

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 147-1

Deuxième édition — Second edition

1972

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs
et principes généraux des méthodes de mesure**

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices
and general principles of measuring methods**

Part 1: Essential ratings and characteristics



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication, ou dans la Publication 147-0 de la CEI.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux pour les dispositifs à semi-conducteurs et les microcircuits intégrés font l'objet de la Publication 148 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the contents reflect current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein, or in IEC Publication 147-0.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

The letter symbols for semiconductor devices and integrated microcircuits are contained in IEC Publication 148.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 147-1

Deuxième édition — Second edition

1972

**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs
et principes généraux des méthodes de mesure**

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

**Essential ratings and characteristics of semiconductor devices
and general principles of measuring methods**

Part 1: Essential ratings and characteristics



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	10
2. Introduction	10
CHAPITRE I: DIODES À SEMICONDUCTEURS	
SECTION UN — DIODES POUR SIGNAUX DE FAIBLE PUISSANCE (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)	
1. Généralités	12
2. Valeurs limites	12
3. Caractéristiques	12
4. Données d'applications	16
SECTION DEUX — DIODES DE TENSION DE RÉFÉRENCE ET DIODES RÉGULATRICES DE TENSION	
1. Généralités	16
2. Valeurs limites	16
3. Caractéristiques	16
SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT (Voir Publication 147-1B de la CEI)	
CHAPITRE II: TRANSISTORS BIPOLAIRES	
SECTION UN — TRANSISTORS POUR SIGNAUX DE FAIBLE PUISSANCE (À L'EXCLUSION DES APPLICATIONS EN COMMUTATION)	
1. Généralités	20
2. Valeurs limites	20
3. Caractéristiques	20
4. Données d'applications	28
SECTION DEUX — TRANSISTORS DE PUISSANCE (À L'EXCLUSION DES APPLICATIONS EN COMMUTATION ET EN HAUTE FRÉQUENCE)	
1. Généralités	28
2. Valeurs limites	28
3. Caractéristiques	30
4. Données d'applications	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
GENERAL	
1. Scope	11
2. Introduction	11
CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES	
SECTION ONE — LOW-POWER SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)	
1. General	13
2. Ratings (limiting values)	13
3. Characteristics	13
4. Application data	17
SECTION TWO — VOLTAGE REFERENCE AND VOLTAGE REGULATOR DIODES	
1. General	17
2. Ratings (limiting values)	17
3. Characteristics	17
SECTION THREE — RECTIFIER DIODES (see IEC Publication 147-1B)	
CHAPTER II: BIPOLAR TRANSISTORS	
SECTION ONE — LOW-POWER SIGNAL TRANSISTORS (EXCLUDING SWITCHING APPLICATIONS)	
1. General	21
2. Ratings (limiting values)	21
3. Characteristics	21
4. Application data	29
SECTION TWO — POWER TRANSISTORS (EXCLUDING SWITCHING AND HIGH FREQUENCY APPLICATIONS)	
1. General	29
2. Ratings (limiting values)	29
3. Characteristics	31
4. Application data	33

Articles	Pages
SECTION TROIS — TRANSISTORS DE COMMUTATION	
1. Généralités	32
2. Valeurs limites	32
3. Caractéristiques	38

CHAPITRE III: THYRISTORS

SECTION UN — THYRISTORS TRIODES BLOQUÉS EN INVERSE
(Voir les Publications 147-1B et 147-1C de la CEI)

CHAPITRE IV: TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

1. Généralités	44
2. Valeurs limites	44
3. Caractéristiques	46
3.1 Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence	46
3.2 Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence	50
3.3 Caractéristiques pour applications en commutation	52
3.4 Caractéristiques pour applications en découpeur	58
3.5 Caractéristiques pour applications en amplificateur à courant continu à faible niveau	58
3.6 Caractéristiques pour applications en résistance commandée par la tension	60
4. Données d'applications	62

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 147-1-1972

Clause	Page
SECTION THREE — SWITCHING TRANSISTORS	
1. General	33
2. Ratings (limiting values).	33
3. Characteristics	39

CHAPTER III: THYRISTORS

SECTION ONE — REVERSE BLOCKING TRIODE THYRISTORS
(See IEC Publications 147-1B and ~~147-1C~~)

CHAPTER IV — FIELD-EFFECT TRANSISTORS

1. General	45
2. Ratings (limiting values)	45
3. Characteristics	47
3.1 Characteristics for low frequency amplifier applications	47
3.2 Characteristics for high frequency amplifier applications	51
3.3 Characteristics for switching applications	53
3.4 Characteristics for chopper applications	59
3.5 Characteristics for low level d.c. amplifier applications	59
3.6 Characteristics for voltage controlled resistor applications	61
4. Application data	63

WIKI
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60147-1:1972

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES
DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX
DES MÉTHODES DE MESURE**

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés.

Elle constitue une recommandation générale concernant les valeurs limites et les caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs. La deuxième partie de la recommandation, traitant des principes généraux des méthodes de mesure, fait l'objet de la Publication 147-2 de la CEI.

La présente publication remplace les Publications 147-1 (1963) et 147-1A (1963); en outre, elle traite des transistors à effet de champ.

Le projet principal, document 47(Bureau Central)253, qui traite des diodes pour signaux de faible puissance, des diodes de référence et des diodes régulatrices de tension, ainsi que des transistors bipolaires, et qui comprend de nombreux documents séparés, résulte des discussions qui ont débuté à Zurich en 1966. Après des modifications successives, un projet final, document 47(Bureau Central)358, a été soumis pour approbation aux Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mai 1971.

Les pays suivants ont voté explicitement en faveur de la publication de ce projet:

Afrique du Sud	Japon
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Iran	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Dans ce projet, un paragraphe concernant les paramètres s des transistors bipolaires a été inséré. Il résulte de travaux commencés à Padoue en 1967. Un projet, document 47(Bureau Central)372, a été soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en juin 1971.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR
DEVICES AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS**

Part 1: Essential ratings and characteristics

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 47, Semiconductor Devices and Integrated Circuits.

It constitutes a general recommendation on Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices. Part 2 of the recommendation, dealing with the General Principles of Measuring Methods, is issued as IEC Publication 147-2.

The present publication supersedes Publications 147-1 (1963) and 147-1A (1963); furthermore, it deals with field-effect transistors.

The main draft, document 47(Central Office)253, dealing with low power signal diodes, voltage reference and voltage regulator diodes and bipolar transistors, and including many separate documents, results from discussions started in Zürich in 1966. After successive amendments, a final draft, document 47(Central Office)358, was submitted to National Committees for approval under the Two Months' Procedure in May 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Australia	Netherlands
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Iran	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

In this draft, a sub-clause dealing with scattering parameters of bipolar transistors is inserted. It results from work started in Padua in 1967. A draft, document 47(Central Office)372, was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de ce projet:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Portugal
Canada	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie

Le Comité national de l'URSS a voté contre la publication de ce dernier projet.

La partie relative aux transistors à effet de champ résulte de travaux qui ont débuté à Tokyo en 1965 et, pour le paragraphe 3.6, à Londres en 1968. Deux projets, documents 47(Bureau Central)256 et 371, ont été soumis pour approbation aux Comités nationaux en juillet 1969 et en juin 1971.

Les pays suivants se sont prononcés en faveur de la publication complète ou partielle des projets concernant les transistors à effet de champ:

Afrique du Sud	Pays-Bas
Allemagne	Pologne
Australie	Portugal
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Japon	

Le Comité national français a voté contre la publication des paragraphes 3.4 et 3.5 de ces projets.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

The U.S.S.R. National Committee voted against publication of this latter draft.

The part dealing with field-effect transistors results from the work started in Tokyo in 1965 and, for Sub-clause 3.6, in London in 1968. Two drafts, documents 47(Central Office)256 and 371, were submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1969 and June 1971.

The following countries voted explicitly in favour of complete or partial publication of the drafts dealing with field-effect transistors:

Australia	Poland
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

The French National Committee voted against publication of Sub-clauses 3.4 and 3.5 of these drafts.



The following countries voted explicitly in favour of publication of this draft:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Portugal
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America

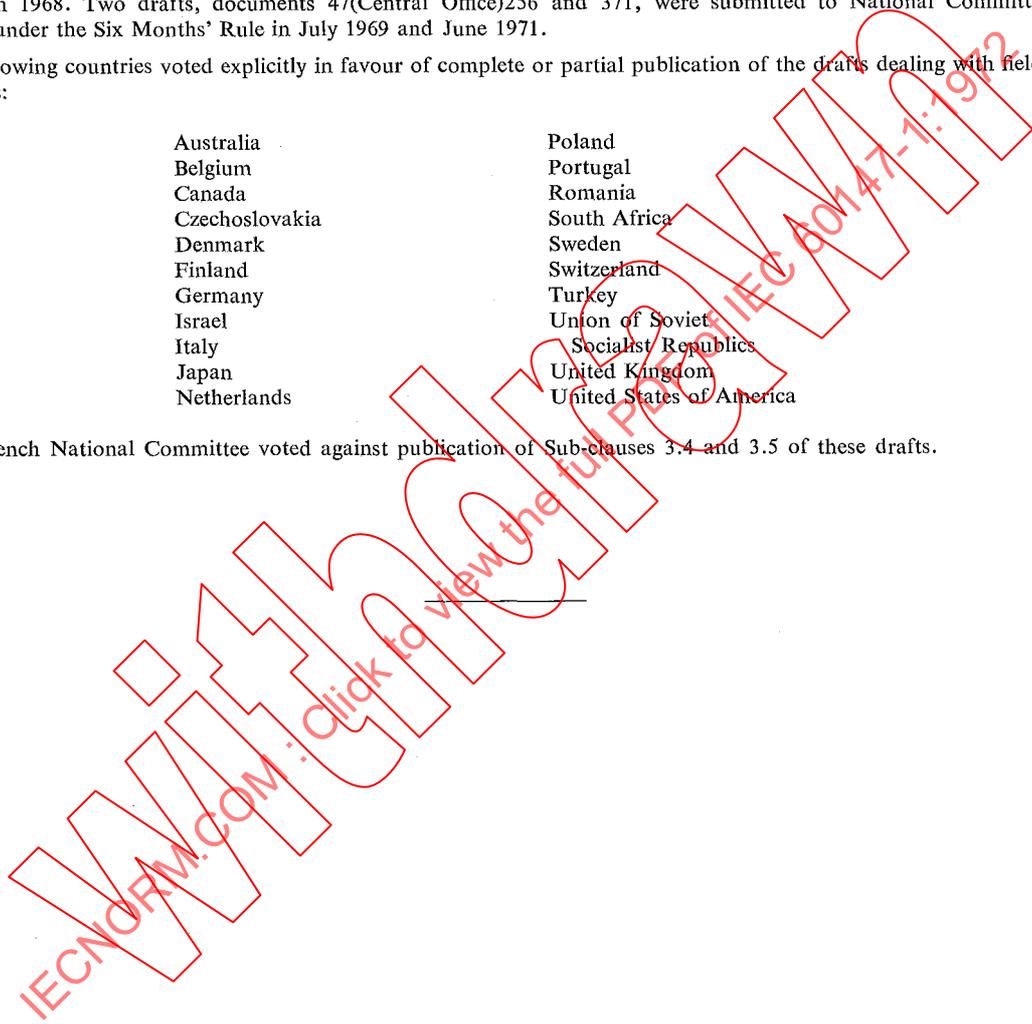
The U.S.S.R. National Committee voted against publication of this latter draft.

The part dealing with field-effect transistors results from the work started in Tokyo in 1965 and, for Sub-clause 3.6, in London in 1968. Two drafts, documents 47(Central Office)256 and 371, were submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1969 and June 1971.

The following countries voted explicitly in favour of complete or partial publication of the drafts dealing with field-effect transistors:

Australia	Poland
Belgium	Portugal
Canada	Romania
Czechoslovakia	South Africa
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	United States of America

The French National Committee voted against publication of Sub-clauses 3.4 and 3.5 of these drafts.



VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

GÉNÉRALITÉS

La présente recommandation doit être lue en association avec la Publication 147-0 de la CEI.

