

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60747-8

Deuxième édition
Second edition
2000-12

Dispositifs à semiconducteurs –

**Partie 8:
Transistors à effet de champ**

Semiconductor devices –

**Part 8:
Field-effect transistors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60747-8:2000

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/catlg-f.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/catlg-e.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60747-8

Deuxième édition
Second edition
2000-12

Dispositifs à semiconducteurs –

**Partie 8:
Transistors à effet de champ**

Semiconductor devices –

**Part 8:
Field-effect transistors**

© IEC 2000 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembeé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	12
INTRODUCTION	16
Articles	
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Classification	20
4 Terminologie et symboles littéraux	20
4.1 Types de transistors à effet de champ	20
4.2 Termes généraux	24
4.3 Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques	28
4.4 Symboles littéraux	30
5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles	44
5.1 Généralités	44
5.1.1 Catégories de dispositifs	44
5.1.2 Dispositifs à grilles multiples	44
5.1.3 Précautions de manipulation	44
5.2 Valeurs limites	44
5.2.1 Températures	44
5.2.2 Dissipation de puissance (P_{tot})	44
5.2.3 Tensions et courants	46
5.2.4 Données mécaniques	48
5.3 Caractéristiques	48
5.3.1 Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence	48
5.3.2 Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence	52
5.3.3 Caractéristiques pour applications en commutation	56
5.3.4 Caractéristiques pour applications en découpeur	60
5.3.5 Caractéristiques pour applications en amplificateur à courant continu à faible niveau	66
5.3.6 Caractéristiques pour applications en résistance commandée par la tension	68
5.3.7 Caractéristiques spécifiques des transistors à effet de champ appariés pour applications différentielles en basse fréquence	72
5.4 Données d'applications	74
5.4.1 Intermodulation et CAG	74
6 Méthodes de mesure	74
6.1 Généralités	74
6.1.1 Polarité	74
6.1.2 Précautions générales	74
6.1.3 Précautions de manipulation	74
6.1.4 Catégories pour les différents types	74
6.2 Courant résiduel de grille ou courant de fuite de grille	74
6.2.1 Courant résiduel de grille du type à jonction de grille (type A)	74
6.2.2 Courant de fuite de grille du type à grille isolée (types B et C)	76

CONTENTS

	Page
FOREWORD	13
INTRODUCTION	17
Clause	
1 Scope	19
2 Normative references	19
3 Classification	21
4 Terminology and letter symbols	21
4.1 Types of field-effect transistors	21
4.2 General terms	25
4.3 Terms related to ratings and characteristics	29
4.4 Letter symbols	31
5 Essential ratings and characteristics	45
5.1 General	45
5.1.1 Device categories	45
5.1.2 Multiple-gate devices	45
5.1.3 Handling precautions	45
5.2 Ratings (limiting values)	45
5.2.1 Temperatures	45
5.2.2 Power dissipation (P_{tot})	45
5.2.3 Voltages and currents	47
5.2.4 Mechanical data	49
5.3 Characteristics	49
5.3.1 Characteristics for low-frequency amplifier applications	49
5.3.2 Characteristics for high-frequency amplifier applications	53
5.3.3 Characteristics for switching applications	57
5.3.4 Characteristics for chopper applications	61
5.3.5 Characteristics for low-level d.c. amplifier applications	67
5.3.6 Characteristics for voltage-controlled resistor applications	69
5.3.7 Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors for low-frequency differential applications	73
5.4 Application data	75
5.4.1 Intermodulation and AGC	75
6 Measuring methods	75
6.1 General	75
6.1.1 Polarity	75
6.1.2 General precautions	75
6.1.3 Handling precautions	75
6.1.4 Type categories	75
6.2 Gate cut-off current or gate leakage current	75
6.2.1 Gate cut-off current of junction-gate type (type A)	75
6.2.2 Gate leakage current of insulated-gate type (types B and C)	77

Articles	Pages
6.3 Courant de drain (types A, B et C) (I_D)	78
6.3.1 But	78
6.3.2 Schéma	78
6.3.3 Description et exigences du circuit	78
6.3.4 Précautions à prendre	78
6.3.5 Exécution	80
6.3.6 Conditions spécifiées	80
6.4 Courant de drain au blocage (types A, B et C)	80
6.4.1 But	80
6.4.2 Schéma	80
6.4.3 Précautions à prendre (pour les types B et C)	80
6.4.4 Exécution	80
6.4.5 Conditions spécifiées	80
6.5 Tension grille-source de blocage (types A et B) (V_{GSoff})	80
6.5.1 But	80
6.5.2 Schéma	80
6.5.3 Précautions à prendre	80
6.5.4 Exécution	82
6.5.5 Conditions spécifiées	82
6.6 Tension de seuil grille-source (type C) ($V_{GS(To)}$)	82
6.6.1 But	82
6.6.2 Schéma	82
6.6.3 Précautions à prendre	82
6.6.4 Exécution	82
6.6.5 Conditions spécifiées	82
6.7 Capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C) (C_{iss})	82
6.7.1 But	82
6.7.2 Schéma	84
6.7.3 Description et exigences du circuit	84
6.7.4 Précautions à prendre	86
6.7.5 Exécution	86
6.7.6 Conditions spécifiées	86
6.8 Conductance de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (type A, B et C) (g_{oss})	86
6.8.1 But	86
6.8.2 Généralités	86
6.8.3 Méthode de zéro	86
6.8.4 Méthode utilisant deux voltmètres	88
6.9 Capacité de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (type A, B et C) (C_{oss})	90
6.9.1 But	90
6.9.2 Généralités	92
6.9.3 Schémas	92
6.9.4 Description et exigences du circuit	92
6.9.5 Précautions à prendre	92
6.9.6 Exécution	94
6.9.7 Conditions spécifiées	94

