

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 147-1 J
1981

Neuvième complément à la Publication 147-1 (1972)

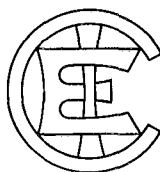
**Valeurs limites et caractéristiques essentielles des dispositifs
à semiconducteurs et principes généraux des méthodes de mesure**

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

Ninth supplement to Publication 147-1 (1972)

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

Terminologie

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects 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**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

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

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 147-1 J
1981

Neuvième complément à la Publication 147-1 (1972)

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

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

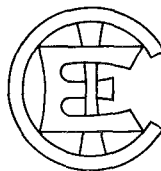
Ninth supplement to Publication 147-1 (1972)

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

Part 1: Essential ratings and characteristics

Mots clés: diodes régulatrices de courant;
propriétés; transistors;
effet Hall.

Key words: current-regulator diodes;
properties; transistors;
Hall-effect.



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	4
PRÉFACE	4
 CHAPITRE I: DIODES À SEMICONDUCTEURS	
SECTION HUIT — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT	
Articles	
1. Type	8
2. Matériau semiconducteur	8
3. Encombrement	8
4. Valeurs limites (système des limites absolues) dans la gamme des températures de fonctionnement, sauf indication contraire	8
5. Caractéristiques électriques	10
 CHAPITRE II: TRANSISTORS BIPOLAIRES	
SECTION UN — TRANSISTORS POUR SIGNAUX DE FAIBLE PUISSANCE (À L'EXCLUSION DES APPLICATIONS EN COMMUTATION)	
Paragraphe	
3.12 Caractéristiques spécifiques des transistors bipolaires appariés, utilisés dans les applications différentielles en basse fréquence	10
 SECTION TROIS — TRANSISTORS DE COMMUTATION	
Articles	
1. Généralités	12
2. Valeurs limites	12
3. Caractéristiques électriques	14
3.1 Généralités	14
3.2 Caractéristiques statiques	14
3.3 Caractéristiques de commutation à 25 °C	16
3.4 Caractéristiques supplémentaires pour la conception des circuits assistée par ordinateur	18
4. Données d'application (à l'étude)	18
 CHAPITRE IV: TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP	
Paragraphe	
3.7 Caractéristiques spécifiques des transistors à effet de champ appariés, utilisés dans les applications différentielles en basse fréquence	18
 CHAPITRE V: DISPOSITIFS À EFFET HALL NON INTÉGRÉS	
Articles	
1. Introduction	22
2. Valeurs limites	24
3. Caractéristiques	24
4. Données mécaniques	28
ANNEXE — Index des sujets traités	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES 	
SECTION EIGHT — CURRENT-REGULATOR DIODES	
Clause	
1. Type	9
2. Semiconductor material	9
3. Outline	9
4. Limiting values (absolute maximum system) over the operating temperature range, unless otherwise specified	9
5. Electrical characteristics	11
 CHAPTER II: BIPOLAR TRANSISTORS 	
SECTION ONE — LOW-POWER SIGNAL TRANSISTORS (EXCLUDING SWITCHING APPLICATIONS)	
Sub-clause	
3.12 Specific characteristics of matched-pair bipolar transistors, used in low-frequency differential applications	11
 SECTION THREE — SWITCHING TRANSISTORS	
Clause	
1. General	13
2. Ratings (limiting values)	13
3. Electrical characteristics	15
3.1 General	15
3.2 Static characteristics	15
3.3 Switching characteristics at 25 °C	17
3.4 Additional characteristics for computer-aided circuit design	19
4. Application data (under consideration)	19
 CHAPTER IV: FIELD-EFFECT TRANSISTORS 	
Sub-clause	
3.7 Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors, used in low-frequency differential applications	19
 CHAPTER V: HALL EFFECT DEVICES, NOT INTEGRATED 	
Clause	
1. Introduction	23
2. Ratings (limiting values)	25
3. Characteristics	25
4. Mechanical data	29
APPENDIX — Guide to subject matter	30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Neuvième complément à la Publication 147-1 (1972)
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 norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés.

Elle constitue le neuvième complément à la Publication 147-1 de la CEI concernant les valeurs limites et les caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs. La deuxième partie de la norme, traitant des principes généraux des méthodes de mesure, fait l'objet de la Publication 147-2 de la CEI.

Le présent complément concerne les diodes régulatrices de courant, les transistors bipolaires et à effet de champ, et les dispositifs à effet Hall.

Les différents projets qui ont servi de base à son élaboration résultent de travaux qui ont commencé à Monte-Carlo (1970) et se sont poursuivis à Stockholm (1971), Munich (1973), La Haye (1974), Tokyo (1975), Nice (1976) et Moscou (1977).

Sept projets, documents 47(Bureau Central)525, 526, 527, 554, 696, 697 et 698, furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois de juin 1974 à juillet 1978. En outre, une modification, document 47(Bureau Central)635, fut soumise à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en octobre 1976.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de (ou ont voté contre) la publication de ce complément conformément au tableau suivant:

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Ninth supplement to Publication 147-1 (1972)
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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

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

It constitutes the ninth supplement to IEC Publication 147-1 on essential ratings and characteristics of semiconductor devices. Part 2 of the standard, dealing with the general principles of measuring methods, is issued as IEC Publication 147-2.

