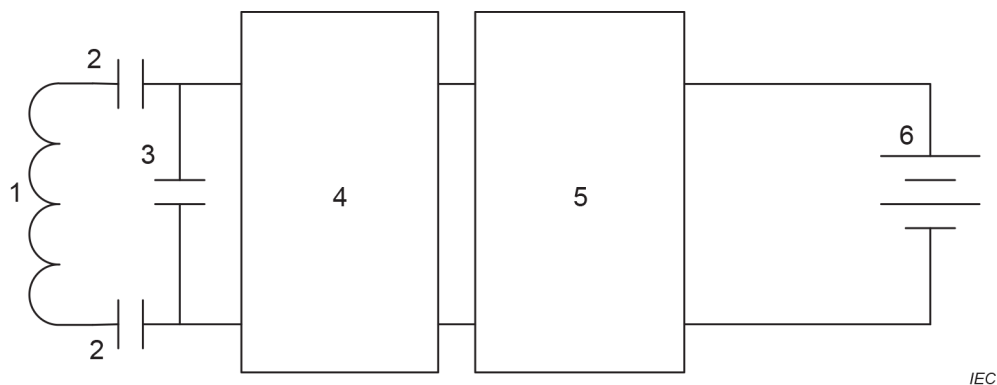
- 1 plaque d'aluminium
- 2 tuiles de ferrite
- 3 fil divisé
- 4 plateau divisé
- 5 dix spires

Figure A.13 – Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1

La configuration mécanique des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1 comprend un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm (non représenté sur la Figure A.13).

A.2.2.3 Circuit électrique

La Figure A.14 représente le schéma de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 C_Parallel (capacité de réglage en parallèle)
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.14 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1

Le Tableau A.7 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Figure A.14.

Tableau A.7 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.14

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
37,2	38,7	290	170

La Figure A.15 représente un exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables pour la Figure A.14.

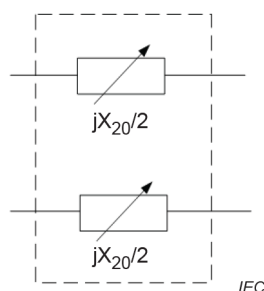


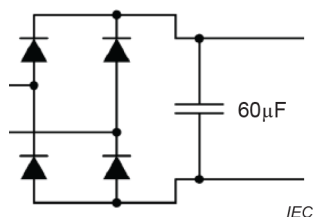
Figure A.15 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables

Les valeurs de la plage de réactances variables $jX_{20}/2$ sont indiquées dans le Tableau A.8.

Tableau A.8 – Valeurs des réactances variables

Fréquence de fonctionnement 81,38 kHz	Fréquence de fonctionnement 85,00 kHz	Fréquence de fonctionnement 90,00 kHz
–10 Ω à 4 Ω	–8 Ω à 5 Ω	–6 Ω à 6,5 Ω

La Figure A.16 représente un exemple de circuit de redresseur pour la Figure A.14.

**Figure A.16 – Exemple de circuit de redresseur**

Le facteur de couplage et le courant de bobine des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1, utilisés en combinaison avec le dispositif principal de référence spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020, sont indiqués dans le Tableau A.9. Les valeurs du Tableau A.9 sont obtenues avec un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm.

Tableau A.9 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z1

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,109	0,238	50 A (valeur efficace)