Clause	Page
6.3 Drain current (types A, B and C) (I_D).....	79
6.3.1 Purpose	79
6.3.2 Circuit diagram	79
6.3.3 Circuit description and requirements	79
6.3.4 Precautions to be observed.....	79
6.3.5 Measurement procedure	81
6.3.6 Specified conditions	81
6.4 Drain cut-off current (types A, B and C)	81
6.4.1 Purpose	81
6.4.2 Circuit diagram	81
6.4.3 Precautions to be observed (for types B and C)	81
6.4.4 Measurement procedure	81
6.4.5 Specified conditions	81
6.5 Gate-source cut-off voltage (types A and B) ($V_{GS(off)}$).....	81
6.5.1 Purpose	81
6.5.2 Circuit diagram	81
6.5.3 Precautions to be observed.....	81
6.5.4 Measurement procedure	83
6.5.5 Specified conditions	83
6.6 Gate-source threshold voltage (type C) ($V_{GS(th)}$)	83
6.6.1 Purpose	83
6.6.2 Circuit diagram	83
6.6.3 Precautions to be observed.....	83
6.6.4 Measurement procedure	83
6.6.5 Specified conditions	83
6.7 Small-signal short-circuit input capacitance (types A, B and C) (C_{iss}).....	83
6.7.1 Purpose	83
6.7.2 Circuit diagram	85
6.7.3 Circuit description and requirements	85
6.7.4 Precautions to be observed.....	87
6.7.5 Measurement procedure	87
6.7.6 Specified conditions	87
6.8 Small-signal short-circuit output conductance (type A, B and C) (g_{oss}).....	87
6.8.1 Purpose	87
6.8.2 General.....	87
6.8.3 Null method.....	87
6.8.4 Two-voltmeter method.....	89
6.9 Small-signal short-circuit output capacitance (type A, B and C) (C_{oss})	91
6.9.1 Purpose	91
6.9.2 General.....	93
6.9.3 Circuit diagrams.....	93
6.9.4 Circuit description and requirements	93
6.9.5 Precautions to be observed.....	93
6.9.6 Measurement procedure	95
6.9.7 Specified conditions	95

Articles	Pages
6.10 Transconductance directe, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	94
6.10.1 But	94
6.10.2 Généralités	94
6.10.3 Méthode de zéro	94
6.10.4 Méthode des deux voltmètres	98
6.11 Capacité de réaction, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C) (C_{rs})	100
6.11.1 But	100
6.11.2 Schéma	100
6.11.3 Description et exigences du circuit	102
6.11.4 Précautions à prendre	102
6.11.5 Exécution	104
6.11.6 Conditions spécifiées	104
6.12 Bruit (types A, B et C) (F , V_n)	104
6.12.1 But	104
6.12.2 Tension de bruit équivalente à l'entrée	104
6.12.3 Facteur de bruit	108
6.12.4 Relation entre la tension équivalente de bruit à l'entrée et le facteur de bruit	108
6.13 Paramètres y (types A, B et C)	110
6.14 Temps de commutation (types A, B et C) (t_{on} , t_{off})	110
6.14.1 But	110
6.14.2 Généralités	110
6.14.3 Schéma	110
6.14.4 Description et exigences du circuit	110
6.14.5 Précautions à prendre	112
6.14.6 Exécution	112
6.14.7 Conditions spécifiées	112
6.15 Résistance statique drain-source à l'état passant (r_{DSon}) ou tension drain-source à l'état passant (V_{DSon}) et résistance à l'état bloqué (r_{DSoff})	114
6.15.1 But	114
6.15.2 Généralités	114
6.15.3 Schéma	114
6.15.4 Description et exigences du circuit	114
6.15.5 Précautions à prendre	114
6.15.6 Exécution	116
6.15.7 Conditions spécifiées	116
6.16 Résistance drain-source à l'état passant (en petits signaux) ($r_{ds(on)}$)	116
6.16.1 But	116
6.16.2 Schéma	116
6.16.3 Description et exigences du circuit	116
6.16.4 Précautions à prendre	118
6.16.5 Exécution	118
6.16.6 Conditions spécifiées	118
6.17 Paramètre s	118

Clause	Page
6.10 Small-signal short-circuit forward transconductance (types A, B and C)	95
6.10.1 Purpose	95
6.10.2 General	95
6.10.3 Null method	95
6.10.4 Two-voltmeter method	99
6.11 Small-signal short-circuit feedback capacitance (types A, B and C) (C_{rs})	101
6.11.1 Purpose	101
6.11.2 Circuit diagram	101
6.11.3 Circuit description and requirements	103
6.11.4 Precautions to be observed	103
6.11.5 Measurement procedure	105
6.11.6 Specified conditions	105
6.12 Noise (types A, B and C) (F , V_n)	105
6.12.1 Purpose	105
6.12.2 Equivalent input noise voltage	105
6.12.3 Noise factor	109
6.12.4 Relation between equivalent input noise voltage and noise factor	109
6.13 y-parameters (types A, B and C)	111
6.14 Switching times (types A, B and C) (t_{on} , t_{off})	111
6.14.1 Purpose	111
6.14.2 General	111
6.14.3 Circuit diagram	111
6.14.4 Circuit description and requirements	111
6.14.5 Precautions to be observed	113
6.14.6 Measurement procedure	113
6.14.7 Specified conditions	113
6.15 Static drain-source on-state resistance (r_{DSon}) or drain-source on-state voltage (V_{DSon}) and off-state resistance (r_{DSoff})	115
6.15.1 Purpose	115
6.15.2 General	115
6.15.3 Circuit diagram	115
6.15.4 Circuit description and requirements	115
6.15.5 Precautions to be observed	115
6.15.6 Measurement procedure	117
6.15.7 Specified conditions	117
6.16 On-state drain-source resistance (under small-signal conditions) ($r_{ds(on)}$)	117
6.16.1 Purpose	117
6.16.2 Circuit diagram	117
6.16.3 Circuit description and requirements	117
6.16.4 Precautions to be observed	119
6.16.5 Measurement procedure	119
6.16.6 Specified conditions	119
6.17 Scattering parameters s	119