1. **Domaine d'application**

Cette recommandation fournit, pour chaque type de dispositifs à semiconducteurs, une liste des valeurs limites et des caractéristiques essentielles que doit publier tout fabricant pour décrire son produit. Ces listes contiennent seulement les informations considérées comme essentielles pour l'interchangeabilité des dispositifs. Un fabricant peut, s'il le désire, donner des informations supplémentaires.

2. **Introduction**

Cette publication donne des recommandations concernant les valeurs limites, les caractéristiques et autres paramètres d'un certain nombre de types de diodes à semiconducteurs et de transistors, qui constituent généralement le minimum de données à publier par un fabricant lorsqu'il décrit son produit dans un but commercial.

Il y a cependant des produits qui fonctionnent bien dans des circuits spéciaux, sans avoir été spécifiés suivant toutes les caractéristiques mentionnées dans ce document. De ce fait, ces produits peuvent être exclus de cette recommandation.

Pour chaque type de dispositifs, des recommandations pour les valeurs limites essentielles sont d'abord données, suivies par celles pour les caractéristiques et/ou toute autre information nécessaire.

Excepté lorsque c'est indiqué dans la section « Données d'applications », l'indication de valeurs minimales et maximales implique que la valeur des caractéristiques se trouve aux limites ou à l'intérieur des limites données.

Dans les transactions commerciales relatives à des lots particuliers de dispositifs à semiconducteurs, la proportion de dispositifs ayant des valeurs de caractéristique à l'extérieur des limites minimales et/ou maximales dans un lot vendu et les méthodes de contrôle sont l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur. De telles méthodes donnent la probabilité qu'un pourcentage accepté de dispositifs se trouve à l'extérieur des limites données.

Quand des valeurs typiques sont exigées dans ces recommandations, elles doivent être interprétées en tant que valeurs guides et non comme des valeurs garanties.

Dans cette publication et les suivantes, les transistors bipolaires sont classés selon leur application, par exemple: types de faible puissance, de commutation, etc. La plupart des paramètres donnés pour les transistors concernent des transistors triodes à jonctions, mais presque tous les paramètres sont applicables aux autres types de transistors à jonctions, par exemple les tétrodes. Les transistors à pointes n'ont pas été inclus.

Les dispositifs à semiconducteurs doivent être spécifiés soit comme dispositifs à température ambiante spécifiée, soit comme dispositifs à température de boîtier spécifiée, soit à la fois comme dispositifs à température ambiante et à température de boîtier spécifiées.

ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS

Part 1: Essential ratings and characteristics

GENERAL

This recommendation must be read in conjunction with IEC Publication 147-0.

1. Scope

This recommendation provides, for each type of semiconductor device, a list of essential ratings and characteristics which should be supplied by any manufacturer when describing his product. These lists contain only the information considered to be essential for device interchangeability. A manufacturer may give additional information if he wishes.

2. Introduction

This publication gives recommendations regarding ratings, characteristics and other parameters of a number of types of semiconductor diodes and transistors, which generally constitute the minimum data to be quoted by a manufacturer when describing his product for general sale.

There are, however, products that perform well in special circuits without being specified for all the characteristics mentioned in this document. Therefore, such products may be excluded from this recommendation.

For each type of device, recommendations for essential ratings are given first, followed by those for characteristics and/or other required data.

Except where quoted in the "Application data" section, statements of minimum and maximum values imply that the value of the characteristics lies at or between the stated limits.

In commercial dealings involving particular lots of semiconductor devices, the proportion of devices having characteristic values outside the minimum and/or maximum limits in the lot sold and the methods of controlling are a matter for agreement between supplier and purchaser. Such methods allow a statistical probability of an agreed percentage of devices falling outside the stated limits.

When typical values are required in these recommendations, it should be understood that they are intended for engineering guidance and not guaranteed values.

In this and subsequent publications, bipolar transistors are classified according to their application, e.g. low-power types, switching types, etc. For transistors, most of the parameters given are with reference to junction triode transistors, but nearly all the parameters are applicable to other types of junction transistors, e.g. tetrolodes. Point contact transistors have not been included.

Semiconductor devices must be specified either as ambient rated, case rated or both ambient and case rated devices.

CHAPITRE I — DIODES À SEMICONDUCTEURS

SECTION UN — DIODES POUR SIGNAUX DE FAIBLE PUISSANCE (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Généralités

Les informations données dans cette section ne couvrent pas les diodes conçues pour fonctionner à des fréquences au-delà de quelques centaines de MHz. Les diodes pour signaux de faible puissance peuvent être spécifiées soit comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, soit comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée soit, s'il y a lieu, pour les deux conditions à la fois.

2. Valeurs limites

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 Températures

2.1.1 Domaine de températures de fonctionnement.

2.1.2 Domaine de températures de stockage.

2.2 Tensions et courants

Les valeurs limites de tensions et de courants indiquées doivent couvrir le fonctionnement du dispositif dans le domaine spécifié de températures de fonctionnement. Si ces valeurs limites (par exemple: courant direct, tension inverse, etc.) dépendent de la température, cette dépendance devra être indiquée.

2.2.1 Tension inverse continue maximale.

2.2.2 Tension inverse de crête maximale pour des conditions d'impulsion spécifiées (pour diodes de commutation).

2.2.3 Courant direct continu maximal.

2.2.4 A l'exclusion des diodes de commutation, courant direct de pointe maximal dans des conditions spécifiées.

Le courant direct de pointe est le courant direct, y compris toutes les transitoires répétitives et non répétitives.

2.2.5 Pour les diodes de commutation, courant de pointe direct pour une durée de l'impulsion spécifiée et pour un facteur d'utilisation spécifié.

2.3 Dissipation de puissance (s'il y a lieu)

Dissipation de puissance maximale en fonction de la température, ou

Résistance thermique maximale entre la jonction et le boîtier, ou la jonction et l'ambiance, température virtuelle (équivalente) maximale de la jonction et valeur maximale de la dissipation de puissance.

Toutes les exigences spéciales en relation avec les conditions de ventilation et/ou de montage seront spécifiées.

3. Caractéristiques

Les paramètres suivants doivent être indiqués. Les valeurs doivent être indiquées pour une des tensions et/ou pour un des courants choisis dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.5.

CHAPTER I — SEMICONDUCTOR DIODES

SECTION ONE — LOW-POWER SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. General

The provisions of this section are not intended to cover diodes designed to operate at frequencies above several hundred MHz. Low-power signal diodes should be specified as ambient rated or case rated devices or, where appropriate, as both.

2. Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated:

2.1 *Temperatures*

2.1.1 Range of operating temperatures.

2.1.2 Range of storage temperatures.

2.2 *Voltages and currents*

The voltage and current ratings given must cover the operation of the device over the rated range of operating temperatures. Where such ratings (e.g. forward current, reverse voltage, etc.) are temperature-dependent, this dependence should be indicated.

2.2.1 Maximum continuous (direct) reverse voltage.

2.2.2 Maximum peak reverse voltage at specified pulse conditions (for switching diodes).

2.2.3 Maximum continuous (direct) forward current.

2.2.4 Excluding switching diodes, maximum peak forward current under specified conditions.

The peak forward current is the forward current, including all repetitive and non-repetitive transients.

2.2.5 For switching diodes, peak forward current for a specified pulse duration and at a specified duty cycle.

2.3 *Power dissipation (where appropriate)*

Maximum power dissipation as a function of temperature, or

Maximum thermal resistance junction to case or junction to ambient, maximum virtual (equivalent) junction temperature and maximum value of power dissipation.

Any special requirements for ventilation and/or mounting shall be specified.

3. Characteristics

The following parameters shall be stated. The values shall be stated at one of the voltages and/or currents taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.5.

3.1 *Courant inverse*

Valeur maximale, pour la valeur limite spécifiée de la tension inverse continue et pour une faible tension inverse, à 25 °C et à une température plus élevée choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

3.2 *Tension directe*

Valeur maximale, pour la valeur limite spécifiée du courant direct continu à 25 °C.

Valeur minimale, pour une faible valeur du courant direct continu à 25 °C.

3.3 *Capacité*

Valeur maximale pour une faible valeur de la tension inverse spécifiée à 25 °C ; la fréquence doit être suffisamment faible pour que les effets secondaires soient négligeables.

3.4 *Paramètres de commutation*

Pour les diodes spécifiées pour les applications en commutation, les caractéristiques suivantes doivent être indiquées à 25 °C:

3.4.1 Soit: a) *Charge recouvrée*

Valeur maximale pour des conditions spécifiées de courant direct et des conditions spécifiées de circuit en inverse.

Soit: b) *Temps de recouvrement inverse*

Si la valeur maximale de la charge recouvrée ne peut être indiquée (paragraphe 3.4.1 a)), une valeur maximale du temps de recouvrement inverse doit alors être indiquée dans le cas de la commutation d'un courant direct spécifié par application d'une tension ou d'un courant inverse spécifiés et pour des conditions de circuit spécifiées.

3.4.2 *Tension directe transitoire (s'il y a lieu)*

Valeur maximale lors de la commutation d'une tension inverse spécifiée à un courant direct spécifié.

3.4.3 *Temps de recouvrement direct (s'il y a lieu)*

Valeur maximale lors de la commutation d'une tension inverse spécifiée à un courant direct spécifié.

3.5 *Rendement de détection*

Pour les diodes spécifiées pour être utilisées dans des circuits de détection, les caractéristiques suivantes doivent être indiquées:

soit: a) *Rendement de détection en tension*

Valeur minimale à 25 °C et pour des conditions de polarisation spécifiées. Les conditions du circuit et la fréquence de mesure doivent également être spécifiées.

Cette caractéristique est généralement indiquée pour les détecteurs R.F. à fort niveau.

soit: b) *Rendement de détection en puissance*

Valeur minimale dans des conditions de polarisation spécifiées à 25 °C et à une température plus élevée choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4. Les conditions de circuit et la fréquence de mesure doivent également être spécifiées.

Cette caractéristique est généralement indiquée pour des détecteurs R.F. à faible niveau.

3.1 *Reverse current*

Maximum value at the rated maximum continuous (direct) reverse voltage and at a low value of reverse voltage at 25 °C and one higher temperature taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

3.2 *Forward voltage*

Maximum value at the rated maximum continuous (direct) forward current at 25 °C.

Minimum value at low value of continuous (direct) forward current at 25 °C.

3.3 *Capacitance*

Maximum value at specified low value of reverse voltage at 25 °C; the frequency must be below that where complicating secondary effects are significant.

3.4 *Switching parameters*

For diodes specified for use in switching applications, the following characteristics must be stated at 25 °C:

3.4.1 Either: *a) Recovered charge*

Maximum value under specified conditions of forward current and specified reverse circuit conditions.

or: *b) Reverse recovery time*

When the maximum value of recovered charge cannot be stated (Sub-clause 3.4.1*a*), a maximum value for reverse recovery time must be stated when switching from a specified forward current by the application of specified reverse voltage or current and for specified circuit conditions.

3.4.2 *Forward transient voltage (where appropriate)*

Maximum value when switching from a specified reverse voltage to a specified forward current.

3.4.3 *Forward recovery time (where appropriate)*

Maximum value when switching from a specified reverse bias to a specified forward current.

3.5 *Detector efficiency*

For diodes specified for use in detector circuits, the following characteristics shall be stated:

Either: *a) Detector voltage efficiency*

Minimum value at 25 °C and at specified bias conditions. The circuit conditions and the frequency of measurement must also be specified.

This characteristic is usually stated for high level r.f. detectors.

or: *b) Detector power efficiency*

Minimum value under specified bias conditions at 25 °C and at one higher temperature taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4. The circuit conditions and the frequency of measurement must also be specified.

This characteristic is usually stated for low level r.f. detectors.

3.6 *Bruit (s'il y a lieu)*

Valeur maximale de la tension ou du courant de bruit, selon que la diode est respectivement polarisée en direct ou en inverse.

4. **Données d'applications**

A l'étude.

SECTION DEUX — DIODES DE TENSION DE RÉFÉRENCE
ET DIODES RÉGULATRICES DE TENSION

1. **Généralités**

Les diodes de tension de référence et les diodes régulatrices de tension peuvent être spécifiées soit comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, soit comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée, soit pour les deux conditions à la fois, s'il y a lieu.