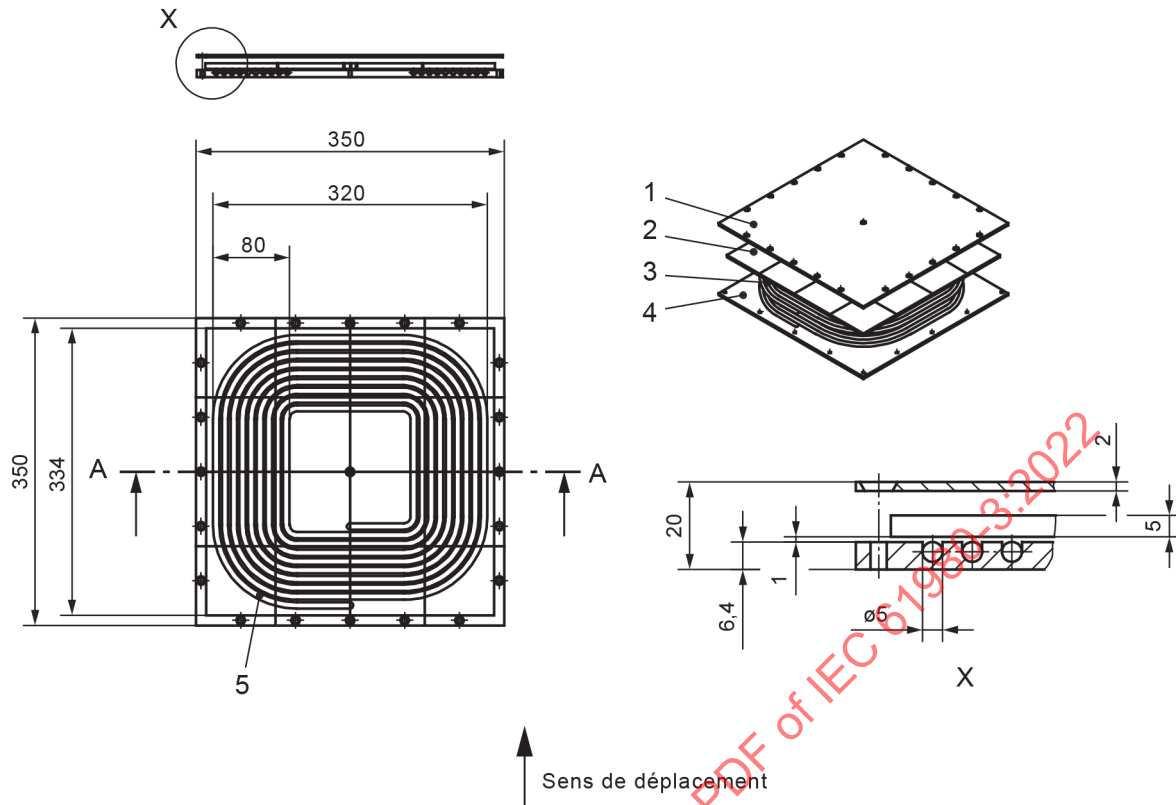
A.2.3 EVPC de référence MF-WPT1/MF-WPT2 Z2

A.2.3.1 Généralités

L'EVPC de référence de classe Z2 couvre la plage de distances au sol de 140 mm à 210 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec le SPC spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.2.3.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.17 représente les dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2.



IEC

Légende

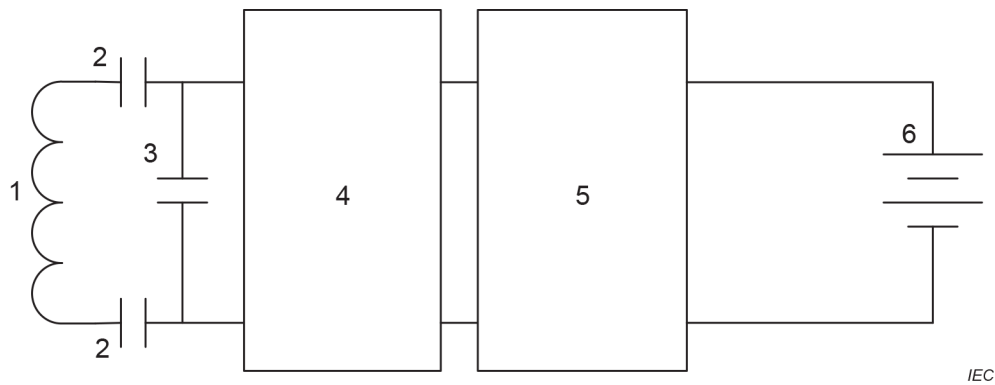
- 1 plaque d'aluminium
- 2 tuiles de ferrite
- 3 fil divisé
- 4 plateau divisé
- 5 neuf spires

Figure A.17 – Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2

La configuration mécanique des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2 comprend un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm (non représenté sur la Figure A.17).

A.2.3.3 Circuit électrique

La Figure A.18 représente le schéma de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 C_Parallel (capacité de réglage en parallèle)
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.18 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2

Le Tableau A.10 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Tableau A.18.