Articles	Pages
6.18 Impédance thermique transitoire (Z_{thJC}) et résistance thermique (R_{thJC}) canal-boîtier d'un transistor de puissance à effet de champ	118
6.18.1 But.....	118
6.18.2 Méthode par refroidissement.....	118
6.18.3 Méthode par le chauffage.....	122
6.19 Vérification des aires de sécurité en polarité directe et inverse (FBSOA, RBSOA)	126
6.19.1 Vérification de l'aire de sécurité en polarité directe (FBSOA)	126
6.19.2 Vérification de l'aire de sécurité en polarité inverse (RBSOA)	128
7 Réception et fiabilité	132
7.1 Essais d'endurance électrique	132
7.1.1 Exigences générales.....	132
7.1.2 Exigences spécifiques.....	132
Figures 1 à 3 – Paramètres y en petits signaux en montage source commune et paramètres du circuit en π équivalent	40
Figure 4 – Temps de commutation.....	42
Figure 5 – Temps de commutation.....	62
Figure 6 – Circuit fondamental pour la mesure du courant résiduel de grille	76
Figure 7 – Circuit fondamental pour la mesure du courant de fuite de grille	76
Figure 8 – Circuit fondamental pour la mesure du courant de drain	78
Figure 9 – Circuit fondamental pour la mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux	84
Figure 10 – Autre circuit de mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux.....	84
Figure 11 – Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode de zéro)	86
Figure 12 – Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode des deux voltmètres)	88
Figure 13 – Circuit fondamental pour la mesure de la capacité de sortie, entrée en court-circuit	92
Figure 14 – Autre circuit pour la mesure de la capacité de sortie, entrée en court-circuit.....	92
Figure 15 – Circuit pour la mesure de la transconductance directe, sortie en court-circuit, g_{fs}	94
Figure 16 – Circuit pour la mesure de la transconductance directe g_{fs} (méthode des deux voltmètres).....	98
Figure 17 – Circuit pour la mesure de la capacité de réaction C_{rs}	100
Figure 18 – Circuit pour la mesure de la capacité de réaction C_{rs} (lorsque le pont ne peut pas être traversé par le courant continu).....	102
Figure 19 – Circuit équivalent.....	102
Figure 20 – Schéma synoptique pour la mesure de la tension de bruit équivalente à l'entrée.....	104
Figure 21 – Circuit pour la mesure de la tension de bruit équivalente à l'entrée.....	106
Figure 22 – Circuit de mesure des temps de commutation.....	110

Clause	Page
6.18 Channel-case transient thermal impedance (Z_{thJC}) and thermal resistance (R_{thJC}) of a power field-effect transistor.....	119
6.18.1 Purpose	119
6.18.2 Cooling method.....	119
6.18.3 Heating method.....	123
6.19 Verification of the forward-bias and reverse-bias safe operating area (FBSOA, RBSOA)	127
6.19.1 Verification of the forward-bias safe operating area (FBSOA).....	127
6.19.2 Verification of the reverse-bias safe operation area (RBSOA)	129
7 Acceptance and reliability	133
7.1 Electrical endurance tests.....	133
7.1.1 General requirements	133
7.1.2 Specific requirements.....	133
Figures 1 to 3 – Small-signal y parameters in common-source configuration and π equivalent circuit parameters.....	41
Figure 4 – Switching times	43
Figure 5 – Switching times	63
Figure 6 – Basic circuit for the measurement of gate cut-off current	77
Figure 7 – Basic circuit for the measurement of gate leakage current.....	77
Figure 8 – Basic circuit for the measurement of drain current.....	79
Figure 9 – Basic circuit for the measurement of small-signal short-circuit input capacitance.	85
Figure 10 – Alternative circuit for measurement of small-signal short-circuit input capacitance.....	85
Figure 11 – Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (null method)	87
Figure 12 – Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (two-voltmeter method).....	89
Figure 13 – Basic circuit for measurement of short-circuit output capacitance	93
Figure 14 – Alternative circuit for measurement of short-circuit output capacitance	93
Figure 15 – Circuit for the measurement of short-circuit forward transconductance g_{fs}	95
Figure 16 – Circuit for the measurement of forward transconductance g_{fs} (two-voltmeter method).....	99
Figure 17 – Circuit for measurement of feedback capacitance C_{rs}	101
Figure 18 – Circuit for measurement of feedback capacitance C_{rs} (when the bridge cannot pass d.c.).....	103
Figure 19 – Equivalent circuit	103
Figure 20 – Block diagram for the measurement of equivalent input noise voltage.....	105
Figure 21 – Circuit for the measurement of equivalent input noise voltage.....	107
Figure 22 – Circuit for measurement of switching times.....	111

	Pages
Figure 23 – Formes d'onde dans la mesure des temps de commutation	112
Figure 24.....	114
Figure 25 – Circuit de mesure des résistances à l'état passant et à l'état bloqué	114
Figure 26.....	116
Figure 27 – Schéma synoptique	120
Figure 28 – Schéma	126
Figure 29 – Schéma	128
Figure 30 – Formes d'ondes de l'essai	130
 Tableau 1 – Caractéristiques définissant la défaillance pour réception après les essais d'endurance.....	 134
Tableau 2 – Conditions pour les essais d'endurance	134

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:2000

	Page
Figure 23 – Waveforms in the measurement of switching times	113
Figure 24.....	115
Figure 25 – Circuit of measurement for on-state and off-state resistance.....	115
Figure 26.....	117
Figure 27 – Circuit diagram	121
Figure 28 – Circuit diagram	127
Figure 29 – Circuit diagram	129
Figure 30 – Test waveforms	131
Table 1 – Failure-defining characteristics for acceptance after endurance tests.....	135
Table 2 – Conditions for the endurance tests.....	135

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 8: Transistors à effet de champ

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60747-8 a été établie par le sous-comité 47E: Dispositifs discrets à semiconducteurs, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette deuxième édition CEI 60747-8 annule et remplace la première édition parue en 1984, l'amendement 1 (1991) et l'amendement 2 (1993). Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la première édition de la CEI 60747-8 publiée en 1984, de l'amendement 1, l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
47E/149/FDIS	47E/156/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette partie 8 doit être utilisée conjointement avec la CEI 60747-1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES –**Part 8: Field-effect transistors****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60747-8 has been prepared by subcommittee 47E: Discrete semiconductor devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices and integrated circuits.