This supplement deals with current-regulator diodes, bipolar and field-effect transistors, Hall effect devices.

The different drafts used as a basis for its preparation result from work started in Monte-Carlo (1970) and continued in Stockholm (1971), Munich (1973), The Hague (1974), Tokyo (1975), Nice (1976) and Moscow (1977).

Seven drafts, Documents 47(Central Office)525, 526, 527, 554, 696, 697 and 698, were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule from June 1974 to July 1978. Furthermore, an amendment, Document 47(Central Office)635, was submitted to the National Committees under the Two Months' Procedure in October 1976.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of (or voted against) publication of this supplement according to the following table:

Pays	47(BC)	Diodes, transistors					Dispositifs à effet Hall		
		525	526	696	697	698	527	554	635
Afrique du Sud (République d')				+	+	+			+
Allemagne		+	+	—	+	+	+	+	+
Argentine		+	+						
Australie		+	+	+	+	+	+	+	
Belgique		+	+	+	+	+	+	+	+
Canada		+	+	+	+	+	+	+	+
Corée (République de)				+	+	+			
Danemark		+	+				+	+	+
Egypte				+	+	+			+
Espagne				+	+			+	+
Etats-Unis d'Amérique		+	+	*	+	*	+	—	+
Finlande		+	+				+		
France			+	+	+	+		+	+
Hongrie				+	+	+			
Israël		+	+				+	+	
Italie		+	+	+	+	+	+	+	+
Japon		+	+				+	+	+
Pays-Bas		+	+	+	+	+		+	
Pologne		+	+			+	+	+	+
Portugal		+	+				+		
Roumanie		+	+	+	+	+	+	+	
Royaume-Uni		+	+	+	+	+	+	+	+
Suède		+	+	+	+	+	+	+	+
Suisse		+	+	+	+	+	+	+	+
Tchécoslovaquie		+	+	+	+	+	+	+	+
Turquie		+	+	+	+	+	+	+	+
Union des Républiques Socialistes Soviétiques		+	+	+	+	+	+		

+ = vote positif — = vote négatif * = vote négatif pouvant être considéré comme positif

Countries	47(CO)	Diodes, transistors					Hall effect devices		
		525	526	696	697	698	527	554	635
Argentina		+	+						
Australia		+	+	+	+	+	+	+	
Belgium		+	+	+	+	+	+	+	+
Canada		+	+	+	+	+	+	+	+
Czechoslovakia		+	+	+	+	+		+	+
Denmark		+	+				+	+	+
Egypt				+	+	+			+
Finland		+	+				+		
France			+	+	+	+		+	+
Germany		+	+	—	+	+	+	+	+
Hungary				+	+	+			
Israel		+	+				+	+	
Italy		+	+			+	+	+	+
Japan		+	+			+	+	+	+
Korea (Republic of)				+	+	+			
Netherlands		+	+	+	+	+		+	
Poland		+	+			+	+	+	+
Portugal		+	+			+	+		
Romania		+	+			+	+	+	
South Africa (Republic of)				+	+	+			+
Spain				+	+	+		+	+
Sweden		+	+	+	+	+	+	+	+
Switzerland		+	+	+	+	+	+	+	+
Turkey		+	+	+	+	+	+	+	+
Union of Soviet Socialist Republics		+	+	+	+	+	+		
United Kingdom		+	+	+	+	+	+	+	+
United States of America		+	+	*	+	*	+	—	+

+ = positive vote — = negative vote * = negative vote, but that may be considered as positive

Neuvième complément à la Publication 147-1 (1972)
VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES
DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS
ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE
Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

CHAPITRE I: DIODES À SEMICONDUCTEURS
SECTION HUIT — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

1. Type

Diode régulatrice de courant à température ambiante ou à température de boîtier spécifiée.

2. Matériau semiconducteur

Silicium, etc.

3. Encombrement

- 3.1 Référence C.E.I. soit: 1) dessin d'encombrement du dispositif (code A);
soit: 2) embase (code B) suivie du boîtier (code C).

(On peut y ajouter les références nationales.)

- 3.2 Matériau du boîtier: verre/métal/plastique/autre.

- 3.3 Identification des bornes et indication d'une connexion éventuelle entre une borne et le boîtier.

4. Valeurs limites (système des limites absolues) dans la gamme des températures de fonctionnement, sauf indication contraire

- 4.1 Températures de stockage minimale et maximale:

t_{stg}

- 4.2 Températures de fonctionnement, ambiante ou de boîtier, minimale et maximale:

t_{amb} ou t_{case}

- 4.3 Dissipation totale de puissance maximale
à une température ambiante ou de boîtier de 25 °C:
et courbe de réduction ou facteur de réduction.

P_{tot}

Ninth supplement to Publication 147-1 (1972)
ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS
OF SEMICONDUCTOR DEVICES
AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS

Part 1: Essential ratings and characteristics

CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES

SECTION EIGHT — CURRENT-REGULATOR DIODES

1. Type

Ambient-rated or case-rated current-regulator diode.