2. **Valeurs limites**

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 *Températures*

2.1.1 Domaine de températures de fonctionnement.

2.1.2 Domaine de températures de stockage.

2.2 *Courants*

Les valeurs limites doivent couvrir le fonctionnement du dispositif dans le domaine spécifié de températures de fonctionnement. Si ces valeurs limites dépendent de la température, cette dépendance devra être indiquée.

2.2.1 Courant inverse continu maximal (seulement pour les diodes fonctionnant dans la région de claquage inverse).

2.2.2 Courant direct continu maximal (seulement pour les diodes régulatrices de tension fonctionnant dans la région de conductivité directe).

2.3 *Dissipation de puissance*

Dissipation de puissance maximale en fonction de la température, ou

Résistance thermique maximale entre la jonction et le boîtier ou la jonction et l'ambiance, température virtuelle (équivalente) maximale de la jonction et valeur maximale de la dissipation de puissance.

Toutes les exigences spéciales en relation avec les conditions de ventilation et/ou de montage seront spécifiées.

3. **Caractéristiques**

3.1 *Généralités*

Les caractéristiques devront être indiquées à 25 °C et, s'il y a lieu, à une autre température spécifiée, choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

3.6 *Noise (where appropriate)*

Maximum value of noise voltage or current, depending respectively on whether the diode is forward or reverse biased.

4. **Application data**

Under consideration.

SECTION TWO — VOLTAGE REFERENCE AND VOLTAGE REGULATOR DIODES

1. **General**

Voltage reference and voltage regulator diodes should be specified either as ambient rated or case rated devices or, where appropriate, as both.

2. **Ratings (limiting values)**

The following ratings shall be stated:

2.1 *Temperatures*

2.1.1 Range of operating temperatures.

2.1.2 Range of storage temperatures.

2.2 *Currents*

These ratings must cover the operation of the device over the rated range of operating temperatures. Where such ratings are temperature dependent, this dependence must be indicated.

2.2.1 Maximum continuous (direct) reverse current (for diodes operating in the reverse breakdown region only).

2.2.2 Maximum continuous (direct) forward current (only for voltage regulator diodes operating in the forward conductivity region).

2.3 *Power dissipation*

Maximum power dissipation as a function of temperature, or

Maximum thermal resistance junction to case or junction to ambient, maximum virtual (equivalent) junction temperature and maximum value of power dissipation.

Any special requirements for ventilation and/or mounting shall be specified.

3. **Characteristics**

3.1 *General*

Characteristics shall be stated at 25 °C and, where appropriate, at one other specified temperature, taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

3.2 *Tension de régulation*

Valeurs nominale, minimale et maximale, pour un courant spécifié dans l'échelle 1, 2, 5.

Pour les diodes de tension de référence fonctionnant dans le mode de claquage inverse, les valeurs préférées pour les tensions nominales ainsi que leurs limites respectives sont données dans la Publication 147-0 de la CEI.

3.3 *Résistance différentielle*

3.3.1 Valeur maximale pour le courant spécifié au paragraphe 3.2.

3.3.2 Valeur maximale pour un courant de fonctionnement minimal recommandé.

3.4 *Coefficient de température de la tension de régulation*

Valeurs minimale et maximale (% par degré C) pour le courant spécifié au paragraphe 3.2. Si ce coefficient varie de façon importante avec la température, la variation doit être indiquée et les températures pour lesquelles on effectue les mesures doivent être spécifiées.

3.5 *Capacité de la jonction (s'il y a lieu)*

Valeur maximale pour une tension spécifiée inférieure à la tension de régulation.

3.6 *Courant inverse*

Valeur maximale pour une tension spécifiée inférieure à la tension de régulation.

3.7 *Tension directe (pour les diodes régulatrices de tension seulement) (s'il y a lieu)*

Valeur typique ou valeur maximale pour un courant direct continu maximal en régime permanent.

3.8 *Tension de bruit (s'il y a lieu)*

Valeur maximale dans des conditions spécifiées de fréquence, de bande passante et de courant de fonctionnement. La variation de ce paramètre avec la température doit être indiquée si elle est significative.

SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT

(Voir la Publication 147-1B de la CEI)

3.2 *Working voltage*

Nominal, minimum and maximum values at a specified current in the scale 1, 2, 5.

For voltage reference diodes operating in the reverse breakdown mode, the preferred nominal values of voltages and their respective limits are given in IEC Publication 147-0.

3.3 *Differential resistance*

3.3.1 Maximum value at the current specified in Sub-clause 3.2.

3.3.2 Maximum value at a recommended minimum operating current.

3.4 *Temperature coefficient of working voltage*

Minimum and maximum values (% per degree C) at the current specified in Sub-clause 3.2. If this coefficient varies significantly with the temperature, the variation shall be stated, and the temperatures at which the measurements are made shall be specified.

3.5 *Junction capacitance (where appropriate)*

Maximum value at a specified voltage below the working voltage.

3.6 *Reverse current*

Maximum value at a specified voltage below the working voltage.

3.7 *Forward voltage (for voltage regulator diodes only) (where appropriate)*

Typical or maximum value at the maximum continuous (direct) forward current.

3.8 *Noise voltage (where appropriate)*

Maximum value under specified conditions of frequency, bandwidth and operating current. The variation of this parameter with temperature shall be indicated, when such a variation is significant.

SECTION THREE — RECTIFIER DIODES

(See IEC Publication 147-1B)

CHAPITRE II — TRANSISTORS BIPOLAIRES

SECTION UN: TRANSISTORS POUR SIGNAUX DE FAIBLE PUISSANCE (À L'EXCLUSION DES APPLICATIONS EN COMMUTATION)

1. Généralités

Cette section donne les exigences applicables aux transistors fonctionnant soit en haute fréquence, soit en basse fréquence.

Les transistors pour signaux de faible puissance peuvent être spécifiés comme des dispositifs à température ambiante spécifiée ou à température de boîtier spécifiée.

2. Valeurs limitées

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 Températures

2.1.1 Domaine de températures de fonctionnement.

2.1.2 Domaine de températures de stockage.

2.2 Tensions et courants

Les valeurs limites de tensions et courants indiquées doivent couvrir le fonctionnement du dispositif dans le domaine spécifié de températures de fonctionnement. Si ces valeurs limites (par exemple: courant direct, tension inverse, etc.) dépendent de la température, cette dépendance devra être indiquée.

Les valeurs limites suivantes s'appliquent à la fois aux valeurs continues et aux valeurs de crête.

2.2.1 Tension maximale collecteur-base pour un courant d'émetteur nul.

2.2.2 Tension maximale collecteur-émetteur pour un courant de base nul.

2.2.3 Tension maximale inverse émetteur-base pour un courant de collecteur nul.

2.2.4 Courant maximal de collecteur.

2.2.5 Courant maximal d'émetteur (s'il y a lieu).

2.2.6 Courant maximal de base (s'il y a lieu).

2.3 Dissipation de puissance

Dissipation de puissance maximale en fonction de la température dans le domaine des températures de fonctionnement, ou

Résistance thermique maximale entre la jonction et le boîtier ou la jonction et l'ambiance, température virtuelle (équivalente) maximale de jonction et valeur maximale de la dissipation de puissance.

Toutes les exigences spéciales en relation avec les conditions de ventilation et/ou de montage seront indiquées.

3. Caractéristiques

3.1 Généralités

Les paramètres suivants doivent être indiqués. Les valeurs doivent être indiquées pour une des tensions et/ou pour un des courants choisis dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.5.

CHAPTER II — BIPOLAR TRANSISTORS

SECTION ONE: LOW-POWER SIGNAL TRANSISTORS (EXCLUDING SWITCHING APPLICATIONS)

1. General

This section gives the requirements applicable to transistors for operation at either high or low frequencies.

Low-power signal transistors should be specified as ambient rated or case rated devices.

2. Ratings (limiting values)

The following ratings shall be stated:

2.1 *Temperatures*

2.1.1 Range of operating temperatures.

2.1.2 Range of storage temperatures.

2.2 *Voltages and currents*

The voltage and current ratings given must cover the operation of the device over the rated range of operating temperatures. Where such ratings (e.g. forward current, reverse voltage, etc.) are temperature dependent, this dependence shall be indicated.

The values of the following ratings apply for both continuous and peak conditions.

2.2.1 Maximum collector-base voltage with zero emitter current.

2.2.2 Maximum collector-emitter voltage with zero base current.

2.2.3 Maximum emitter-base reverse voltage with zero collector current.

2.2.4 Maximum collector current.

2.2.5 Maximum emitter current (where appropriate).

2.2.6 Maximum base current (where appropriate).

2.3 *Power dissipation*

Maximum total power dissipation as a function of temperature over the range of operating temperatures, or

Maximum thermal resistance junction to case or junction to ambient, maximum virtual (equivalent) junction temperature, and maximum value of power dissipation.

Any special requirements for ventilation and/or mounting shall be specified.

3. Characteristics

3.1 *General*

The following parameters shall be stated. The values shall be stated at one of the voltages and/or currents taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.5.

3.2 *Courant résiduel collecteur-base* (I_{CBO})

3.2.1 Valeur maximale à 25 °C pour la valeur limite de la tension collecteur-base.

3.2.2 Valeur maximale pour une tension collecteur-base spécifiée, à haute température de fonctionnement et pour une puissance dissipée presque nulle. La température doit être choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

3.3 *Courant résiduel émetteur-base* (I_{EBO})

Valeur maximale à 25 °C pour une tension émetteur-base spécifiée.

3.4 *Tension de saturation collecteur-émetteur* (V_{CEsat})

Valeur maximale ou, s'il y a lieu, valeur typique (voir la note), à 25° C pour un courant collecteur et un courant de base spécifiés.

Note. — Dans des cas spéciaux (par exemple dans certaines applications haute fréquence) où cette caractéristique n'est pas essentielle, on peut donner seulement une valeur typique pour V_{CEsat} .

3.5 *Tension base-émetteur* (V_{BE})

Valeur typique et, s'il y a lieu, valeur maximale à 25 °C pour un courant collecteur et pour une tension collecteur-émetteur spécifiés.

3.6 *Valeur statique, en montage émetteur commun, du rapport de transfert direct du courant (tension de sortie maintenue constante)* (h_{21E})

Valeur(s) minimale et, s'il y a lieu, maximale (voir la note) à 25 °C, pour une tension collecteur-émetteur et un courant collecteur spécifiés.

Note. — Dans des cas spéciaux (par exemple dans certaines applications haute fréquence) où cette caractéristique n'est pas essentielle, seule une valeur minimale de h_{21E} est exigée.

3.7 *Paramètres pour petits signaux en basse fréquence (montage émetteur commun)*

Les paramètres h suivants doivent être indiqués à 25 °C, à une fréquence à laquelle il n'y a pas de composantes réactives appréciables, pour des conditions de polarisation spécifiées:

h_{11e} ou h_{ie} = résistance d'entrée, la sortie étant court-circuitée au point de vue alternatif (s'il y a lieu).

Valeurs minimale et maximale.

h_{21e} ou h_{fe} = rapport de transfert direct du courant, la sortie étant court-circuitée au point de vue alternatif (s'il y a lieu).

Valeurs minimale et maximale.

h_{22e} ou h_{oe} = conductance de sortie, l'entrée étant en circuit ouvert au point de vue alternatif (s'il y a lieu).

Valeur maximale.

3.8 *Fréquence de transition f_T ou valeur de $|h_{21e}|$ à une fréquence élevée spécifiée*

Soit:

Valeurs typique et minimale de f_T pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

Soit:

Valeurs typique et minimale de $|h_{21e}|$ à une fréquence spécifiée dans la gamme où $|h_{21e}|$ décroît suivant une loi approximative de 6dB/octave et à des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

En spécifiant $|h_{21e}|$, la fréquence doit être choisie de préférence dans la série 1, 2, 5×10^n Hz et être telle que $|h_{21e}|$ soit dans la gamme de 2 à 10.