This second edition of IEC 60747-8 cancels and replaces the first edition published in 1984, amendment 1 (1991) and amendment 2 (1993). This second edition constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the first edition of IEC 60747-8, amendment 1, amendment 2 and on the following documents:

FDIS	Report on voting
47E/149/FDIS	47E/156/RVD

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

This part 8 should be used in conjunction with IEC 60747-1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:2000

Withdrawing

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:2000

Withdrawn

INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60747 doit être lue conjointement avec la CEI 60747-1. Elle fournit des informations de base sur

- la terminologie,
- les symboles littéraux,
- les valeurs limites et caractéristiques essentielles,
- les méthodes de mesure,
- la réception et fiabilité.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:2000

INTRODUCTION

This part of IEC 60747 should be read in conjunction with IEC 60747-1. It provides basic information on

- terminology,
- letter symbols,
- essential ratings and characteristics,
- measuring methods,
- acceptance and reliability.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:2000

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS –

Partie 8: Transistors à effet de champ

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60747 donne les normes pour les catégories suivantes de transistors à effets de champ:

- type A: type à jonction de grille;
- type B: type à grille isolée à déplétion;
- type C: type à grille isolée à enrichissement.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60747. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60747 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60747-1:1983, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets et circuits intégrés – Première partie: Généralités*

CEI 60747-7:2000, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 7: Transistors bipolaires*

SEMICONDUCTOR DEVICES –

Part 8: Field-effect transistors

1 Scope

This part of IEC 60747 gives standards for the following categories of field-effect transistors:

- type A: junction-gate type;
- type B: insulated-gate depletion type;
- type C: insulated-gate enhancement type.

2 Normative references

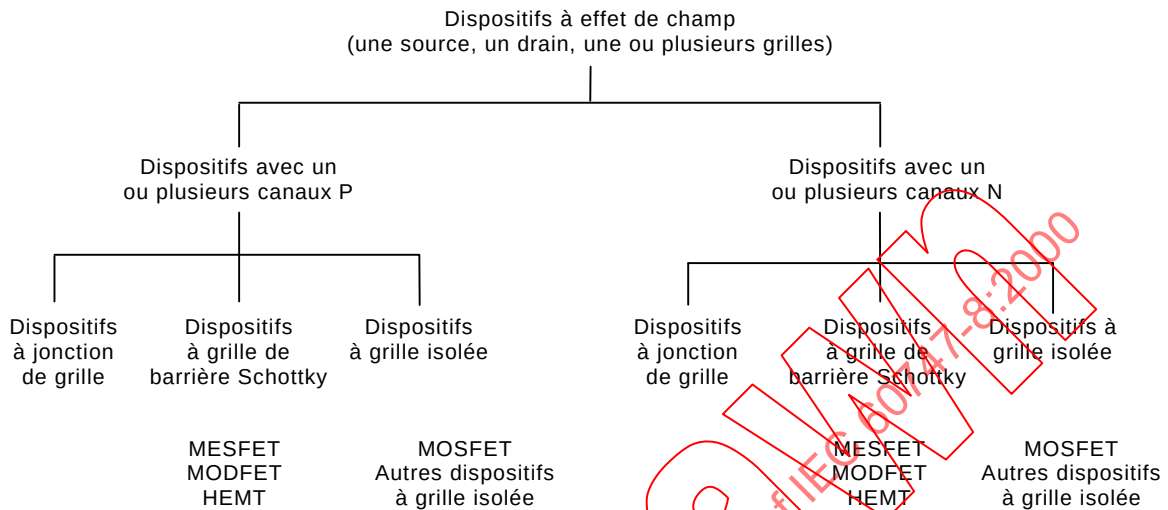
The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60747. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60747 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60747-1:1983, *Semiconductor devices – Discrete devices and integrated circuits – Part 1: General*

IEC 60747-7:2000, *Semiconductor devices – Part 7: Bipolar transistors*

3 Classification

Etant donné qu'un transistor à effet de champ peut avoir une ou plusieurs grilles, il en résulte la classification suivante:



NOTE Les dispositifs à grille de barrière Schottky et à grille isolée peuvent être à mode déplétion ou à mode à enrichissement.

4 Terminologie et symboles littéraux

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60747, les définitions et les symboles suivants s'appliquent:

4.1 Types de transistors à effet de champ

4.1.1

transistor à effet de champ à canal N

transistor à effet de champ ayant au moins un canal de conduction de type N

4.1.2

transistor à effet de champ à canal P

transistor à effet de champ ayant au moins un canal de conduction de type P

4.1.3

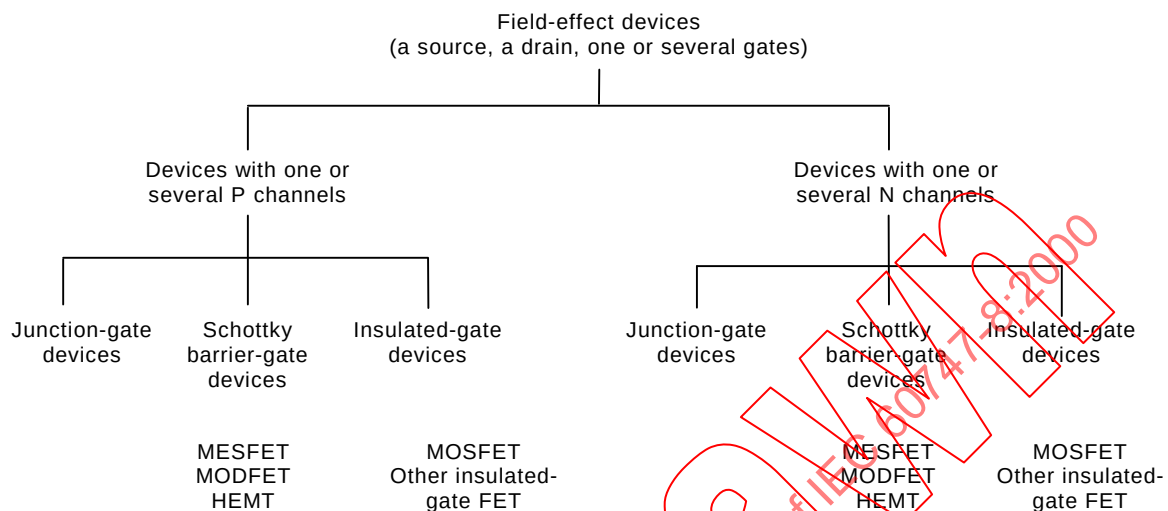
transistor à jonction de grille (JFET)

un transistor à effet de champ dont:

- la région source et la région drain sont reliées entre elles par un canal, la région source, la région drain et le canal sont du même type;
- la région grille, adjacente au canal, est de type opposé, formant ainsi avec la source, le canal et le drain une jonction PN, et
- la tension grille-source commande la conduction du canal en agissant sur la largeur de la zone de charge-espace de la grille et par conséquent sur la section du canal

3 Classification

Since a field-effect transistor may have one or several gates, the following classification results:



NOTE Schottky barrier-gate and insulated gate devices have depletion type devices and enhancement type devices.