2. Semiconductor material

Silicon, etc.

3. Outline

- 3.1 IEC reference, either: 1) device outline drawing (Code A);
or: 2) base (Code B) followed by case (Code C).

(National references may be added.)

- 3.2 Case material: glass/metal/plastic/other.

- 3.3 Terminal identification and indication of any connection between a terminal and the case.

4. Limiting values (absolute maximum system) over the operating temperature range, unless otherwise specified

- 4.1 Minimum and maximum storage temperatures:

t_{stg}

- 4.2 Minimum and maximum operating ambient or case temperatures:

t_{amb} or t_{case}

- 4.3 Maximum total power dissipation at an ambient or case temperature of 25 °C:

P_{tot}

and a derating curve or derating factor.

4.4 S'il y a lieu, tension inverse maximale (tension négative anode-cathode): V_R

ou courant inverse maximal: I_R

4.5 S'il y a lieu, tension directe maximale: V_F

5. Caractéristiques électriques

Référence	Caractéristiques	Conditions à t_{amb} ou $t_{case} = 25\text{ °C}$, sauf indication contraire	Symbole	Exigences	
5.1	Courant de régulation	V_S spécifié (V_{S1})	I_{S1}	min.	max.
5.2	Courant de régulation	V_S spécifié à la tension de fonctionnement maximale recommandée (V_{S2})	I_{S2}		max.
5.3	S'il y a lieu, coefficient de température du courant de régulation	V_S spécifié comme dans le paragraphe 5.1, gamme des t_{amb} ou t_{case}	α_S	min. *	max. *
Soit: 5.4	Variation du courant de régulation pour une variation spécifiée de V_S	Deux valeurs spécifiées de V_S de part et d'autre de V_{S1}	ΔI_S		max.
Soit: 5.5	Conductance de régulation en petits signaux	$V_{S1}, f = 1\text{ kHz}$	g_s		max.
5.6	Tension de limitation	I_L spécifié, de préférence $0,8 I_{S1}$ min.	V_L		max.
5.7	S'il y a lieu, conductance au coude	V_K spécifié, $f = 1\text{ kHz}$	g_k		max.

* « Maximum » est la valeur la plus positive (la moins négative); « minimum » est la valeur la moins positive (la plus négative). On doit indiquer les signes (+/-) correspondant à chacune des valeurs, minimale et maximale.

CHAPITRE II: TRANSISTORS BIPOLAIRES

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

Page 20 de la Publication 147-1

3. Caractéristiques

A la page 28, après le paragraphe 3.11.2, ajouter le nouveau paragraphe suivant:

3.12 *Caractéristiques spécifiques des transistors bipolaires appariés, utilisés dans les applications différentielles en basse fréquence*

4.4 Where appropriate, either maximum reverse (negative anode-cathode) voltage: V_R
or maximum reverse current: I_R

4.5 Where appropriate, maximum forward voltage: V_F

5. Electrical characteristics

Reference	Characteristic	Conditions at t_{amb} or $t_{case} = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise specified	Symbol	Requirements	
5.1	Regulator current	V_S specified (V_{S1})	I_{S1}	min.	max.
5.2	Regulator current	V_S specified at the maximum recommended operating voltage (V_{S2})	I_{S2}		max.
5.3	Where appropriate, temperature coefficient of regulator current	V_S specified as in Sub-clause 5.1, range of t_{amb} or t_{case}	α_{IS}	min. *	max. *
Either: 5.4	Regulator current variation for a specified change of V_S	Two specified values of V_S on either side of V_{S1}	ΔI_S		max.
Or: 5.5	Small signal regulator conductance	$V_{S1}, f = 1\text{ kHz}$	g_s		max.
5.6	Limiting voltage	I_L specified, preferably $0.8 I_{S1}$ min.	V_L		max.
5.7	Where appropriate, knee conductance	V_K specified, $f = 1\text{ kHz}$	g_k		max.

* "Maximum" is the most positive (least negative) limit, "minimum" is the least positive (most negative) limit. The signs (+/-) associated with each limit must be given.

CHAPTER II: BIPOLAR TRANSISTORS

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

Page 21 of Publication 147-1

3. Characteristics

On page 29, after Sub-clause 3.11.2, add the following new sub-clause:

3.12 *Specific characteristics of matched-pair bipolar transistors, used in low-frequency differential applications*

3.12.1 *Rapport des valeurs statiques des rapports de transfert du courant direct en émetteur commun*

Valeur minimale du rapport h_{FE1}/h_{FE2} , où h_{FE1} et h_{FE2} sont les valeurs statiques des rapports de transfert de courant direct en émetteur commun des deux transistors, pour une tension (V_{CE}) et un courant (I_C) spécifiés.

Note. — Ce rapport est le quotient de la plus petite valeur par la plus grande.

3.12.2 *Différence entre les tensions base-émetteur*

Valeur absolue maximale de la différence entre les tensions base-émetteur des deux transistors, pour une tension (V_{CE}) et un courant (I_C) spécifiés.