3.2 *Collector-base cut-off current (reverse current) (I_{CBO})*

3.2.1 Maximum value at 25 °C at the rated maximum collector-base voltage.

3.2.2 Maximum value at a specified collector-base voltage, at a high operating temperature and at approximately zero power dissipation. The temperature shall be chosen from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

3.3 *Emitter-base cut-off current (reverse current) (I_{EBO})*

Maximum value at 25 °C and at a specified emitter-base voltage.

3.4 *Collector-emitter saturation voltage (V_{CEsat})*

Maximum value, or typical value as appropriate (see note), at 25 °C and at specified collector and base currents.

Note. — For special cases (e.g. some high frequency applications), where this characteristic is not essential, only a typical value for V_{CEsat} may be given.

3.5 *Base-emitter voltage (V_{BE})*

Typical value and, where appropriate, maximum value at 25 °C, at specified collector current and specified collector-emitter voltage.

3.6 *Static value of the common-emitter forward current transfer ratio (output voltage held constant) (h_{21E})*

Minimum and, where appropriate, maximum values (see note) at 25 °C, at specified collector-emitter voltage and specified collector current.

Note. — For special cases (e.g. some high frequency applications), where this characteristic is not essential, only a minimum value for h_{21E} is required.

3.7 *Low frequency small-signal parameters (common-emitter)*

The following h -parameters shall be stated at 25 °C, at a frequency at which there are no appreciable reactive components, and under specified d.c. bias conditions:

h_{11e} or h_{ie} = input resistance with output short-circuited to a.c. (where appropriate).
Minimum and maximum values.

h_{21e} or h_{fe} = forward current transfer ratio with output short-circuited to a.c. (where appropriate).
Minimum and maximum values.

h_{22e} or h_{oe} = output conductance with input open-circuited to a.c. (where appropriate).
Maximum value.

3.8 *Transition frequency f_T or value of $|h_{21e}|$ at a specified high frequency*

Either:

Typical and minimum values of f_T at specified values of collector current and collector-emitter voltage.

Or:

Typical and minimum values of $|h_{21e}|$ at a specified frequency in the range in which $|h_{21e}|$ is decreasing at the rate of approximately 6dB/octave and at specified values of collector current and collector-emitter voltage.

In specifying $|h_{21e}|$, the frequency shall be chosen preferably from the series 1, 2, 5×10^n Hz and should be such that $|h_{21e}|$ is in the range of 2 to 10.

3.9 Capacité de sortie (C_{22b} ou C_{ob})

Note. — Pour les transistors haute fréquence, on peut remplacer la capacité C_{22b} par la somme de la capacité de jonction du collecteur C_c et de la capacité collecteur-base C_{cb} .

Les informations suivantes doivent être données à 25 °C seulement.

3.9.1 Transistor à 3 bornes

Valeur maximale et, s'il y a lieu, valeur minimale pour un courant continu d'émetteur nul, pour une tension et une fréquence spécifiées; le mode de connexion du boîtier doit être indiqué.

3.9.2 Transistor à 4 bornes

Valeur maximale et, s'il y a lieu, valeur minimale pour un courant continu d'émetteur nul, pour une tension et une fréquence spécifiées; le mode de connexion de la 4^e borne doit être indiqué.

3.10 Facteur de bruit (s'il y a lieu)

Valeur maximale dans des conditions spécifiées de gamme de fréquences, de polarisation et d'impédance de source.

3.11 Paramètres haute fréquence (pour transistors haute fréquence)

Dans cette section, le terme « haute fréquence » est utilisé conformément à la pratique courante dans le domaine des dispositifs à semiconducteurs pour indiquer le genre des paramètres requis et ne signifie pas nécessairement « haute fréquence » dans le sens traditionnel utilisé en radio-communication, à savoir: fréquence de 3 à 30 MHz.

Ces paramètres doivent être indiqués à 25 °C seulement.

3.11.1 Applications d'usage général

Ces paramètres sont prévus pour représenter les performances du transistor dans une gamme de fréquences indiquées par le fabricant et seront utiles pour des applications d'usage général dans les amplificateurs de petits signaux.

Ils doivent être spécifiés comme suit:

- Valeur minimale de la partie réelle de l'impédance d'entrée, en montage émetteur commun, sortie en court-circuit, $Re(h_{11e})$, pour des valeurs spécifiées de I_C , de V_{CE} et à une fréquence très élevée.
- Valeur maximale du rapport de transfert inverse de la tension, en montage base commune, entrée en circuit ouvert $|h_{12b}|$, ou de la constante de temps du rapport de transfert inverse de la tension $\left| \frac{h_{12b}}{\omega} \right|$, pour des valeurs spécifiées de I_E , de V_{CB} et à une fréquence appropriée.
- Valeur minimale du rapport de transfert direct du courant, en montage émetteur commun, sortie en court-circuit $|h_{21e}|$, pour des valeurs spécifiées de I_C et de V_{CE} et pour une fréquence appropriée (voir paragraphe 3.8).
- Valeur maximale de la capacité de sortie C_{22b} .

Ce paramètre doit être spécifié de la même manière que celle indiquée au paragraphe 3.9.

Note explicative concernant la relation entre le jeu des paramètres haute fréquence et les paramètres du circuit équivalent hybride en π modifié.

Les quatre valeurs caractéristiques:

$Re(h_{11e})$ à une fréquence élevée f_{h1}

$|h_{21b}|$ à une fréquence moyenne f_m

$|h_{21e}|$ à une fréquence élevée f_{h2} (où $|h_{21e}|$ décroît approximativement à un taux de 6 dB/octave) et

C_{22b}

peuvent être utilisées pour le calcul d'un circuit d'amplificateur au moyen du circuit équivalent ci-après:

3.9 Output capacitance (C_{22b} or C_{ob})

Note. — For high frequency transistors, the capacitance C_{22b} may be replaced by the sum of the collector junction capacitance C_c and the collector-base terminal capacitance C_{cb} .

The following information shall be given at 25 °C only.

3.9.1 3-terminal transistors

Maximum and, where appropriate, minimum values at zero d.c. emitter current, for specified voltage and frequency; the connection of the case must be stated.

3.9.2 4-terminal transistors

Maximum and, where appropriate, minimum values at zero d.c. emitter current, for specified voltage and frequency; the connection of the fourth terminal must be stated.

3.10 Noise factor (where appropriate)

Maximum value under specified conditions of frequency range, bias and source impedance.

3.11 High frequency parameters (for high frequency transistors)

In this section, the term “high frequency” is used in accordance with common practice with semiconductor devices to indicate the sort of parameters required, and does not necessarily mean “high frequency” in the traditional sense used in radio communication, i.e. 3–30 MHz.

These parameters shall be stated at 25 °C only.

3.11.1 General purpose applications

These parameters are intended to represent the performance of the transistor over a range of frequencies as indicated by the manufacturer, and would be useful for general purpose small-signal amplifiers.

They should be specified as follows:

- Minimum value of real part of the short-circuit common-emitter input impedance $\text{Re}(h_{11e})$, at specified values of I_C , V_{CE} and very high frequency.
- Maximum value of the magnitude of the common-base open-circuit reverse voltage transfer ratio $|h_{12b}|$ or of the transfer time factor $\left| \frac{h_{12b}}{\omega} \right|$, at specified values of I_E , V_{CB} and appropriate frequency.
- Minimum value of the magnitude of the short-circuit common-emitter forward current transfer ratio $|h_{21e}|$, at specified values of I_C and V_{CE} and appropriate frequency (see Sub-clause 3.8).
- Maximum value of the output capacitance C_{22b} .

This parameter shall be specified in the same way as in Sub-clause 3.9.

Explanatory note concerning the relationship between the set of high-frequency parameters and the parameters of the modified hybrid π equivalent circuit.

The four characteristic values:

- $\text{Re}(h_{11e})$ at a high frequency f_{h1}
- $|h_{12b}|$ at a medium frequency f_m
- $|h_{21e}|$ at a high frequency f_{h2} (where $|h_{21e}|$ is decreasing at a slope of approximately 6 dB/octave) and

C_{22b}

can be used for the design of an amplifier circuit by means of the following equivalent circuit:

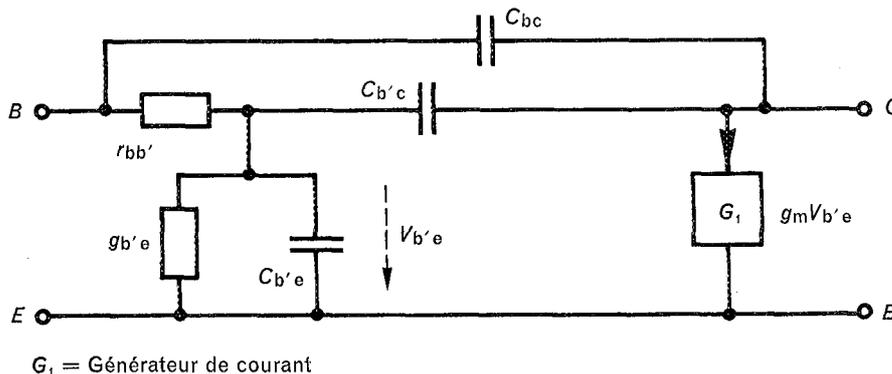


FIG. 1. — Circuit équivalent.

On peut calculer les valeurs des éléments de ce circuit équivalent avec une approximation assez bonne au moyen des formules suivantes :

- 1) $r_{bb'}$ = Re (h_{11e}) à la fréquence élevée f_{h1}
- 2) $g_{b'e}$ = $\frac{eI_E}{kT} (1 - |h_{21bo}|)$, où h_{21bo} est le rapport de transfert du courant, en petits signaux, en montage base commune et en basse fréquence
- 3) $C_{b'e}$ = $\frac{eI_E}{kT} \cdot \frac{1}{2\pi f_T}$

On peut calculer f_T à partir de la valeur de $|h_{21e}|$ à la fréquence f_{h2} , puisque :

$$f_T = |h_{21e}| \cdot f_{h2}$$

$$4) C_{b'e} = \frac{|h_{12b}|}{2\pi r_{bb'} f_m} = \frac{|h_{12b}|}{2\pi f_m \text{Re}(h_{11e})}$$

$$5) C_{b'e} + C_{bc} = C_{22b} ; C_{bc} = C_{22b} - C_{b'e}$$

$$6) g_m = \frac{eI_E}{kT}$$

On fait remarquer que ces formules ainsi que le circuit équivalent lui-même constituent seulement une approximation du premier ordre, valable pour la plupart des transistors dans un certain domaine de fréquences. En particulier, il faut se rappeler que g_m peut produire un déphasage supplémentaire dont il n'est pas tenu compte dans les formules ci-dessus.

3.11.2 Applications d'usage spécial

a) Paramètres y

Les paramètres « y » suivants fournissent un jeu de paramètres du quadripôle à une fréquence spécifiée, par exemple à une fréquence intermédiaire normalisée.

Valeurs typiques et, s'il y a lieu, valeurs minimales et/ou maximales.

Un jeu complet des paramètres suivants, sous forme complexe, est requis à une fréquence spécifiée et pour des conditions de polarisation spécifiées,

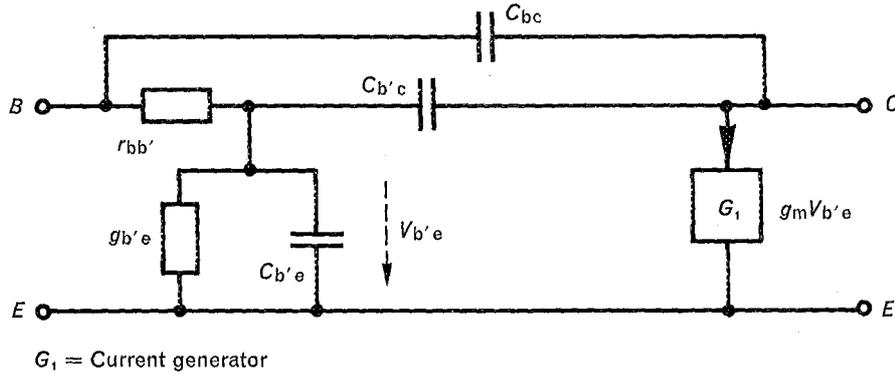


FIG. 1. — Equivalent circuit.