Tableau A.10 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.18

L2_Min μH	L2_Max μH	C_Reactance nF	C_Parallel nF
43,1	44,0	250	170

La Figure A.19 représente un exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables pour la Figure A.18.

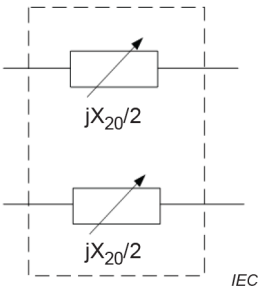


Figure A.19 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables

Les valeurs de la plage de réactances variables $jX_{20}/2$ sont indiquées dans le Tableau A.11.

Tableau A.11 – Valeurs des réactances variables

Fréquence de fonctionnement	Fréquence de fonctionnement	Fréquence de fonctionnement
81,38 kHz	85,00 kHz	90,00 kHz
–8 Ω à 6 Ω	–6 Ω à +7 Ω	–4 Ω à 8,5 Ω

La Figure A.20 représente un exemple de circuit de redresseur pour la Figure A.18.

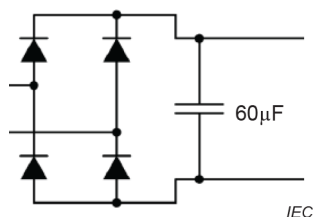


Figure A.20 – Exemple de circuit de redresseur

Le facteur de couplage et le courant de bobine des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2, utilisés en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020, sont indiqués dans le Tableau A.12. Les valeurs du Tableau A.12 sont obtenues avec un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm.

Tableau A.12 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z2

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,090	0,221	50 A (valeur efficace)

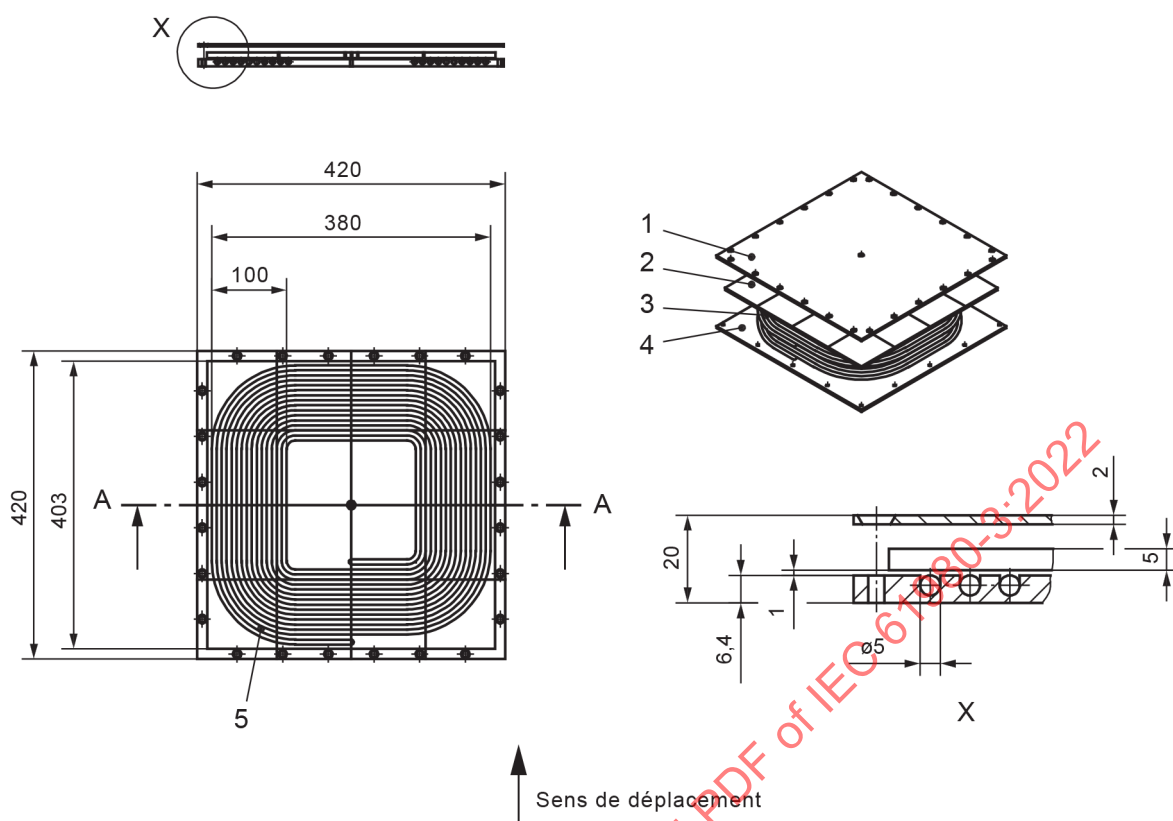
A.2.4 EVPC de référence MF-WPT1/MF-WPT2 Z3