3.12.3 *Variation de la différence des tensions base-émetteur entre deux températures:*

$$|\Delta(V_{BE1} - V_{BE2})|_{\Delta T}$$

Valeur absolue maximale de la variation de la différence des tensions base-émetteur (décrites dans le paragraphe 3.12.2) entre deux températures spécifiées, pour une même tension (V_{CE}) et un même courant (I_C) spécifiés.

SECTION TROIS — TRANSISTORS DE COMMUTATION

Page 32 de la Publication 147-1

Remplacer l'ensemble de la section trois par le nouveau texte suivant:

1. Généralités

Cette section donne les exigences applicables aux transistors destinés aux applications en commutation.

Les transistors de commutation doivent 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 Gamme de températures de fonctionnement.

2.1.2 Gamme de températures de stockage.

2.2 Courants

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

3.12.1 Ratio of static values of common-emitter forward current transfer ratios

Minimum value of the ratio h_{FE1}/h_{FE2} , where h_{FE1} and h_{FE2} are the static values of common-emitter forward current transfer ratio of each transistor, under specified voltage (V_{CE}) and current (I_C).

Note. — This ratio should be the smaller value divided by the larger value.

3.12.2 Difference between base-emitter voltages

Maximum absolute value of the difference between the base-emitter voltages of the two transistors, under specified voltage (V_{CE}) and current (I_C).

3.12.3 Change in difference of base-emitter voltages between two temperatures:

$$|\Delta(V_{BE1} - V_{BE2})|_{\Delta T}$$

Maximum absolute value of the change of the difference of the base-emitter voltages (as in Sub-clause 3.12.2) between two specified temperatures, at specified voltage (V_{CE}) and current (I_C).

SECTION THREE — SWITCHING TRANSISTORS

Page 33 of Publication 147-1

Replace the whole of Section Three by the following new text:

1. General

This section gives the requirements applicable to transistors intended for switching applications.

Switching 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 Currents

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

- 2.2.1 Courant de collecteur continu maximal.
- 2.2.2 S'il y a lieu, courant de collecteur maximal de pointe répétitif, dans des conditions spécifiées.
- 2.2.3 Courant de base continu maximal.
- 2.2.4 S'il y a lieu, courant de base maximal de pointe répétitif, dans des conditions spécifiées.
- 2.2.5 S'il y a lieu, courant d'émetteur maximal, continu et/ou de pointe répétitif, dans des conditions spécifiées.

2.3 Tensions

- 2.3.1 Tension collecteur-base maximale, l'émetteur étant en circuit ouvert.
- 2.3.2 Tension collecteur-émetteur maximale, soit pour un courant de base nul, soit pour une tension inverse émetteur-base spécifiée.
- 2.3.3 Tension inverse émetteur-base maximale, le collecteur étant en circuit ouvert.

2.4 Dissipation de puissance

- 2.4.1 Dissipation de puissance totale maximale (sans refroidissement supplémentaire pour les dispositifs à température ambiante spécifiée) jusqu'à la température ambiante ou celle du boîtier de 25 °C.
- 2.4.2 Facteur de réduction au-dessus de 25 °C ou, pour les dispositifs à température de boîtier spécifiée, courbe de réduction.
- 2.4.3 Courbe(s) définissant les limitations thermiques et, s'il y a lieu, les limitations dues au second claquage du transistor, ce qui permet de déterminer ses possibilités de pointe maximales en puissance, ou en courant et en tension, en fonction du temps et de la température.

3. Caractéristiques électriques

3.1 Généralités

Les valeurs doivent être indiquées de préférence à une des tensions et/ou des courants donnés dans le paragraphe 3.5 de la Publication 147-0 B de la C E I.

3.2 Caractéristiques statiques

3.2.1 Courant résiduel (courant inverse) collecteur-base

- 3.2.1.1 Valeur maximale à 25 °C pour la valeur limite maximale de la tension collecteur-base.
- 3.2.1.2 Valeur maximale pour une température de fonctionnement élevée spécifiée (ambiante ou de boîtier) et pour une tension collecteur-base spécifiée.

3.2.2 Courant résiduel (courant inverse) émetteur-base

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

- 2.2.1 Maximum continuous collector current.
- 2.2.2 Where appropriate, maximum peak repetitive collector current, under specified conditions.
- 2.2.3 Maximum continuous base current.
- 2.2.4 Where appropriate, maximum peak repetitive base current, under specified conditions.
- 2.2.5 Where appropriate, maximum emitter current, continuous and/or peak repetitive, under specified conditions.

2.3 Voltages

- 2.3.1 Maximum collector-base voltage with zero emitter current.
- 2.3.2 Maximum collector-emitter voltage, either with zero base current or with a specified emitter-base reverse voltage.
- 2.3.3 Maximum emitter-base reverse voltage with zero collector current.

2.4 Power dissipation

- 2.4.1 Maximum total power dissipation (without additional cooling for ambient-rated devices) up to ambient or case temperature of 25 °C.
- 2.4.2 Derating factor above 25 °C or, for case-rated devices, derating curve.
- 2.4.3 Curve(s) defining the thermal and, where appropriate, the second-breakdown limitations of the transistor, which enables its maximum peak power or current and voltage capabilities to be determined as a function of time and temperature.