The values of the elements of this equivalent circuit can be calculated with a fairly good accuracy by means of the following formulae:

- 1) $r_{bb'}$ = Re (h_{11e}) at high frequency f_{h1}
- 2) $g_{b'e}$ = $\frac{eI_E}{kT} (1 - |h_{21bo}|)$, where h_{21bo} is the small-signal forward current transfer ratio, in the common-base configuration and at a low frequency

$$3) C_{b'e} = \frac{eI_E}{kT} \cdot \frac{1}{2\pi f_T}$$

f_T can be computed from the value of $|h_{21e}|$ at frequency f_{h2} , since:

$$f_T = |h_{21e}| \cdot f_{h2}$$

$$4) C_{b'e} = \frac{|h_{12b}|}{2\pi r_{bb'} f_m} = \frac{|h_{12b}|}{2\pi f_m \text{Re}(h_{11e})}$$

$$5) C_{b'e} + C_{bc} = C_{22b}; C_{bc} = C_{22b} - C_{b'e}$$

$$6) g_m = \frac{eI_E}{kT}$$

It is pointed out that these formulae as well as the equivalent circuit itself are only a first order approximation, valid for most transistors over a certain frequency range. In particular, it should be borne in mind that g_m may involve an additional phase-shift which is not taken into account by the above formulae.

3.11.2 Special purpose applications

a) y-parameters

The following “y” parameters provide a set of four-pole parameters at a specified frequency, for instance at a standard intermediate frequency.

Typical values and, where appropriate, minimum and/or maximum values.

One complete set of the following parameters in the complex form is required at a specified frequency and for specified bias conditions,

soit, premier jeu:

Admittance d'entrée, en montage émetteur commun, sortie en court-circuit	Y_{11e}
Admittance de transfert inverse, en montage émetteur commun, entrée en court-circuit	Y_{12e}^*
Admittance de transfert direct, en montage émetteur commun, sortie en court-circuit	Y_{21e}
Admittance de sortie, en montage émetteur commun, entrée en court-circuit	Y_{22e}

soit, second jeu:

Admittance d'entrée, en montage base commune, sortie en court-circuit	Y_{11b}
Admittance de transfert inverse, en montage base commune, entrée en court-circuit	Y_{12b}^*
Admittance de transfert direct, en montage base commune, sortie en court-circuit	Y_{21b}
Admittance de sortie, en montage base commune, entrée en court-circuit	Y_{22b}

* Si, pour des raisons de difficulté de mesure, Y_{12} ne peut pas être donné dans l'un des montages, il sera indiqué dans l'autre.

b) Paramètres s

Au lieu des paramètres y , on peut donner sous forme complexe les paramètres s suivants. Ils doivent être donnés pour une résistance de charge de 50 ohms et dans la configuration recommandée, pour des conditions spécifiées de polarisation, de température (25 °C) et de montage:

- s_{11} — Valeur typique
- s_{22} — Valeur typique
- s_{12} — Valeur typique
- s_{21} — Valeurs minimale et typique.

Si le fabricant recommande l'utilisation du transistor à une fréquence spécifiée, on doit alors donner les valeurs des paramètres s à cette fréquence.

Si le fabricant propose un fonctionnement dans une gamme de fréquences, on doit alors donner les paramètres s à deux fréquences dans la gamme des fréquences de fonctionnement recommandées. En outre, des courbes peuvent être incluses dans la rubrique « Données d'applications ».

4. Données d'applications

A l'étude.

SECTION DEUX — TRANSISTORS DE PUISSANCE

(À L'EXCLUSION DES APPLICATIONS EN COMMUTATION ET EN HAUTE FRÉQUENCE)

1. Généralités

Les transistors de puissance peuvent être spécifiés soit comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, soit comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée, soit pour les deux conditions à la fois s'il y a lieu.

2. Valeurs limites

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 Températures

2.1.1 Domaine de températures de fonctionnement.

2.1.2 Domaine de températures de stockage.

either first set:

Common-emitter short-circuit input admittance	y_{11e}
Common-emitter short-circuit reverse transfer admittance	y_{12e} *
Common-emitter short-circuit forward transfer admittance	y_{21e}
Common-emitter short-circuit output admittance	y_{22e}

or second set:

Common-base short-circuit input admittance	y_{11b}
Common-base short-circuit reverse transfer admittance	y_{12b} *
Common-base short-circuit forward transfer admittance	y_{21b}
Common-base short-circuit output admittance	y_{22b}

* If y_{12} cannot be stated in one of the configurations because of the difficulty of measurement, y_{12} may be substituted in the other configuration.

b) *s* parameters

As an alternative to the *y*-parameters, the following scattering parameters in the complex form may be given. They shall be stated with reference to a resistive load of 50 ohms and for the recommended configuration under specified conditions of bias, temperature (25 °C) and mounting:

- s_{11} — Typical value
- s_{22} — Typical value
- s_{12} — Typical value
- s_{21} — Minimum and typical values.

If the manufacturer recommends the transistor for use at a specified frequency, the values of the scattering parameters shall then be stated at this frequency.

If the manufacturer proposes operation over a range of frequencies, the scattering parameters shall then be stated at two frequencies within the recommended range of operating frequencies. In addition, curves may be included in the section on "Application data".

4. Application data

Under consideration.

SECTION TWO — POWER TRANSISTORS (EXCLUDING SWITCHING AND HIGH FREQUENCY APPLICATIONS)

1. General

Power transistors should be specified either as ambient rated or case rated devices or, where appropriate, as both.

2. Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated:

2.1 Temperatures

2.1.1 Range of operating temperatures.

2.1.2 Range of storage temperatures.

2.2 *Tensions et courants*

Les valeurs limites de tensions et courants indiquées doivent couvrir le fonctionnement du dispositif dans le domaine spécifié de températures de fonctionnement. Si ces valeurs limites (par exemple: courant direct, tension inverse, etc.) dépendent de la température, cette dépendance doit être indiquée.

Les valeurs limites suivantes de tension et de courant s'appliquent à la fois aux valeurs continues et aux valeurs de crête.

- 2.2.1 Tension collecteur-base maximale pour un courant émetteur nul.
- 2.2.2 Tension collecteur-émetteur maximale pour un courant de base nul.
- 2.2.3 Tension inverse émetteur-base maximale pour un courant collecteur nul.
- 2.2.4 Courant collecteur maximal.
- 2.2.5 Courant émetteur maximal (s'il y a lieu).
- 2.2.6 Courant de base maximal.

2.3 *Dissipation de puissance*

Dissipation totale de puissance maximale en fonction de la température dans le domaine des températures de fonctionnement, ou

Résistance thermique maximale entre la jonction et le boîtier ou la jonction et l'ambiance, température virtuelle (équivalente) maximale de jonction et valeur maximale de la dissipation de puissance.

Toutes les exigences spéciales en relation avec les conditions de ventilation et/ou de montage seront spécifiées.

3. **Caractéristiques**

3.1 *Généralités*

Les valeurs doivent être indiquées de préférence à une tension et/ou à un courant choisis dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.5.

3.2 *Courant résiduel collecteur-base*

- 3.2.1 Valeur maximale à 25 °C pour la valeur limite de la tension maximale collecteur-base.
- 3.2.2 Valeur maximale pour une tension collecteur-base spécifiée, pour une haute température de fonctionnement et pour une dissipation de puissance approximativement nulle. La température doit être choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

3.3 *Tension directe base-émetteur*

Valeur typique et, s'il y a lieu, valeur maximale à 25 °C pour un courant collecteur et une tension collecteur-émetteur spécifiés.

3.4 *Tension de saturation collecteur-émetteur*

Valeur maximale à 25 °C pour une valeur élevée du courant collecteur et un courant de base spécifiés.

3.5 *Valeur statique du rapport de transfert direct du courant en montage émetteur commun (h_{21E})*

Valeurs minimale et maximale à 25 °C pour une faible valeur de la tension collecteur-émetteur spécifiée et une valeur élevée spécifiée du courant soit d'émetteur, soit de collecteur.

Quand la composante I_{CBO} n'est pas négligeable, le rapport de transfert direct $|h_{21EL}|$ en fort courant doit être indiqué.

2.2 Voltages and currents

The voltage and current ratings given must cover the operation of the device over the rated range of operating temperatures. Where such ratings (e.g. forward current, reverse voltage, etc.) are temperature-dependent, this dependence shall be indicated.

The values of the following voltage and current ratings apply for both continuous and peak conditions.

- 2.2.1 Maximum collector-base voltage with zero emitter current.
- 2.2.2 Maximum collector-emitter voltage with zero base current.
- 2.2.3 Maximum emitter-base reverse voltage with zero collector current.
- 2.2.4 Maximum collector current.
- 2.2.5 Maximum emitter current (where appropriate).
- 2.2.6 Maximum base current.

2.3 Power dissipation

Maximum total power dissipation as a function of temperature over the range of operating temperatures, or

Maximum thermal resistance junction to case, or junction to ambient, maximum virtual (equivalent) junction temperature, and maximum value of power dissipation.

Any special requirements for ventilation and/or mounting should be specified.

3. Characteristics

3.1 General

The values shall be stated at one of the voltages and/or currents taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.5.

3.2 Collector-base cut-off current (reverse current)

- 3.2.1 Maximum value at 25 °C at the rated maximum collector-base voltage.
- 3.2.2 Maximum value at a specified collector-base voltage, at a high operating temperature and at approximately zero power dissipation. The temperature shall be chosen from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

3.3 Base-emitter forward voltage

Typical and, where appropriate, maximum values at 25 °C, at specified collector current and collector-emitter voltage.

3.4 Collector-emitter saturation voltage

Maximum value at 25 °C at specified high value of collector current and at a specified base current.

3.5 Static value of the common-emitter forward current transfer ratio (h_{21E})

Minimum and maximum values at 25 °C at specified low value of collector-emitter voltage and specified high value of either emitter or collector current.

When the I_{CBO} component is significant, the inherent large signal current transfer ratio $|h_{21EL}|$ shall be stated.

3.6 *Fréquence de transition f_T ou valeur de $|h_{21e}|$ à une fréquence élevée spécifiée*

Soit:

Valeurs typique et minimale de f_T , pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur,

Soit:

Valeurs typique et minimale de $|h_{21e}|$ à une fréquence spécifiée dans la gamme où $|h_{21e}|$ décroît suivant une loi approximative de 6 dB/octave et pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

En spécifiant $|h_{21e}|$, la fréquence doit être choisie de préférence dans la série 1, 2, 5×10^n Hz et être telle que $|h_{21e}|$ soit dans la gamme de 2 à 10.

3.7 *Capacité de sortie C_{22b} (s'il y a lieu)*

Valeur maximale à 25 °C, pour un courant continu d'émetteur nul et pour des valeurs spécifiées de la tension V_{CB} et de la fréquence.

4. **Données d'applications**

A l'étude.

SECTION TROIS — TRANSISTORS DE COMMUTATION

(Note. — Cette section est en cours de révision. La plupart des données qu'elle contient resteront valables, mais les exigences particulières aux applications de commutation de puissance et de faible puissance seront mieux précisées à l'issue de cette révision.)

1. **Généralités**

1.1 Cette section donne les exigences applicables aux transistors de commutation destinés à fonctionner en régime de saturation ou de non-saturation.

Les transistors bi-directionnels ne sont pas couverts par cette section.

1.2 Les transistors de commutation peuvent être spécifiés soit comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, soit comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée, soit pour les deux conditions à la fois.

2. **Valeurs limites**

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 *Températures*

2.1.1 Domaine de températures de fonctionnement.

2.1.2 Domaine de températures de stockage.

2.2 *Courants*

Les valeurs limites de courants indiquées doivent couvrir le fonctionnement du dispositif dans le domaine spécifié de températures de fonctionnement. Si ces valeurs limites dépendent de la température, cette dépendance doit être indiquée.