4 Terminology and letter symbols

For the purpose of this part of IEC 60747, the following definitions and symbols apply:

4.1 Types of field-effect transistors

4.1.1

N-channel field-effect transistor

a field-effect transistor that has one or more N-type conduction channels

4.1.2

P-channel field-effect transistor

a field-effect transistor that has one or more P-type conduction channels

4.1.3

junction-gate field-effect transistor (JFET)

a field-effect transistor in which:

- the source and drain regions are connected with each other by the channel region, all three being of the same conductivity type;
- a gate region adjacent to the channel has the opposite conductivity type, thus forming with source, channel and drain region a PN junction, and
- the gate-source voltage controls the conductivity of the conduction channel in the channel region by controlling the width of the gate space-charge region and hence also the remaining cross-section of the conduction channel

4.1.4

transistor à effet de champs à grille isolée (IGFET)

un transistor à effet de champs dont

- une ou plusieurs électrodes de grille sont électriquement isolées de la zone active de grille;
- le type de conductivité de la région source et de la région drain est opposé à celui de la région grille localisée dans le semiconducteur;
- le courant principal traverse le canal formé par inversion de la couche reliant les zones source et drain;
- l'inversion de la couche est, soit présente à tension grille-source nulle soit créée par une tension directe grille-source suffisante provoquant une accumulation de porteurs minoritaires dans la zone active de grille, et
- la conductibilité du canal est commandée par la tension grille-source, qui commande le champ électrique entre l'électrode de grille et la zone active de grille, et par conséquent la quantité de porteurs minoritaires accumulés

4.1.5

transistor à effet de champ métal-oxyde-semiconducteur (MOSFET)

transistor à effet de champ à grille isolée dans lequel la couche isolante entre chaque électrode de grille et le canal est un oxyde

4.1.6

transistor à effet de champ à déplétion

transistor à effet de champ dans lequel une couche d'inversion présente dans la surface de la région semi-conductrice active provoque une conduction du canal appréciable qui peut être augmentée (réduite) en appliquant une tension grille-source directe (inverse)

4.1.7

transistor à effet de champ à enrichissement

transistor à effet de champ ayant essentiellement une conduction du canal nulle pour une tension grille-source nulle. Un canal de conduction peut être obtenu en appliquant une tension grille-source directe suffisamment élevée, ce qui provoque une couche d'inversion au-dessous de l'électrode de grille

4.1.8

transistor à effet de champ à grille unique

transistor à effet de champ possédant une région de grille, une région de source et une région de drain

NOTE Lorsqu'il n'existe pas de risque d'ambiguïté, on peut utiliser le terme abrégé «transistor à effet de champ».

4.1.9

transistor à effet de champ à double grille

transistor à effet de champ possédant deux régions de grille indépendantes, une région de source et une région de drain

4.1.10

transistor à effet de champ à grille de barrière Schottky

transistor à effet de champ dans lequel:

- la région source et la région drain sont connectées l'une à l'autre par la région canal, ces trois régions ayant le même type de conductivité;
- une ou plusieurs électrodes de grille forment chacune une barrière Schottky avec la région canal;
- la tension grille-source commande la conductance du canal conducteur en faisant varier sa section

4.1.4**insulated-gate field-effect transistor (IGFET)**

a field-effect transistor in which:

- one or more gate electrodes are electrically insulated from the body;
- the conductivity type of both the source and drain regions is opposite from that of the semiconductor body in which they are located;
- the principal current flows in a channel that is formed by an inversion layer connecting source and drain regions;
- the inversion layer is either already present at zero gate-source voltage or produced within the body at sufficiently high forward gate-source voltage by accumulation of the minority charge carriers of the body material, and
- the conductance of the channel is controlled by the gate-source voltage, which controls the electric field between gate electrode and the body and hence the amount of accumulated minority charge carriers

4.1.5**metal-oxide-semiconductor field-effect transistor (MOSFET)**

an insulated-gate field-effect transistor in which the insulating layer between each gate electrode and the channel is oxide material

4.1.6**depletion-type field-effect transistor**

a field-effect transistor in which an inversion layer present at the surface of the active semiconductor region causes an appreciable channel conductance that may be increased (decreased) by applying a forward (reverse) gate-source voltage

4.1.7**enhancement-type field-effect transistor**

a field-effect transistor having substantially zero channel conductance at zero gate-source voltage, and in which a conduction channel may be obtained by applying a sufficiently high forward gate-source voltage, which induces an inversion layer below the gate electrode

4.1.8**single-gate field-effect transistor**

a field-effect transistor having a gate region, a source region, and a drain region

NOTE The term may be abbreviated to "field-effect transistor", if no ambiguity is likely to occur.

4.1.9**dual-gate field-effect transistor**

a field-effect transistor having two independent gate regions, a source region, and a drain region

4.1.10**Schottky-barrier-gate field-effect transistor**

a field-effect transistor in which:

- the source and drain regions are connected with each other by the channel region, all three being of the same conductivity type;
- one or more gate electrodes each form a Schottky-barrier with the channel region;
- the gate-source voltage controls the conductance of the conduction channel by varying its cross-section

4.1.11

transistor à effet de champ métal-semiconducteur (MESFET)

transistor à effet de champ à grille de barrière Schottky dans lequel les électrodes de grille sont métalliques

4.1.12

transistor à effet de champ à dopage modulé (MODFET) transistor à mobilité des électrons élevée (HEMT)

transistor à effet de champ métal-semiconducteur dans lequel un matériau dopé forme une hétéro-jonction avec un canal non dopé ; le matériau dopé fournit des électrons au canal non dopé dont la mobilité élevée des électrons suscite une augmentation de la conductance du canal

NOTE MODFET et HEMT peuvent être utilisés indifféremment.