3. Electrical characteristics

3.1 General

The values should be preferably stated at one of the voltages and/or currents given in Sub-clause 3.5 of IEC Publication 147-0 B.

3.2 Static characteristics

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

- 3.2.1.1 Maximum value at 25 °C at the rated maximum collector-base voltage.
- 3.2.1.2 Maximum value at a specified high ambient or case operating temperature, and at a specified collector-base voltage.

3.2.2 Emitter-base cut-off current (reverse current)

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

3.2.3 Valeur statique du rapport de transfert direct du courant en émetteur commun

Valeur minimale à 25 °C, pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.

3.2.4 Tension de saturation collecteur-émetteur

Valeur maximale à 25 °C, pour au moins un courant collecteur spécifié et un courant de base spécifié.

3.2.5 Tension de saturation base-émetteur

Valeur maximale à 25 °C, pour des courants collecteur et base spécifiés, de préférence les mêmes qu'au paragraphe 3.2.4.

3.3 Caractéristiques de commutation à 25 °C (voir note 1)

3.3.1 Capacité de sortie (C_{22b})

Valeur maximale, pour des valeurs spécifiées de la tension collecteur-base et de la fréquence, l'émetteur étant en circuit ouvert.

3.3.2 Temps de commutation (voir note 2)

3.3.2.1 Temps de croissance (t_r)

Valeur maximale, pour les valeurs nominales du courant collecteur (I_C) et du courant de base direct (I_{B1}).

3.3.2.2 Temps total d'établissement (t_{on})

Valeur maximale, pour les valeurs nominales du courant collecteur (I_C), du courant de base direct (I_{B1}) et de la tension base-émetteur (V_{BE}) existant avant l'impulsion qui rend le transistor conducteur.

3.3.2.3 Retard à la décroissance (t_d)

Valeur maximale, pour les valeurs nominales du courant collecteur (I_C) et des courants de base direct et inverse (I_{B1} et I_{B2}).

3.3.2.4 Temps total de coupure (t_{off})

Valeur nominale, pour les valeurs maximales du courant collecteur (I_C) et des courants de base direct et inverse (I_{B1} et I_{B2}).

3.3.3 Fréquence de transition f_T

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

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

Notes 1. — On doit spécifier les caractéristiques suivantes:

- a) C_{22b} (paragraphe 3.3.1), et

3.2.3 *Static value of common-emitter forward current transfer ratio*

Minimum value at 25 °C, at specified collector current and collector-emitter voltage.

3.2.4 *Collector-emitter saturation voltage*

Maximum value at 25 °C, at least one specified collector current and specified base current.

3.2.5 *Base-emitter saturation voltage*

Maximum value at 25 °C, at specified collector and base currents, preferably the same as in Sub-clause 3.2.4.

3.3 *Switching characteristics at 25 °C (see Note 1)*

3.3.1 *Output capacitance (C_{22b})*

Maximum value, at specified collector-base voltage and frequency, with zero emitter current.

3.3.2 *Switching times (see Note 2)*

3.3.2.1 *Rise time (t_r)*

Maximum value, at nominal values of collector current (I_C) and base forward current (I_{B1}).

3.3.2.2 *Turn-on time (t_{on})*

Maximum value, at nominal values of collector current (I_C), base forward current (I_{B1}) and base-emitter voltage (V_{BE}) prior to turn-on pulse.

3.3.2.3 *Storage time (t_s)*

Maximum value, at nominal values of collector current (I_C), and base forward and reverse currents (I_{B1} and I_{B2}).

3.3.2.4 *Turn-off time (t_{off})*

Maximum value, at nominal values of collector current (I_C) and base forward and reverse currents (I_{B1} and I_{B2}).

3.3.3 *Transition frequency f_T*

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

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

Notes 1. — The following characteristics should be specified:

- a) C_{22b} (Sub-clause 3.3.1), and

- b) de préférence: t_r , t_{on} , t_s , t_{off} (paragraphe 3.3.2.1 à 3.3.2.4), ou t_r et t_s (paragraphe 3.3.2.1 et 3.3.2.3), ou t_{on} et t_{off} (paragraphe 3.3.2.2 et 3.3.2.4), ou t_s et f_T (paragraphe 3.3.2.3 et 3.3.3).

2. — Dans les feuilles de caractéristiques, on doit spécifier les valeurs des composants du circuit, ainsi que les tensions de polarisation et les tensions.

3.4 Caractéristiques supplémentaires pour la conception des circuits assistée par ordinateur

Les caractéristiques supplémentaires suivantes doivent être données pour les transistors destinés à être utilisés dans les circuits prévus dans les techniques d'assistance par ordinateur. Ces caractéristiques, ainsi que celles appropriées choisies parmi les caractéristiques essentielles, sont applicables au circuit équivalent de Beaufoy et Sparkes pour un transistor.