A.2.4.1 Généralités

L'EVPC de classe Z3 couvre la plage de distances au sol de 170 mm à 250 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec le SPC spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.2.4.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.21 représente les dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3.



Légende

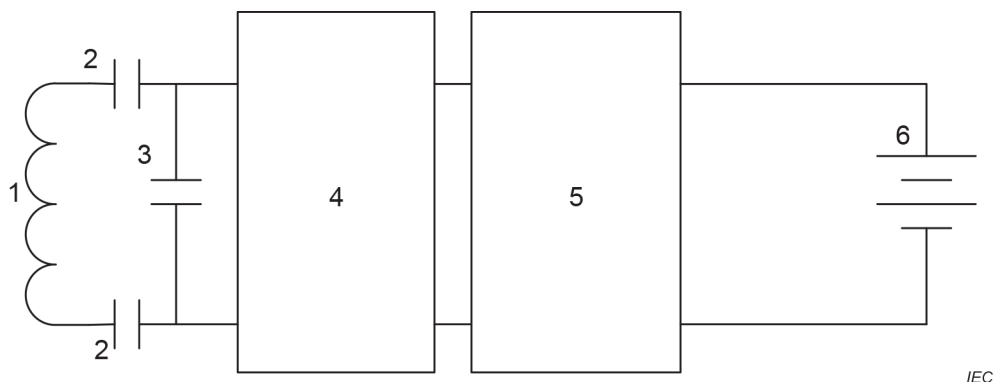
- 1 plaque d'aluminium
- 2 tuiles de ferrite
- 3 fil divisé
- 4 plateau divisé
- 5 huit spires

Figure A.21 – Dimensions mécaniques des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3

La configuration mécanique des dispositifs secondaires de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3 comprend un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm (non représenté sur la Figure A.21).

A.2.4.3 Circuit électrique

La Figure A.22 représente le schéma de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 C_Parallel (capacité de réglage en parallèle)
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.22 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour les EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2

Le Tableau A.13 répertorie les valeurs des éléments du circuit représentés à la Figure A.22.

Tableau A.13 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.22

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
39,3	40,0	310	170

La Figure A.23 représente un exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables pour la Figure A.22.

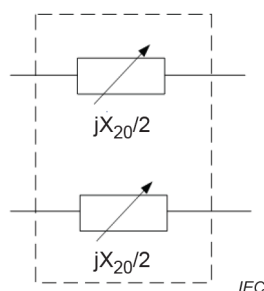


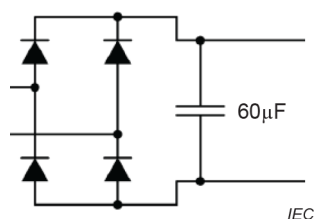
Figure A.23 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables

Les valeurs de la plage de réactances variables $jX_{20}/2$ sont indiquées dans le Tableau A.14.

Tableau A.14 – Valeurs des réactances variables

Fréquence de fonctionnement 81,38 kHz	Fréquence de fonctionnement 85,00 kHz	Fréquence de fonctionnement 90,00 kHz
–10 Ω à 4 Ω	–8 Ω à 5 Ω	–6 Ω à 6,5 Ω

La Figure A.24 représente un exemple de circuit de redresseur pour la Figure A.22.

**Figure A.24 – Exemple de circuit de redresseur**

Le facteur de couplage et le courant de bobine des EVPC de référence MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3, utilisés en combinaison avec le SPC de référence spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020 sont indiqués dans le Tableau A.15. Les valeurs du Tableau A.15 sont obtenues avec un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm.