4.2 Termes généraux

4.2.1 Régions physiques (d'un transistor à effet de champ)

4.2.1.1

région source (d'un transistor à effet de champ)

région physique conçue par le fabricant pour contenir la région génératrice dans les conditions de fonctionnement définies auxquelles se réfèrent les spécifications

4.2.1.2

région drain (d'un transistor à effet de champ)

région physique conçue par le fabricant pour contenir la région collectrice dans les conditions de fonctionnement définies auxquelles se réfèrent les spécifications

4.2.1.3

région grille d'un transistor à effet de champ à grille isolée (IGFET)

couche isolante entre l'électrode de grille et la surface du corps semiconducteur, au-dessous de laquelle le canal se forme ou est susceptible de se former

4.2.1.4

région grille d'un transistor à effet de champ à jonctions (JFET)

région au-dessous de l'électrode de grille qui est de type de conductivité opposé par rapport à celui de la région source, la région canal et la région drain

4.2.1.5

région canal d'un transistor à effet de champ à grille isolée à déplétion (IGFET)

couche d'inversion technologiquement placée au-dessous de la région grille

4.2.1.6

région canal d'un transistor à effet de champ à jonctions (JFET)

région entre la région source et la région drain ayant le même type de conductivité entre ces deux régions

4.2.1.7

région sous-canal d'un transistor à effet de champ à grille isolée (IGFET)

région située entre la région source et la région drain, à l'exclusion de la région canal d'un transistor à effet de champ à grille isolée à déplétion et de toutes les zones de transition adéquates

4.1.11**metal-semiconductor field-effect transistor (MESFET)**

a Schottky-barrier-gate field-effect transistor in which the gate electrodes are metal

4.1.12**modulation-doped field-effect transistor (MODFET) or high electron mobility transistor (HEMT)**

a metal-semiconductor field-effect transistor in which a doped material forms a heterojunction with an undoped channel; the doped material supplies electrons to the undoped channel whose high electron mobility results in enhanced channel conductance

NOTE MODFET and HEMT may be used interchangeably.

4.2 General terms**4.2.1 Physical region (of a field-effect transistor)****4.2.1.1****source region (of a field-effect transistor)**

the physical region that is designed by the manufacturer to contain the supply region under the defined operating conditions to which the specifications refer

4.2.1.2**drain region (of a field-effect transistor)**

the physical region that is designed by the manufacturer to contain the collection region under the defined operating conditions to which the specifications refer

4.2.1.3**gate region of an IGFET**

the insulating layer between the gate electrode and the surface of the semiconductor body, below which the channel is or may be formed

4.2.1.4**gate region of an JFET**

the region below the gate electrode that is of opposite conductivity type from that of the source, channel and drain regions

4.2.1.5**channel region of a depletion-type IGFET**

the inversion layer technologically placed below the gate region

4.2.1.6**channel region of a JFET**

the region between source region and drain region that has the same conductivity type as these two regions

4.2.1.7**subchannel region of an IGFET**

the region between source region and drain region, excluding the channel region of a depletion-type IGFET and all pertinent transition zones

4.2.1.8

substrat (d'un JFET ou d'un IGFET)

- 1) partie d'un matériau d'origine qui demeure inchangée lorsque les éléments du dispositif sont réalisés sur ou à l'intérieur du matériau d'origine

NOTE Le matériau d'origine peut être une couche de matériau semiconducteur coupée dans un seul cristal, une couche de matériau semiconducteur déposée sur un support de base ou le support de base lui-même.

- 2) matériau semiconducteur d'origine avant son traitement

NOTE La signification de ce terme sera éclairée par le contexte dans lequel il est employé. On peut faire une distinction si nécessaire entre le «substrat d'origine» et le «substrat restant».

4.2.1.9

substrat (d'un transistor à effet de champ à couche mince)

isolant qui porte les électrodes de source et de drain, la couche grille isolante et la couche mince de semiconducteur

4.2.2 Régions fonctionnelles

4.2.2.1

région source fonctionnelle

région d'alimentation qui fournit au canal les porteurs de charge de courant principal

4.2.2.2

région drain fonctionnelle

région collectrice qui capte les porteurs de charge de courant principal en provenance du canal

4.2.2.3

canal d'un transistor à effet de champ à grille isolée

région fonctionnelle traversée par les porteurs de charge de courant principal et dans laquelle la concentration de porteurs est déterminée par la tension grille-source, le courant principal résultant du champ interne produit par la tension drain-source

4.2.2.4

canal d'un transistor à effet de champ à jonctions

région fonctionnelle traversée par les porteurs de charge de courant principal et dont la section transversale est déterminée par la tension grille-source, le courant principal résultant du champ interne produit par la tension drain-source

4.2.2.5

région de charge d'espace sous-canal d'un transistor à effet de champ à grille isolée

région de charge d'espace associée d'un côté aux régions de transition entre la région sous-canal et de l'autre à la région source, la région canal et la région drain

4.2.2.6

région sous-canal fonctionnelle

partie neutre restante de la région sous canal physique qui est délimitée par la région de charge d'espace sous-canal l'entourant

4.2.1.8**substrate (of a JFET or IGFET)**

- 1) the part of the original material that remains unchanged when the device elements are formed upon or within the original material

NOTE The original material may be a layer of semiconductor material cut from a single crystal, a layer of semiconductor material deposited on a supporting base, or the supporting base itself.

- 2) the original semiconductor material before being processed

NOTE The intended meaning will become clear from the context in which the term is used. If necessary, distinction could be made between the "original substrate" and the "remaining substrate".