- 3.4.1 C_{ib} : Valeur maximale de la capacité d'entrée en base commune, pour une valeur spécifiée de la tension inverse base-émetteur et pour un courant collecteur nul.
- 3.4.2 f_T : Valeur minimale de la fréquence de transition, pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.
- 3.4.3 soit:
- a) h_{22e} , h_{oe} : Valeur maximale de l'admittance de sortie en émetteur commun, l'entrée étant en circuit ouvert au point de vue alternatif, pour des valeurs spécifiées du courant collecteur et de la tension collecteur-émetteur.
- soit:
- b) V_{EY} : Valeur minimale de la tension d'Early.

4. Données d'applications

A l'étude.

CHAPITRE IV: TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

Page 46 de la Publication 147-1

3. Caractéristiques

A la page 62, après le paragraphe 3.6.5, ajouter le nouveau paragraphe suivant:

3.7 Caractéristiques spécifiques des transistors à effet de champ appariés, utilisés dans les applications différentielles en basse fréquence

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

- b) preferably: t_r , t_{on} , t_s , t_{off} (Sub-clauses 3.3.2.1 to 3.3.2.4), or
 t_r and t_s (Sub-clauses 3.3.2.1 and 3.3.2.3), or
 t_{on} and t_{off} (Sub-clauses 3.3.2.2 and 3.3.2.4), or
 t_s and f_T (Sub-clauses 3.3.2.3 and 3.3.3).

2. — In the data sheets, the circuit component values, bias and driving voltages should be specified.

3.4 Additional characteristics for computer-aided circuit design

The following additional characteristics should be given for transistors intended to be used in circuits designed using computer-aided techniques. These characteristics, together with the appropriate ones selected from the essential characteristics, are applicable for use in the Beaufoy and Sparkes equivalent circuit of a transistor.

- 3.4.1 C_{ib} : Maximum common-base input capacitance, at specified value of reverse base-emitter voltage and zero collector current.
- 3.4.2 f_T : Minimum transition frequency at specified values of collector current and collector-emitter voltage.
- 3.4.3 either:
- a) h_{22e} , h_{oe} : Maximum value of the common-emitter output admittance with input open-circuited to a.c., at specified values of collector current and collector-emitter voltage.
- or:
- b) V_{EY} : Minimum Early voltage.

4. Application data

Under consideration.

CHAPTER IV: FIELD-EFFECT TRANSISTORS

Page 47 of Publication 147-1

3. Characteristics

On page 63, after Sub-clause 3.6.5, add the following new sub-clause:

3.7 Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors, used in low-frequency differential applications

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

3.7.1 *Différence des courants de grille résiduels*

Différence des courants de fuite de grille

Valeur absolue maximale, pour des valeurs spécifiées de la tension drain-grille ou drain-source et du courant de drain.

3.7.2 *Rapports des courants de drain*

3.7.2.1 *Rapport des courants de drain pour une tension grille-source nulle*

Valeur minimale du rapport des courants de drain, pour une valeur spécifiée de la tension drain-source et une tension grille-source nulle.

3.7.2.2 *Rapport des courants de drain pour une tension grille-source spécifiée*

Valeur minimale du rapport des courants de drain, pour des valeurs spécifiées des tensions drain-source et grille-source.

Note. — Ce rapport s'entend comme étant le quotient de la plus faible valeur divisée par la plus grande.

3.7.3 *Différence des conductances de sortie en petits signaux et en source commune, s'il y a lieu*

Valeur absolue maximale de la différence des conductances de sortie, pour des valeurs spécifiées de la tension drain-grille ou drain-source, du courant de drain et de la fréquence.

3.7.4 *Rapport des transconductances directes en petits signaux et en source commune*

Valeur minimale du rapport des transconductances directes, pour des valeurs spécifiées de la tension drain-grille ou drain-source, du courant de drain et de la fréquence.

Note. — Ce rapport s'entend comme étant le quotient de la plus faible valeur divisée par la plus grande.

3.7.5 *Différence des tensions grille-source*

Valeur absolue maximale de la différence des tensions grille-source, pour des valeurs spécifiées de la tension drain-grille ou drain-source et du courant de drain.

3.7.6 *Variation de la différence des tensions grille-source entre deux températures:*

$$|\Delta(V_{GS1} - V_{GS2})|_{\Delta T}$$

Valeur absolue maximale de la variation de la différence des tensions grille-source (décrites dans le paragraphe 3.7.5) pour deux températures spécifiées; pour les mêmes valeurs spécifiées de la tension drain-grille ou drain-source et du courant de drain.

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

3.7.1 *Difference of gate cut-off currents*

Difference of gate leakage currents

Maximum absolute value, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.

3.7.2 *Ratio of drain currents*

3.7.2.1 *Ratio of drain currents for zero gate-source voltage*

Minimum value of the ratio of the drain currents, at a specified drain-source voltage and zero gate-source voltage.

3.7.2.2 *Ratio of drain currents for specified gate-source voltage*

Minimum value of the ratio of the drain currents, at specified drain-source and gate-source voltages.

Note. — This ratio should be stated as the smaller value divided by the larger value.

3.7.3 *Difference of small-signal common-source output conductances, where appropriate*

Maximum absolute value of the difference of the output conductances, at specified drain-gate or drain-source voltage, drain current, and frequency.