Tableau A.15 – Facteurs de couplage et courant de bobine pour MF-WPT1 et MF-WPT2 Z3

Facteur de couplage minimal	Facteur de couplage maximal	Courant de bobine maximal
0,087	0,229	50 A (valeur efficace)

A.3 EVPC de référence circulaires pour MF-WPT3

A.3.1 Généralités

L'Article A.3 décrit les EVPC de référence suggérés pour les MF-WPT3 de classes Z1, Z2 et Z3. Le SPC de référence spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020, utilisé en combinaison avec les EVPC de référence spécifiés à l'Article A.3, satisfait aux exigences de performances décrites à l'Article 7.

Le point d'alignement central pour les dispositifs secondaires de référence MF-WPT3 décrits à l'Article A.3 est de 0 mm sur l'axe X et de 0 mm sur l'axe Y, par rapport au centre géométrique du dispositif secondaire lorsqu'il est appairé aux dispositifs principaux spécifiés à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

La puissance de sortie assignée des EVPC de référence MF-WPT3 est de 11,1 kW.

Les EVPC de référence spécifiés à l'Article A.3 fonctionnent sur la plage de fréquences du système de 79,00 kHz à 90,00 kHz, à une fréquence de fonctionnement nominale de 85,00 kHz.

A.3.2 EVPC de référence MF-WPT3/Z1

A.3.2.1 Généralités

L'EVPC de classe Z1 couvre la plage de distances au sol de 100 mm à 150 mm et peut fournir une pleine puissance à des tensions de sortie de 280 V à 420 V en courant continu, lorsqu'il est utilisé avec le SPC spécifié à l'Annexe B de l'ISO 19363:2020.

A.3.2.2 Dimensions mécaniques

La Figure A.25 représente les dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z1.