4.2.1.9**substrate (of a thin film field effect transistor)**

an insulator that supports the source and drain electrodes, the insulating gate layer, and the thin semiconductor layer

4.2.2 Functional regions**4.2.2.1****functional source region**

a supply region that delivers principal-current charge carriers into the channel

4.2.2.2**functional drain region**

a collection region that acquires principal-current charge carriers from the channel

4.2.2.3**channel of a IGFET**

the functional region through which the principal-current charge carriers pass and in which the carrier concentration is determined by the gate-source voltage, the principal current being the result of the drift field produced by the drain-source voltage

4.2.2.4**channel of a JFET**

the functional region through which the principal-current charge carriers pass and whose cross-section is determined by the applied gate-source voltage, the principal current being the result of the drift field produced by the drain-source voltage

4.2.2.5**subchannel space-charge region of an IGFET**

the space-charge region associated with the transition regions between the subchannel region on one side, and source region, channel region and drain region on the other side

4.2.2.6**functional subchannel region**

the remaining neutral part of the (physical) subchannel region that is confined by the surrounding subchannel space-charge region

4.3 Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques

NOTE Lorsqu'il existe plusieurs sortes distinctes de symboles littéraux, on donne ici la plus utilisée.

4.3.1

sens «direct» et «inverse»

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

4.3.2

tension de seuil (d'un transistor à effet de champ à enrichissement) ($V_{GS(To)}$)

tension grille-source pour laquelle la valeur absolue du courant de drain atteint une faible valeur spécifiée

4.3.3

tension de blocage (d'un transistor à effet de champ à déplétion) ($V_{GS(off)}$)

tension grille-source pour laquelle la valeur absolue du courant de drain atteint une faible valeur spécifiée

4.3.4

courant résiduel de grille (d'un transistor à effet de champ à jonction de grille)

courant circulant dans la borne de grille d'un transistor à effet de champ à jonction lorsque la jonction de grille est polarisée en inverse

4.3.5

courant de fuite de grille (d'un transistor à effet de champ à grille isolée)

courant de fuite circulant dans la borne de grille d'un transistor à effet de champ à grille isolée

4.3.6 Capacités

4.3.6.1

capacité d'entrée (en court-circuit) C_{iss}

capacité entre les bornes de grille et de source, la borne de drain étant court-circuitée à la borne de source pour les signaux en courant alternatif

4.3.6.2

capacité de sortie (en court-circuit) C_{oss}

capacité entre les bornes de drain et de source, la borne de grille étant court-circuitée à la borne de source pour les signaux en courant alternatif

4.3.6.3

capacité de transfert inverse (en court-circuit) C_{rss}

capacité entre les bornes de drain et de grille, la borne de source étant court-circuitée à la borne de grille pour les signaux en courant alternatif

4.3.7

résistance grille-source r_{GS}

résistance en courant continu entre les bornes de grille et de source pour des tensions grille-source et drain-source spécifiées

4.3.8

résistance drain-source à l'état passant $r_{DS(on)}$

résistance en courant continu entre les bornes de drain et de source lorsque le transistor à effet de champ est à l'état passant

4.3 Terms related to ratings and characteristics

NOTE When several distinctive forms of a letter symbol exist, the most commonly used form is given.

4.3.1

"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)

4.3.2

threshold voltage (of an enhancement type field-effect transistor) ($V_{GS(TO)}$)

the gate-source voltage at which the magnitude of the drain current reaches a specified low value

4.3.3

cut-off voltage (of a depletion type field-effect transistor) ($V_{GS(off)}$)

the gate-source voltage at which the magnitude of the drain current reaches a specified low value

4.3.4

gate cut-off current (of a junction-gate field-effect transistor)

the current flowing in the gate terminal of a junction field-effect transistor when the gate junction is biased in the reverse direction

4.3.5

gate leakage current (of an insulated-gate field-effect transistor)

the leakage current flowing in the gate terminal of an insulated-gate field-effect transistor

4.3.6 Capacitances

4.3.6.1

(short-circuit) input capacitance C_{iss}

the capacitance between the gate and source terminals with the drain terminal short-circuited to the source terminal for a.c. signals

4.3.6.2

(short-circuit) output capacitance C_{oss}

the capacitance between the drain and source terminals with the gate terminal short-circuited to the source terminal for a.c. signals

4.3.6.3

(short-circuit) reverse transfer capacitance C_{rss}

the capacitance between the drain and gate terminals with the source terminal short-circuited to the gate terminal for a.c. signals

4.3.7

gate-source resistance r_{GS}

the d.c. resistance between gate and source terminals at specified gate-source and drain-source voltages

4.3.8

drain-source on-state resistance $r_{DS(on)}$

the d.c. resistance between the drain and source terminals when the FET is in its on-state

4.3.9

charge de grille Q_{gs}

charge nécessaire pour augmenter la tension grille-source de zéro à une valeur spécifiée

4.4 Symboles littéraux

4.4.1 Généralités

Les articles 2, 3 et 4 du chapitre V de la CEI 60747-1 s'appliquent.

4.4.2 Indices généraux supplémentaires

En plus de la liste des indices généraux donnée en 2.2.1 du chapitre V de la CEI 60747-1, les indices suivants sont recommandés pour les transistors à effet de champ.

D, d = drain
G, g = grille
S, s = source
B, b; U, u = substrat
T; th; (TO) = seuil

4.4.3 Liste de symboles littéraux

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.4.3.1 Tensions		
Tension (continue) drain-source	V_{DS}	
Tension (continue) grille-source	V_{GS}	
Tension grille-source au blocage (d'un transistor à effet de champ à jonction et d'un transistor à effet de champ à grille isolée du type à déplétion)	$V_{GS(OFF)}$; V_{GSoff}	
Tension de seuil grille-source (d'un transistor à effet de champ à grille isolée du type à enrichissement)	V_{GST} ; $V_{GS(th)}$; $V_{GS(TO)}$	
Tension directe (continue) grille-source	V_{GSF}	
Tension inverse (continue) grille-source	V_{GSR}	
Tension (continue) grille-drain	V_{GD}	
Tension (continue) source-substrat	V_{SB} ; V_{SU}	
Tension (continue) drain-substrat	V_{DB} ; V_{DU}	
Tension (continue) source-substrat	V_{GB} ; V_{GU}	
Tension grille-grille (pour les dispositifs à plusieurs grilles)	$V_{G1 - G2}$	
Tension de claquage grille-source, le drain étant court-circuité à la source	$V_{(BR)GSS}$	

4.3.9**gate charge Q_{gs}**

the charge required to raise the gate-source voltage from zero to a specified value

4.4 Letter symbols**4.4.1 General**

Clauses 2, 3 and 4, chapter V of IEC 60747-1 apply.