3.7.4 *Ratio of small-signal common-source forward transconductances*

Minimum value of the ratio of forward transconductances, at specified drain-gate or drain-source voltage, drain current, and frequency.

Note. — This ratio should be stated as the smaller value divided by the larger value.

3.7.5 *Difference of gate-source voltages*

Maximum absolute value of the difference of the gate-source voltages, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.

3.7.6 *Change in difference of gate-source voltages between two temperatures:*

$$|\Delta(V_{GS1} - V_{GS2})|_{\Delta T}$$

Maximum absolute value of the change of the difference of the gate-source voltages (as in Sub-clause 3.7.5) between two specified temperatures, at the same specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.

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

CHAPITRE V: DISPOSITIFS À EFFET HALL NON INTÉGRÉS

1. Introduction

1.1 Application

Pour les dispositifs à effet Hall, on peut distinguer deux catégories principales d'applications:

Dans la première catégorie d'applications, on place le dispositif à effet Hall dans un circuit magnétique ouvert et on le commande par un champ magnétique. Pour un courant de commande constant, la tension de Hall est une mesure du champ magnétique. L'application la plus simple est la mesure du champ magnétique. On appelle les dispositifs à effet Hall utilisés dans cette application des « sondes de champ »; on peut même les utiliser pour établir la distribution de champs très inhomogènes ainsi que celle de champs tangentiels. Par suite de l'extrême minceur des dispositifs à effet Hall, ils peuvent également servir à mesurer le champ magnétique dans des entrefers extrêmement étroits.

On peut également maintenir constants des champs magnétiques en utilisant la tension de Hall fournie par des dispositifs à effet Hall placés dans le champ magnétique pour commander le courant d'excitation du champ.

Les dispositifs à effet Hall à ferrite et à grande sensibilité convertissent le flux emmagasiné par un milieu enregistreur magnétique en signaux électriques. On peut utiliser des aimants en forme de tiges comme source de flux au lieu du milieu enregistreur. On peut utiliser avantageusement de tels dispositifs à effet Hall dans les commandes industrielles qui fonctionnent avec des interrupteurs de proximité sans contacts.

Dans la seconde catégorie d'applications, on place le dispositif à effet Hall dans un circuit magnétique fermé. L'application la plus simple en l'occurrence est la mesure d'un courant continu sans connexion. Dans ce cas, on place le dispositif à effet Hall dans l'entrefer d'un noyau en fer qui est aimanté par le courant continu à mesurer. On peut également utiliser un dispositif à effet Hall dans un circuit magnétique fermé en tant que multiplicateur, car la tension de Hall est proportionnelle au produit du courant de commande par le courant qui engendre le champ. On peut aussi obtenir la valeur inverse d'une grandeur et le quotient de deux grandeurs. L'application la plus simple est la mesure de puissance, en multipliant la tension de charge par le courant dans la charge. On peut également utiliser les dispositifs à effet Hall pour déterminer le produit et le quotient de grandeurs physiques convertibles en courants électriques qui leurs sont proportionnels.

Une autre application des dispositifs à effet Hall dans un circuit magnétique est l'utilisation comme modulateurs; par exemple, si la bobine de champ est alimentée avec une fréquence alternative (ω) et si un signal de faible puissance à amplifier est fourni au dispositif à effet Hall comme courant de commande, il apparaît une tension de Hall à la fréquence ω dont l'amplitude est proportionnelle à celle du courant de commande.

1.2 Classification

En fonction de la construction technologique, on divise les dispositifs à effet Hall en trois catégories:

Catégorie A: dispositifs à effet Hall dans une enveloppe non ferromagnétique.

CHAPTER V: HALL EFFECT DEVICES, NOT INTEGRATED

1. Introduction

1.1 Application

For Hall effect devices, two main kinds of application may be distinguished:

In the first kind of application, the Hall effect device is in an open magnetic circuit and is controlled by a magnetic field. At a constant control current, the Hall voltage is a measure of the magnetic field. The simplest application is the measurement of the magnetic field. Hall effect devices for this application are designed as “field probes”, and can even be used to map very non-homogeneous as well as tangential fields. Due to the extreme thinness of Hall effect devices, they can also be used to measure the magnetic field in extra-narrow air gaps.

Magnetic fields can also be maintained constant by using the Hall voltage supplied by Hall effect devices in the magnetic field for controlling the field excitation current.

High-sensitivity ferrite Hall effect devices convert the flux stored by a magnetic recording medium into electrical signals. Pin magnets may be used as a source of flux in place of the recording medium. Such Hall effect devices can advantageously be used in industrial controls that operate with non-contact proximity switches.

In the second kind of application, Hall effect devices are arranged within a closed magnetic circuit. The simplest application here is the measurement of continuous (direct) current without connection. In this case, the Hall effect device is situated in the air gap of an iron core which is energized by the continuous (direct) current to be measured. A Hall effect device within a closed magnetic circuit can also be used as a multiplier, because the Hall voltage is proportional to the product of the control current and the field current. Reciprocal values as well as quotients of two quantities can also be obtained. The simplest application is power measurements by multiplying the load voltage and the load current. Hall effect devices may also be used for determining products and quotients from physical quantities that are convertible into proportional electrical currents.