2.2.1 Courant collecteur continu maximal.

2.2.2 Courant collecteur de pointe.

2.2.3 Courant de base continu maximal.

3.6 *Transition frequency f_T or value of $|h_{21e}|$ at a specified high frequency*

Either:

Typical and minimum values of f_T at specified values of collector current and collector-emitter voltage,

Or:

Typical and minimum values of $|h_{21e}|$ at a specified frequency in the range in which $|h_{21e}|$ is decreasing at the rate of approximately 6dB/octave and at specified values of collector current or collector-emitter voltage.

In specifying $|h_{21e}|$, the frequency shall be chosen preferably from the series 1, 2, 5×10^n Hz and should be such that $|h_{21e}|$ is in the range of 2 to 10.

3.7 *Output capacitance C_{22b} (where appropriate)*

Maximum value at 25 °C, at zero d.c. emitter current, for specified values of voltage V_{CB} and frequency.

4. **Application data**

Under consideration.

SECTION THREE — SWITCHING TRANSISTORS

(Note. — This section is now in the course of revision. Most of the following provisions will remain valid, but the specific requirements for power switching and low-power switching applications will be defined with more precision after this revision.)

1. **General**

1.1 This section gives the requirements applicable to switching transistors intended for operation in either the saturated or non-saturated mode.

Bi-directional transistors are not covered by this section.

1.2 Switching transistors should be specified either as ambient rated, or case rated or as both.

2. **Ratings (limiting values)**

The following ratings should be stated:

2.1 *Temperatures*

2.1.1 Range of operating temperatures.

2.1.2 Range of storage temperatures.

2.2 *Currents*

The current ratings given must cover the operation of the device over the rated range of operating temperatures. Where such ratings are temperature dependent, this dependence shall be indicated.

2.2.1 Maximum continuous collector current.

2.2.2 Peak collector current.

2.2.3 Maximum continuous base current.

2.2.4 S'il y a lieu, tout ou partie des valeurs limites de courant supplémentaires suivantes:

- Courant émetteur continu maximal,
- Courant de base de pointe,
- Courant émetteur de pointe.

Note. — Le courant de pointe est le courant de pointe répétitif maximal admissible dans des conditions spécifiées.

2.3 *Tension inverse ou puissance*

Pour les transistors de commutation de faible puissance, les valeurs limites de tension s'appliquent à la fois aux valeurs continues et aux valeurs de pointe. Pour les transistors de commutation de puissance, les valeurs limites de tension seront données séparément en valeurs continues et en valeurs de pointe.

Pour chacun des paragraphes suivants, si la valeur de la tension n'est pas donnée, la valeur de la caractéristique de la tension inverse de claquage correspondante sera indiquée.

2.3.1 Tension ou puissance émetteur-base maximale.

2.3.2 Tension collecteur-base maximale, s'il y a lieu.

2.3.3 Tension ou puissance collecteur-émetteur maximale. Si la valeur limite de la tension collecteur-émetteur est spécifiée en fonction de la tension maximale admissible, une valeur limite de la tension collecteur-émetteur, la base étant en circuit ouvert, doit être donnée pour la gamme de courants utilisables du dispositif.

2.3.4 Tension collecteur-émetteur maximale pour une tension de blocage émetteur-base spécifiée.

2.4 *Dissipation de puissance*

2.4.1 Dissipation totale de puissance maximale à l'état stable en fonction de la température dans le domaine des températures de fonctionnement.

2.4.2 Pour les dispositifs de puissance et, s'il y a lieu, pour les dispositifs de faible puissance, courbes de la dissipation de puissance de pointe (transitoire) pour une durée spécifiée de l'impulsion, pour le domaine des températures de fonctionnement et pour des facteurs d'utilisation spécifiés.

Si le fabricant désire donner des informations supplémentaires, celles-ci doivent l'être sous la forme suivante:

- Valeur de la température virtuelle maximale de jonction et de la résistance thermique maximale à l'état stable.
- Courbes de l'impédance thermique maximale par impulsions en fonction de la durée de l'impulsion, avec le facteur d'utilisation comme paramètre.

Note. — Les courbes de l'impédance thermique par impulsions donnent des valeurs à partir desquelles on peut calculer la valeur de la dissipation de puissance de pointe comme suit:

$$P_p = \frac{t_{(vj)M} - t_{ref} - (P_{tot} \cdot R_{th})}{Z_{th}}$$

expression dans laquelle:

- P_p = dissipation de puissance de pointe
- P_{tot} = dissipation de puissance à l'état stable
- $t_{(vj)M}$ = température virtuelle (équivalente) maximale de jonction
- t_{ref} = température de référence, ambiante ou de boîtier
- R_{th} = résistance thermique à l'état stable, soit jonction-ambiance (pour les dispositifs à température ambiante spécifiée), soit jonction-boîtier (pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée)
- Z_{th} = impédance thermique en impulsions, soit jonction-ambiance (pour les dispositifs à température ambiante spécifiée), soit jonction-boîtier (pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée).

2.2.4 Where appropriate, any or all of the following additional current ratings:

- Maximum continuous emitter current,
- Peak base current,
- Peak emitter current.

Note. — The peak current is the maximum permissible peak repetitive current under specified conditions.

2.3 *Reverse voltage or power*

For low-power switching transistors, the values of the following voltage ratings apply for both continuous and peak conditions. For power switching transistors, the values of the following voltage ratings shall be quoted separately for the continuous and peak conditions.

In each of the following sub-clauses, if the voltage rating is not stated, the value of the corresponding reverse breakdown voltage characteristic shall be stated.

- 2.3.1 Maximum emitter-base voltage or maximum emitter-base power.
- 2.3.2 Maximum collector-base voltage, where appropriate.
- 2.3.3 Maximum collector-emitter voltage or maximum collector-emitter power. If the collector-emitter rating is specified in terms of the permissible maximum voltage, a collector-emitter voltage rating for open-circuited base conditions shall be stated for the useful current range of the transistor.
- 2.3.4 Maximum collector-emitter voltage for a specified base-emitter cut-off voltage.

2.4 *Power dissipation*

- 2.4.1 Maximum total steady-state power dissipation as a function of temperature over the range of operating temperatures.
- 2.4.2 For power devices and, where appropriate, for low-power devices, curves of the peak (transient) power dissipation for specified pulse duration, over the operating temperature range and at specified duty cycles.

If the manufacturer desires to give additional information, this should be in the following form:

- Values of maximum virtual (equivalent) junction temperature and maximum steady-state thermal resistance.
- Curves of maximum thermal impedance under pulse conditions for specified pulse duration and with the duty cycle as a parameter.

Note. — The curves of thermal impedance under pulse conditions give values from which the value of the peak power dissipation can be calculated as follows:

$$P_p = \frac{t_{(vj)M} - t_{ref} - (P_{tot} \cdot R_{th})}{Z_{th}}$$

where:

- P_p = peak power dissipation
- P_{tot} = steady-state power dissipation
- $t_{(vj)M}$ = maximum junction virtual (equivalent) temperature
- t_{ref} = reference temperature, ambient or case
- R_{th} = steady-state thermal resistance, either junction to ambient (for ambient rated devices) or junction to case (for case rated devices)
- Z_{th} = thermal impedance under pulse conditions either junction to ambient (for ambient rated devices) or junction to case (for case rated devices).

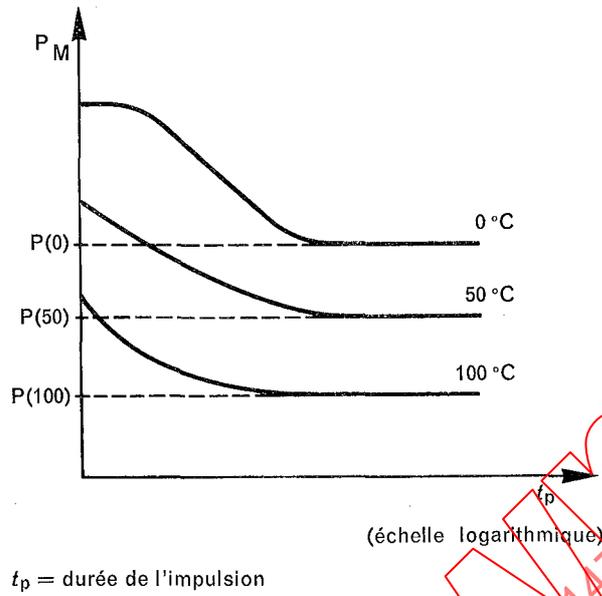


FIG. 2. — Courbe de la puissance de pointe (transitoire) admissible en fonction de la durée de l'impulsion, pour un facteur d'utilisation donné.

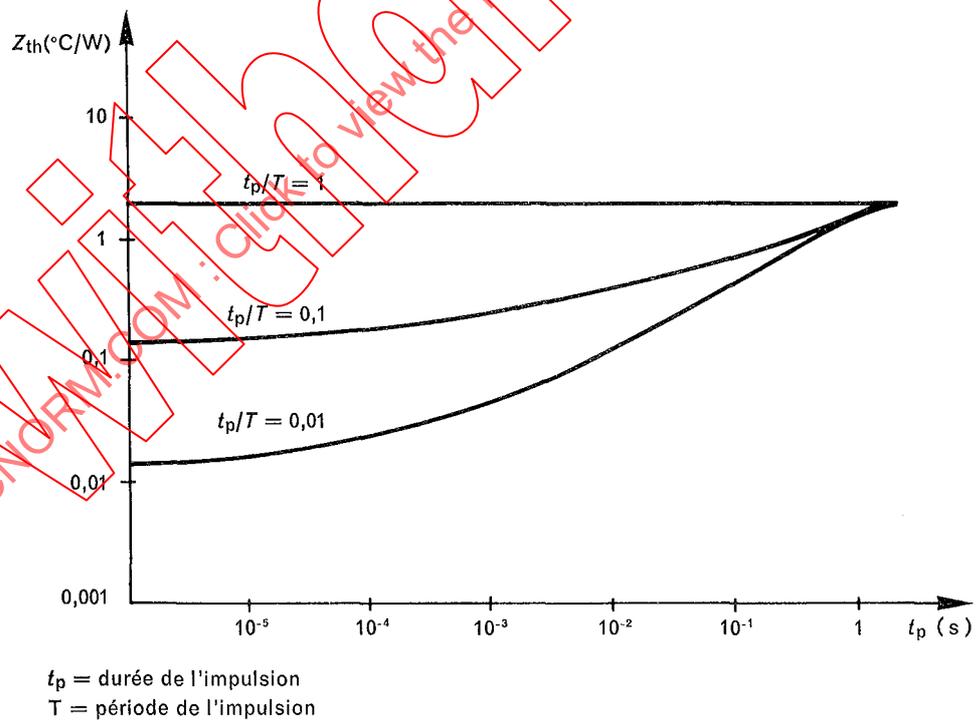
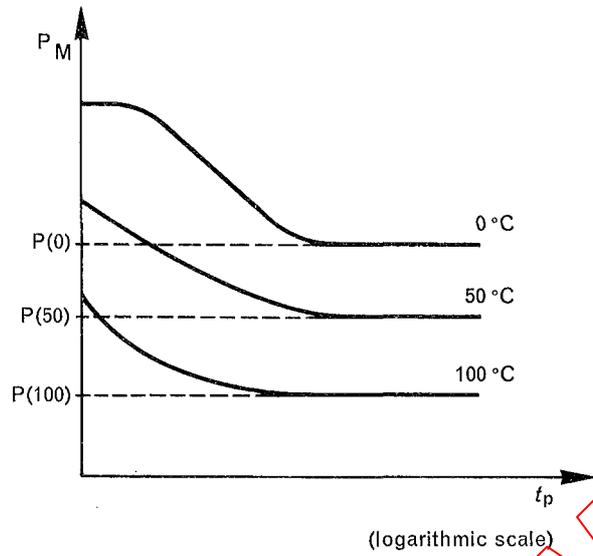
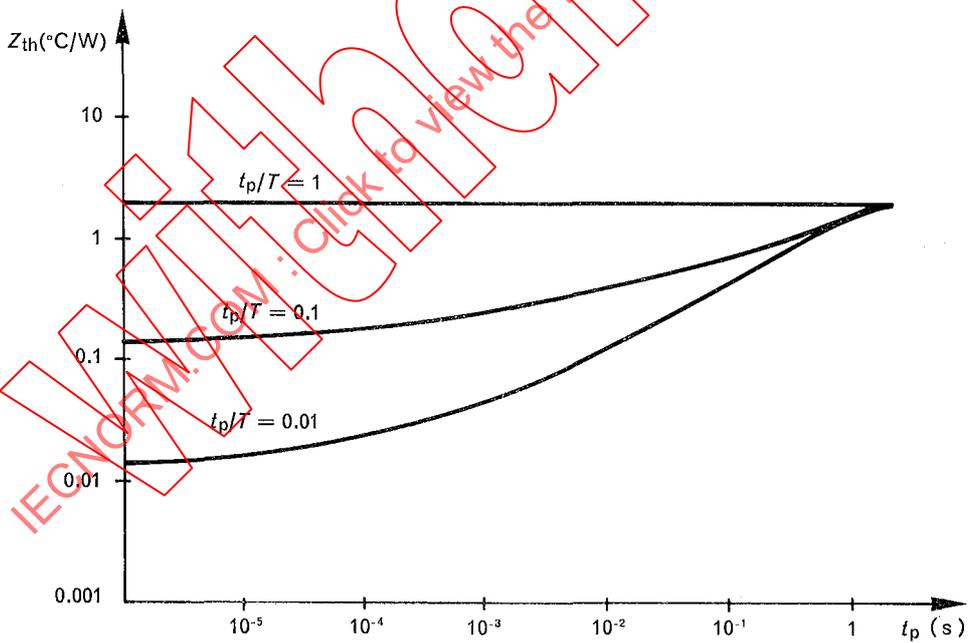