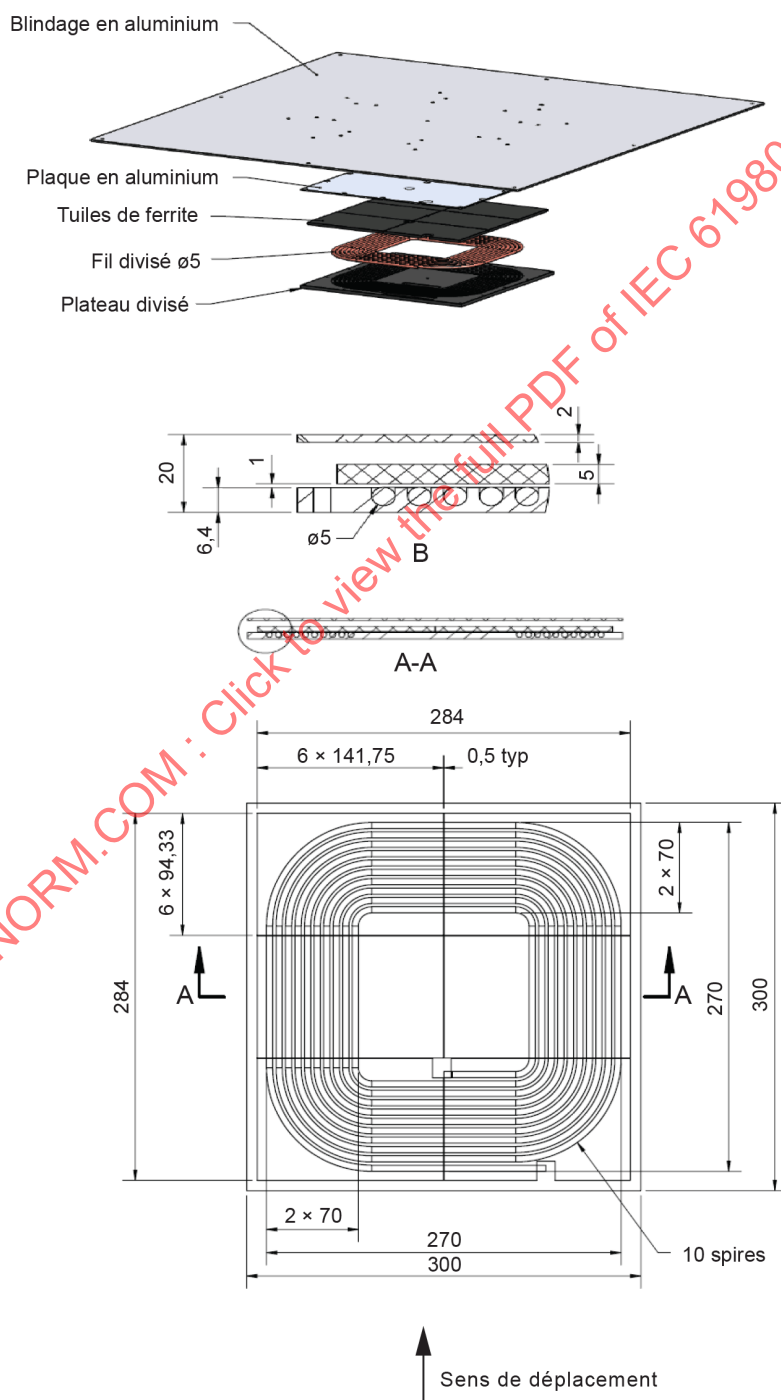
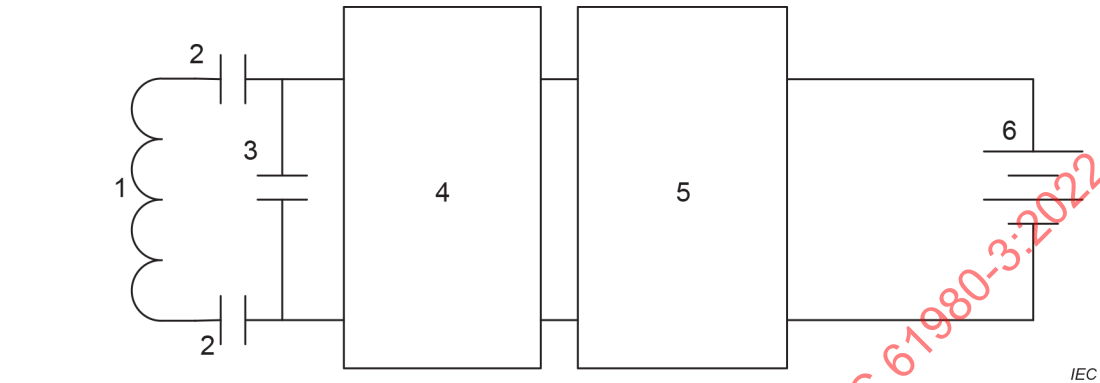


Figure A.25 – Dimensions mécaniques du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z1

La configuration mécanique du dispositif secondaire de référence MF-WPT3/Z1 comprend un blindage en aluminium de (800 × 800 × 1) mm (représenté sur la Figure A.25).

A.3.2.3 Circuit électrique

La Figure A.26 représente le schéma de l'électronique de VE puissance pour l'EVPC de référence MF-WPT3/Z1.



Légende

- 1 L2
- 2 C_Reactance (capacité d'adaptation de réactance)
- 3 C_Parallel (capacité de réglage en parallèle)
- 4 compensation d'impédance
- 5 redresseur
- 6 batterie

Figure A.26 – Représentation schématique de l'électronique de puissance du VE pour l'EVPC de référence MF-WPT3

Tableau A.16 – Valeurs des éléments du circuit pour la Figure A.26

L2_Min (μH)	L2_Max (μH)	C_Reactance (nF)	C_Parallel (nF)
45,0	47,0	223	143

La Figure A.27 représente un exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables pour la Figure A.26.

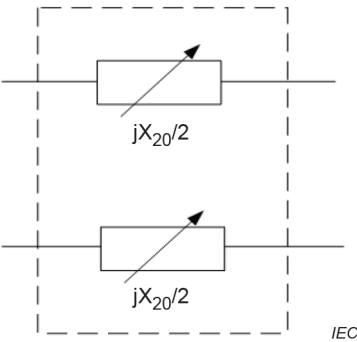


Figure A.27 – Exemple de circuit de compensation d'impédance avec réactances variables