Another application of Hall effect devices is as modulator within a magnetic circuit; for example, if the field coil is being energized with an a.c. frequency (ω), and the low-power signal to be amplified is fed to the Hall effect device as control current, a Hall voltage with the frequency ω is generated, the amplitude of which is proportional to the control current.

1.2 Classification

Corresponding to the technological construction, Hall effect devices are divided into three categories:

Category A: Hall effect devices with no ferromagnetic jacket.

Catégorie B: dispositifs à effet Hall dans une enveloppe ferromagnétique.

Catégorie C: multiplicateurs à effet Hall.

2. Valeurs limites

On doit donner les valeurs limites suivantes à 25 °C et aux températures de boîtier maximale et minimale (choisies de préférence dans la liste figurant dans la Publication 147-0 de la CEI):

2.1 *Courant de commande continu maximal*

2.2 *Courant d'excitation continu maximal*

2.3 *Gamme des températures de stockage*

2.4 *Gamme des températures de fonctionnement*

2.5 *Tension maximale entre le dispositif et l'enveloppe ou le boîtier*

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

3. Caractéristiques

3.1 *Courant (tension) de commande nominal(e)*

3.2 *Tension de Hall en circuit ouvert pour le courant (la tension) de commande nominal(e) et pour une induction magnétique spécifiée.*

3.3 *Courant nominal d'excitation*

3.4 *Tension de Hall en circuit ouvert pour des valeurs nominales des conditions d'entrée.*

3.5 *Résistance de charge optimale*

3.6 *Erreur de linéarité pour la résistance de charge optimale, pour un courant de commande constant et pour une gamme d'induction magnétique spécifiée, ou pour une induction magnétique constante et une gamme spécifiée de courants de commande.*

3.7 *Erreur de multiplication, rapportée aux valeurs nominales.*

3.8 *Sensibilité magnétique, en circuit ouvert pour un courant de commande spécifié.*

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

Category B: Hall effect devices with ferromagnetic jacket.

Category C: Hall effect multipliers.

2. Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated at 25 °C, and at maximum and minimum case temperatures (preferably chosen from the list given in IEC Publication 147-0):

2.1 *Maximum continuous control current*

2.2 *Maximum continuous excitation current*

2.3 *Storage temperature range*

2.4 *Operating temperature range*

2.5 *Maximum voltage between device and jacket or encapsulation*

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

3. Characteristics

3.1 *Nominal control current (voltage)*

3.2 *Open-circuit Hall voltage* for nominal control current (voltage) and specified magnetic flux density.

3.3 *Nominal excitation current*

3.4 *Open-circuit Hall voltages* at nominal values of input conditions.

3.5 *Optimum load resistance*

3.6 *Linearity error* when terminated with optimum load resistance, for constant control current and specified range of magnetic flux density, or for constant magnetic flux density and specified range of control currents.

3.7 *Multiplication error*, referred to nominal values.

3.8 *Open-circuit magnetic sensitivity* at specified control current.

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

TYPES			
	A	B	C
3.9 <i>Sensibilité magnétique</i> pour la résistance de charge optimale et le courant de commande nominal. Valeur typique.	+		
3.10 <i>Résistance d'entrée d'une plaque Hall</i> , y compris les bornes, pour une induction magnétique nulle. Valeur typique.	+	+	+
3.11 <i>Résistance de sortie d'une plaque Hall</i> , y compris les bornes, pour une induction magnétique nulle. Valeur typique.	+	+	+
3.12 <i>Tension résiduelle pour une induction magnétique nulle</i> , un courant (une tension) de commande nominal(e), la sortie en circuit ouvert et des surfaces résiduelles non aimantées.	+		
3.13 <i>Surface induite effective de la boucle de sortie</i>	+	+	+
3.14 <i>Coefficient de température moyen de la tension de sortie</i> pour un courant de commande et une induction magnétique spécifiés et pour une gamme de températures spécifiée.	+	+	+
3.15 <i>Coefficient de température des résistances d'entrée et de sortie</i> pour une induction magnétique nulle.	+	+	+
3.16 <i>Erreur de réversibilité</i> pour le courant de commande nominal. On doit l'indiquer pour l'excursion positive et négative du champ magnétique.	+		
3.17 <i>Résistance d'isolement</i> entre les bornes du dispositif à effet Hall et l'enveloppe en ferrite.		+	+
3.18 <i>Résistance thermique maximale</i> sur une face (note).	+	+	
3.19 <i>Résistance thermique maximale</i> sur deux faces (note).	+	+	
<i>Note.</i> — La résistance thermique — sur une ou deux faces — dépend de la construction des dispositifs à effet Hall.			
3.20 <i>Fréquence de coupure du courant de commande nominal</i> (lorsque la tension de Hall en sortie a diminué de 3 dB) pour une valeur spécifiée du courant d'excitation ou de l'induction magnétique. Valeur minimale.	+	+	+
3.21 <i>Fréquence de coupure du courant d'excitation nominal</i> pour une valeur spécifiée du courant de commande (lorsque la tension de Hall en sortie a diminué de 3 dB). Valeur minimale.			+