FIG. 3. — Courbes de l'impédance thermique par impulsions en fonction de la durée de l'impulsion, pour un facteur d'utilisation donné.



t_p = pulse duration

FIG. 2. — Curve of permissible peak (transient) power dissipation versus pulse duration, for a given duty cycle.



t_p = pulse duration
 T = pulse period

FIG. 3. — Curves of thermal impedance under pulse conditions versus pulse duration, with a given duty cycle as parameter.

3. Caractéristiques

3.1 Généralités

Les valeurs devront être indiquées à une tension et/ou à un courant choisis dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.5.

3.2 Caractéristiques statiques

3.2.1 Courants résiduels (courants inverses)

a) Collecteur-base: I_{CBO}

- Valeur maximale à 25 °C pour une valeur élevée spécifiée de la tension collecteur-base (note).
- Valeur maximale pour une valeur élevée de la température de fonctionnement pour une dissipation de puissance approximativement nulle et pour une tension collecteur-base spécifiée. La température doit être choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

b) Emetteur-base: I_{EBO}

- Valeur maximale à 25 °C pour une valeur élevée spécifiée de la tension émetteur-base (note).
- S'il y a lieu, valeur maximale pour une valeur élevée de la température de fonctionnement pour une dissipation de puissance approximativement nulle et pour une tension émetteur-base spécifiée. La température doit être choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.

Note. — Lorsque la valeur limite inverse appropriée est exprimée en tension (plutôt qu'en puissance), la tension spécifiée devra être égale à $90 \pm 10\%$ de la valeur limite de la tension.

3.2.2 Tension de saturation collecteur-émetteur: V_{CEsat}

Valeur maximale à 25 °C pour une valeur élevée spécifiée du courant collecteur et un courant de base spécifié.

3.2.3 Tension base-émetteur: V_{BE}

Valeur maximale à 25 °C pour l'une des conditions suivantes:

- Pour les transistors destinés à fonctionner en *régime saturé*, ce paramètre est donné dans les mêmes conditions de polarisation en courant continu que celles du paragraphe 3.2.2.
- Pour les transistors destinés à fonctionner en *régime non saturé*, ce paramètre est donné pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

3.2.4 Valeur statique du rapport de transfert direct du courant en montage émetteur-commun: h_{21E}

Valeur minimale à 25 °C pour l'une des conditions suivantes:

- Pour les transistors destinés à fonctionner en *régime saturé*, ce paramètre est donné pour une faible valeur spécifiée de la tension collecteur-émetteur et pour une faible valeur spécifiée du courant collecteur.
- Pour les transistors destinés à fonctionner en *régime non saturé*, ce paramètre est donné dans les mêmes conditions de polarisation en courant continu que celles du paragraphe 3.2.3.

Dans les deux cas, on devra indiquer la manière dont h_{21E} varie avec le courant collecteur.

3.2.5 Tension de claquage collecteur-base: $V_{(BR)CBO}$

Valeur minimale pour un courant collecteur résiduel (inverse) spécifié et un courant émetteur nul (voir paragraphe 2.3).

3. Characteristics

3.1 General

The values should be stated at one of the voltages and/or currents taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.5.

3.2 Static characteristics

3.2.1 Cut-off currents (reverse currents)

a) Collector-base: I_{CBO}

— Maximum value at 25 °C at a specified high value of collector-base voltage (note).

— Maximum value at a high operating temperature, at approximately zero power dissipation and at a specified collector-base voltage. The temperature shall be taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

b) Emitter-base: I_{EBO}

— Maximum value at 25 °C at a specified high value of emitter-base voltage (note).

— Where appropriate, maximum value at a high operating temperature, at approximately zero power dissipation and at a specified emitter-base voltage. The temperature shall be taken from the list in IEC Publication 147-0, Sub-clause 3.4.

Note. — When the appropriate reverse rating is given in terms of a voltage (rather than in terms of power), the specified voltage shall be equal to $90 \pm 10\%$ of the maximum rated voltage.

3.2.2 Collector-emitter saturation voltage: V_{CEsat}

Maximum value at 25 °C at a specified high value of collector current and at a specified base current.

3.2.3 Base-emitter voltage: V_{BE}

Maximum value at 25 °C under one of the following conditions:

- For transistors intended for *saturated operation*, this parameter is given under the same d.c. bias conditions as in Sub-clause 3.2.2.
- For transistors intended for *non-saturated operation*, this parameter is given at specified values of collector current and collector-emitter voltage.

3.2.4 Static value of the common-emitter forward current transfer ratio: h_{21E}

Minimum value at 25 °C under one of the following conditions:

- For transistors intended for *saturated operation*, this parameter is given at a specified low value of collector-emitter voltage and at a specified low value of collector current.
- For transistors intended for *non-saturated operation*, this parameter is given under the same d.c. bias conditions as in Sub-clause 3.2.3.

In either case, an indication of how h_{21E} varies with the collector current shall be given.

3.2.5 Collector-base breakdown voltage: $V_{(BR)CBO}$

Minimum value, at a specified cut-off (reverse) collector current and zero-emitter current (see Sub-clause 2.3).

3.2.6 *Tension de claquage émetteur-base: $V_{(BR)EBO}$*

Valeur minimale pour un courant émetteur résiduel (inverse) spécifié et un courant collecteur nul (voir paragraphe 2.3).

3.2.7 *Tension de claquage collecteur-émetteur: $V_{(BR)CEX}$*

Valeur minimale pour un courant collecteur résiduel (inverse) spécifié et un circuit spécifié entre émetteur et base (voir paragraphe 2.3).

3.3 *Caractéristiques de commutation*

Les caractéristiques de commutation peuvent être exprimées en spécifiant certains paramètres du dispositif auxquels est joint un jeu de temps de réponse. Le jeu complet des caractéristiques nécessaires en employant cette méthode est donné au paragraphe 3.3.1.

Pour le paragraphe 3.3.1, tous les paramètres doivent être indiqués à une température de fonctionnement de 25 °C.

3.3.1 *Spécification en employant les temps de réponse*

Les informations suivantes seront données:

- | | | |
|------------------------------|-------|---|
| a) Retard à la croissance | t_a | } Valeurs maximales pour un circuit spécifié, pour des conditions de polarisation et d'impulsion spécifiées, pour avoir un courant d'attaque sensiblement constant. |
| b) Temps de croissance | t_r | |
| *c) Retard à la décroissance | t_s | |
| d) Temps de décroissance | t_f | |

e) *Fréquence de transition f_T ou valeur de $|h_{21e}|$ à une fréquence élevée spécifiée*

Valeurs typique et minimale de f_T pour des valeurs spécifiées de courant collecteur et de tension collecteur-émetteur, ou valeurs typique et minimale de $|h_{21e}|$ à une fréquence spécifiée dans la gamme où $|h_{21e}|$ décroît à raison d'une loi approximative de 6 dB/octave pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

La fréquence doit être choisie de préférence dans la série 1, 2, 5×10^n Hz et doit être telle que $|h_{21e}|$ soit dans le domaine compris entre 2 et 10.

f) *Capacité de sortie, en montage base commune*

Valeur maximale à 25 °C pour un courant d'émetteur nul, pour une tension et une fréquence spécifiées. La connexion du boîtier doit être indiquée.

S'il y a lieu, une valeur minimale peut être également indiquée.

*g) *Rapport des courants transitoires en régime de saturation $h_{21E\text{sat}}$ (s'il y a lieu)*

Valeurs minimale et maximale pour un courant collecteur spécifié et une tension collecteur-émetteur égale à deux fois la valeur maximale de $V_{CE\text{sat}}$ spécifiée au paragraphe 3.2.2.

* Les caractéristiques signalées par un astérisque (*) ne sont pas applicables aux transistors fonctionnant en régime de non-saturation.

3.2.6 *Emitter-base breakdown voltage: $V_{(BR)EBO}$*

Minimum value, at a specified cut-off (reverse) emitter current and zero collector current (see Sub-clause 2.3).

3.2.7 *Collector-emitter breakdown voltage: $V_{(BR)CEX}$*

Minimum value, at a specified cut-off (reverse) collector current and emitter-base circuit (see Sub-clause 2.3).

3.3 *Switching characteristics*

Switching characteristics may be expressed in specifying certain device parameters together with a set of response times. The complete set of characteristics needed using this method is given in Sub-clause 3.3.1.

For Sub-clause 3.3.1, all parameters shall be stated at an operating temperature of 25 °C.

3.3.1 *Specification by response times*

The following data should be given:

- | | | |
|------------------|-------|---|
| a) Delay time | t_d | } Maximum values in a specified circuit with substantially constant current drive and with specified bias and pulse conditions. |
| b) Rise time | t_r | |
| *c) Storage time | t_s | |
| d) Fall time | t_f | |
- e) *Transition frequency f_T or value of $|h_{21e}|$ at a specified high frequency*

Either typical and minimum values of f_T at specified values of collector current and collector-emitter voltage, or typical and minimum values of $|h_{21e}|$ at a specified frequency in the range in which $|h_{21e}|$ is decreasing at the rate of approximately 6 dB/octave and at specified values of collector current and collector-emitter voltage.

In specifying $|h_{21e}|$, the frequency shall be chosen preferably from the series 1, 2, 5×10^n Hz and shall be such that $|h_{21e}|$ is in the range of 2 to 10.

f) *Common-base output capacitance*

Maximum value at 25 °C, at zero d.c. emitter current, for specified voltage and frequency. The connection of the case shall be indicated.

Where appropriate, a minimum value may also be stated.

*g) *Transient current ratio in saturation h_{21Esat} (where appropriate)*

Minimum and maximum values at a specified collector current and at a collector-emitter voltage which is equal to twice the maximum value of V_{CEsat} specified in Sub-clause 3.2.2.

* The characteristics marked with an asterisk (*) are not applicable to transistors operating in the non-saturated mode.

CHAPITRE III — THYRISTORS

SECTION UN: THYRISTORS TRIODES BLOQUÉS EN INVERSE

(Voir les Publications 147-1B et 147-1C de la CEI)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60147-1:1972
Withdrawn

CHAPTER III — THYRISTORS

SECTION ONE: REVERSE BLOCKING TRIODE THYRISTORS

(See IEC Publications 147-1B and 147-1C)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60147-1:1972
Withdrawn

CHAPITRE IV — TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

1. Généralités

1.1 Catégories de dispositifs

Les transistors à effet de champ sont divisés en trois catégories :

- Type A Type à jonction de grille
- Type B Type à grille isolée à déplétion
- Type C Type à grille isolée à enrichissement.

1.2 Sens « direct » et « inverse »

Ici, « inverse » signifie: sens dans lequel le nombre des porteurs de charge du canal diminue, et « direct » signifie: sens dans lequel le nombre des porteurs de charge du canal augmente.

1.3 Dispositifs à grilles multiples

Pour les dispositifs à grilles multiples, les valeurs limites et les caractéristiques de grille exigées doivent être données pour chaque grille séparément, à moins qu'il n'en soit prescrit différemment.

1.4 Précautions de manipulation

A cause de la très grande résistance d'entrée des transistors à effet de champ, la couche isolant la grille (pour les types à grille isolée) ou la jonction de grille (pour les types à jonction de grille) peut être endommagée de façon irréversible si une tension trop élevée peut se développer, due par exemple au contact de personnes chargées électrostatiquement, aux courants de fuite des fers à souder, etc.

Lorsqu'on manipule ces dispositifs, on doit en conséquence observer les précautions suivantes:

- a) Les opérateurs doivent se mettre eux-mêmes « à la masse » avant de toucher les bornes des dispositifs;
- b) Tous les équipements utilisés avec le dispositif doivent être mis à la masse de façon convenable.

Dans cette perspective, on doit veiller spécialement aux fers à souder et aux effets possibles de la charge s'accumulant sur la panne et due à un mauvais contact causé par la corrosion entre la panne et un point quelconque mis à la masse sur le corps du fer.

Les bornes de grille et de source doivent rester court-circuitées pendant la manipulation et le stockage.

Le court-circuit ne sera pas retiré jusqu'à ce que le dispositif ait été monté dans le circuit; le court-circuit sera remis avant d'enlever le dispositif du circuit.

2. Valeurs limites

2.1 Températures

2.1.1 Températures de stockage minimale et maximale

2.1.2 Températures de fonctionnement minimale et maximale (température ambiante ou température du point de référence)

2.2 Dissipation de puissance

2.2.1 Dissipation de puissance totale maximale dans le domaine spécifié des températures de fonctionnement. On doit indiquer les exigences spéciales pour la ventilation et/ou le montage.

TYPES		
A	B	C
+	+	+
+	+	+
+	+	+

CHAPTER IV — FIELD-EFFECT TRANSISTORS

1. General

1.1 Device categories

Field-effect transistors are divided into three categories:

- Type A Junction-gate type
- Type B Insulated-gate depletion type
- Type C Insulated-gate enhancement type.

1.2 “Reverse” and “forward” directions

Here, “reverse” means: the direction in which the channel carriers are decreased (depleted), and “forward” means: the direction in which the channel carriers are increased (enhanced).

1.3 Multiple gate devices

For multiple gate devices, the required gate ratings and characteristics shall be given for each gate separately, except where otherwise stated.

1.4 Handling precautions

Because of the very high input resistance of field-effect transistors, the gate insulation layer (for insulated-gate types) or the gate junction (for junction-gate types) may be irreversibly damaged if an excessive voltage is allowed to build up, e.g. due to contact with electrostatically charged persons, leakage currents from soldering irons, etc.

When handling these devices, the following precautions shall therefore be observed:

- a) Operators shall “earth” themselves before touching device terminals;
- b) All equipments being used with the device shall be adequately earthed.

In this context, particular attention must be paid to soldering irons and the possible effects of a charge building up on this tip due to the bad contact caused by corrosion between the tip and any earth on the body of the iron.

Gate and source terminals shall be kept in short-circuited condition during handling and storage.

This short-circuit shall not be removed until after the device has been mounted in the circuit; the short-circuit shall be replaced before removing the device from the circuit.

2. Ratings (limiting values)

2.1 Temperatures

2.1.1 Minimum and maximum storage temperatures

2.1.2 Minimum and maximum operating temperatures, ambient or reference point

2.2 Power dissipation

2.2.1 Maximum total power dissipation over the specified range of operating temperatures. Any special requirements for ventilation and/or mounting shall be stated.

TYPES		
A	B	C
+	+	+
+	+	+
+	+	+

		TYPES		
		A	B	C
2.3	<i>Tensions et courants</i> Les valeurs limites doivent être de préférence indiquées par une courbe dans le domaine des températures de fonctionnement, ou à 25 °C et à une autre température de fonctionnement plus élevée spécifiée, choisie dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.			
2.3.1	Tension drain-source maximale, dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.2	Tension grille-source inverse maximale et, s'il y a lieu, tension grille-source directe maximale, dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.3	Tension grille-drain maximale, dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.4	Tension grille-grille maximale (pour les dispositifs à plusieurs grilles), dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.5	Pour les transistors à effet de champ à grille isolée ayant des sorties de source et de substrat séparées (type découpeur ou interrupteur): — Tension maximale grille-substrat, dans des conditions spécifiées — Tension maximale drain-substrat, dans des conditions spécifiées — Tension maximale source-substrat, dans des conditions spécifiées		+	+
2.3.6	Courant de drain maximal	+	+	+
2.3.7	Courant direct de grille maximal	+		
2.4	<i>Données mécaniques</i> Les exigences concernant les données mécaniques, valables pour tous les semiconducteurs, s'appliquent à ces dispositifs.	+	+	+
3.	Caractéristiques Les caractéristiques doivent être données à 25 °C, sauf indication contraire; les autres températures doivent être choisies dans la liste de la Publication 147-0 de la CEI, paragraphe 3.4.			
3.1	<i>Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence</i>			
3.1.1	Courant de grille résiduel	+		
	Courant de fuite de grille Valeur maximale, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée. Egalement: Valeur maximale du courant de toutes les grilles réunies, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une autre température de fonctionnement plus élevée spécifiée.		+	+

		TYPES		
		A	B	C
3.1.2	<p>Courant de drain au blocage</p> <p>Valeur maximale, pour des tensions drain-source et grille-source spécifiées, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	+
3.1.3	<p>Courant de drain pour une tension grille-source nulle</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour une tension grille-source nulle et pour une tension drain-source spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	
3.1.4	<p>Courant de drain pour une tension grille-source spécifiée</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour des tensions grille-source et drain-source spécifiées, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>			+
3.1.5	<p>Tension grille-source au blocage</p> <p>Valeurs minimale et maximale de la tension grille-source pour laquelle le courant de drain est réduit à une faible valeur spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, dans le domaine des températures de fonctionnement.</p>	+	+	
3.1.6	<p>Tension grille-source de seuil</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour une tension drain-source élevée spécifiée et pour une valeur du courant de drain égale ou supérieure à 10 fois la valeur maximale du courant de drain pour une tension de grille nulle, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>			+
3.1.7	<p>Capacité d'entrée, sortie en court-circuit</p> <p>Valeur maximale, en petits signaux et en montage source commune, dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée, la sortie étant court-circuitée au point de vue alternatif.</p>	+	+	+
3.1.8	<p>Conductance (et s'il y a lieu, capacité) de sortie, entrée en court-circuit</p> <p>Valeur maximale, en petits signaux et en montage source commune, dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée, l'entrée étant court-circuitée au point de vue alternatif.</p>	+	+	+
3.1.9	<p>Capacité de réaction, entrée en court-circuit (s'il y a lieu)</p> <p>Valeur maximale, en petits signaux et en montage source commune, dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée, l'entrée étant court-circuitée au point de vue alternatif.</p>	+	+	+
3.1.10	<p>Conductance de transfert directe, sortie en court-circuit</p> <p>Valeurs minimale et maximale, en petits signaux et en montage source commune, dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée, la sortie étant court-circuitée au point de vue alternatif.</p>	+	+	+

		TYPES		
		A	B	C
3.1.2	<p>Drain cut-off current</p> <p>Maximum value, at specified drain-source and gate-source voltages, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.</p>	+	+	+
3.1.3	<p>Drain current at zero gate-source voltage</p> <p>Minimum and maximum values, for zero gate-source voltage, at a specified drain-source voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.</p>	+	+	
3.1.4	<p>Drain current at specified gate-source voltage</p> <p>Minimum and maximum values, for specified gate-source and drain-source voltages, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.</p>			+
3.1.5	<p>Gate-source cut-off voltage</p> <p>Minimum and maximum values of gate-source voltage at which the drain current has been reduced to a specified low value, other terminal connections being specified, over the range of operating temperatures.</p>	+	+	
3.1.6	<p>Gate-source threshold voltage</p> <p>Minimum and maximum values, at a specified high value of drain-source voltage, and at a value of drain current equal to or more than 10 times the maximum value of drain current at zero gate voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.</p>			+
3.1.7	<p>Short-circuit input capacitance</p> <p>Maximum small-signal value, in common-source configuration, under specified bias conditions and at a specified low frequency, with the output short-circuited to a.c.</p>	+	+	+
3.1.8	<p>Short-circuit output conductance and, where appropriate, capacitance</p> <p>Maximum small-signal value, in common-source configuration, under specified bias conditions and at a specified low frequency, with the input short-circuited to a.c.</p>	+	+	+
3.1.9	<p>Short-circuit feedback capacitance (where appropriate)</p> <p>Maximum small-signal value, in common-source configuration, under specified bias conditions and at a specified low frequency, with the input short-circuited to a.c.</p>	+	+	+
3.1.10	<p>Short-circuit forward transconductance</p> <p>Minimum and maximum small signal values, in common-source configuration, under specified bias conditions and at a specified low frequency, with the output short-circuited to a.c.</p>	+	+	+

		TYPES		
		A	B	C
3.1.11	<p>Pour les applications à faible bruit, tension de bruit et, s'il y a lieu, facteur de bruit</p> <p>Valeur maximale en montage source commune, pour des conditions spécifiées de la polarisation, de la résistance de source, de la fréquence centrale et de la bande passante efficace.</p>	+	+	+
3.2	<i>Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence</i>			
3.2.1	<p>Courant de grille résiduel</p> <p>Courant de fuite de grille</p> <p>Valeur maximale, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p> <p>Egalement:</p> <p>Valeur maximale du courant de toutes les grilles réunies, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une autre température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	+
3.2.2	<p>Courant de drain au blocage</p> <p>Valeur maximale, pour des tensions drain-source et grille-source spécifiées, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	+
3.2.3	<p>Courant de drain pour une tension grille-source nulle</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour une tension grille-source nulle et pour une tension drain-source spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	
3.2.4	<p>Courant de drain pour une tension grille-source spécifiée</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour une tension drain-source spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>			+
3.2.5	<p>Tension grille-source au blocage</p> <p>Valeurs minimale et maximale de la tension grille-source pour laquelle le courant de drain est réduit à une faible valeur spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, dans le domaine des températures de fonctionnement.</p>	+	+	
3.2.6	<p>Tension grille-source de seuil</p> <p>Valeurs minimale et maximale, pour une tension drain-source élevée spécifiée et pour une valeur du courant de drain égale ou supérieure à 10 fois la valeur maximale du courant de drain pour une tension de grille nulle, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>			+

		TYPES		
		A	B	C
3.1.11	For low noise applications, noise voltage and, where appropriate, noise figure Maximum value, in common-source configuration, under specified conditions of bias, source resistance, centre frequency and power bandwidth.	+	+	+
3.2	<i>Characteristics for high frequency amplifier applications</i>			
3.2.1	Gate cut-off current Gate leakage current Maximum value, at specified gate-source or drain-gate voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.	+	+	+
	Together with: Maximum value of the current of all gates connected together, at specified gate-source or drain-gate voltage, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.			
3.2.2	Drain cut-off current Maximum value, at specified drain-source and gate-source voltages, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.	+	+	+
3.2.3	Drain current at zero gate-source voltage Minimum and maximum values, for zero gate-source voltage at a specified drain-source voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.	+	+	
3.2.4	Drain current at specified gate-source voltage Minimum and maximum values for specified drain-source voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.			+
3.2.5	Gate-source cut-off voltage Minimum and maximum values of gate-source voltage at which the drain current has been reduced to a specified low value, other terminal connections being specified, over the range of operating temperatures.	+	+	
3.2.6	Gate-source threshold voltage Minimum and maximum values, at a specified high value of drain-source voltage, and at a value of drain current equal to or more than 10 times the maximum value of drain current at zero gate-voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at one specified higher operating temperature.			+