4.4.2 Additional general subscripts

In addition to the list of recommended general subscripts given in 2.2.1, chapter V of IEC 60747-1, the following special subscripts are recommended for field-effect transistors:

D, d = drain
 G, g = gate
 S, s = source
 B, b; U, u = substrate
 T; th; (TO) = threshold

4.4.3 List of letter symbols

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.4.3.1 Voltage		
Drain-source (d.c.) voltage	V_{DS}	
Gate-source (d.c.) voltage	V_{GS}	
Gate-source cut-off voltage (of a junction field-effect transistor and of a depletion type insulated-gate field-effect transistor)	$V_{GS(OFF)}$; V_{GSoff}	
Gate-source threshold voltage (of an enhancement type insulated-gate field-effect transistor)	V_{GST} ; $V_{GS(th)}$; $V_{GS(TO)}$	
Forward gate-source (d.c.) voltage	V_{GSF}	
Reverse gate-source (d.c.) voltage	V_{GSR}	
Gate-drain (d.c.) voltage	V_{GD}	
Source-substrate (d.c.) voltage	V_{SB} ; V_{SU}	
Drain-substrate (d.c.) voltage	V_{DB} ; V_{DU}	
Gate-substrate (d.c.) voltage	V_{GB} ; V_{GU}	
Gate-gate voltage (for multi-gate devices)	$V_{G1 - G2}$	
Gate-source breakdown voltage with drain short-circuited to source	$V_{(BR)GSS}$	

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.4.3.2 Courants		
Courant (continu) de drain	I_D	
Courant de drain, dans des conditions grille-source spécifiées	I_{DSX}	
Courant de drain, pour une résistance grille-source extérieure spécifiée	I_{DSR}	
Courant de drain, la grille étant court-circuitée à la source ($V_{GS} = 0$)	I_{DSS}	
Courant (continu) de source	I_S	
Courant de source, dans des conditions grille-drain spécifiées	I_{SDX}	
Courant de source, la grille étant court-circuitée au drain ($V_{GD} = 0$)	I_{SDS}	
Courant (continu) de grille	I_G	
Courant direct de grille	I_{GF}	
Courant résiduel de grille (d'un transistor à effet de champ à jonction), la source étant en circuit ouvert	I_{GDO}	
Courant résiduel de grille (d'un transistor à effet de champ à jonction), le drain étant en circuit ouvert	I_{GSO}	
Courant résiduel de grille (d'un transistor à effet de champ à jonction), le drain étant court-circuité à la source	I_{GSS}	
Courant de fuite de grille (d'un transistor à effet de champ à grille isolée), le drain étant court-circuité à la source	I_{GSS}	
Courant de fuite de grille (d'un transistor à effet de champ à jonction), dans des conditions de circuit drain-source spécifiées	I_{GSX}	
Courant de substrat	$I_B; I_U$	
4.4.3.3 Dissipation de puissance		
Dissipation de puissance (continu) drain-source	P_{DS}	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.4.3.2 Currents		
Drain (d.c.) current	I_D	
Drain current, at a specified gate-source condition	I_{DSX}	
Drain current, at a specified external gate-source resistance	I_{DSR}	
Drain current, with gate short-circuited to source ($V_{GS} = 0$)	I_{DSS}	
Source (d.c.) current	I_S	
Source current, at a specified gate-drain condition	I_{SDX}	
Source current, with gate short-circuited to drain ($V_{GD} = 0$)	I_{SDS}	
Gate (d.c.) current	I_G	
Forward gate current	I_{GF}	
Gate cut-off current (of a junction field-effect transistor), with source open-circuited	I_{GDO}	
Gate-cut-off current (of a junction field-effect transistor), with drain open-circuited	I_{GSO}	
Gate cut-off current (of a junction field-effect transistor), with drain short-circuited to source	I_{GSS}	
Gate leakage current (of an insulated-gate field-effect transistor), with drain short-circuited to source	I_{GSS}	
Gate cut-off current (of a junction field-effect transistor), with specified drain-source circuit conditions	I_{GSX}	
Substrate current	$I_B; I_U$	
4.4.3.3 Power dissipation		
Drain-source (d.c.) power dissipation	P_{DS}	

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.4.3.4 Résistances (ou conductances) et capacités		
Résistance drain-source Résistance grille-source Résistance grille-drain Résistance de grille (pour $V_{DS} = 0$ ou $v_{ds} = 0$)	$r_{DS}; r_{ds}$ $r_{GS}; r_{gs}$ $r_{GD}; r_{gd}$ $r_{GSS}; r_{gss}$	
Résistance drain-source à l'état passant	$r_{DS(ON)}; r_{ds(on)}; r_{DSon}$	
Résistance drain-source à l'état bloqué	$r_{DS(OFF)}; r_{ds(off)}; r_{DSoff}$	
Capacité grille-source, le drain étant en circuit ouvert (les circuits drain-source et grille-drain étant en circuit ouvert au point de vue alternatif)	C_{gso}	
Capacité grille-drain, la source étant en circuit ouvert (les circuits drain-source et grille-source étant en circuit ouvert au point de vue alternatif)	C_{gdo}	
Capacité drain-source, la grille étant en circuit ouvert (les circuits grille-drain et grille-source étant en circuit ouvert au point de vue alternatif)	C_{dso}	
Capacité d'entrée en montage source commune, la sortie étant en court-circuit; capacité grille-source (le drain et la source étant en court-circuit au point de vue alternatif)	$C_{iss}; C_{i1ss}$	
Capacité de sortie en montage source commune, l'entrée étant en court-circuit; capacité drain-source (la grille et la source étant en court-circuit au point de vue alternatif)	$C_{oss}; C_{22ss}$	
Conductance d'entrée en montage source commune, la sortie étant en court-circuit	g_{iss}	
Conductance de sortie en montage source commune, l'entrée étant en court-circuit	g_{oss}	
Capacité de réaction en montage source commune, l'entrée étant en court-circuit au point de vue alternatif	$C_{rss}; C_{12ss}$	
Capacité de sortie en montage drain commun, l'entrée étant en court-circuit (la grille et de drain étant en court-circuit au point de vue alternatif)	$C_{ods}; C_{22ds}$	

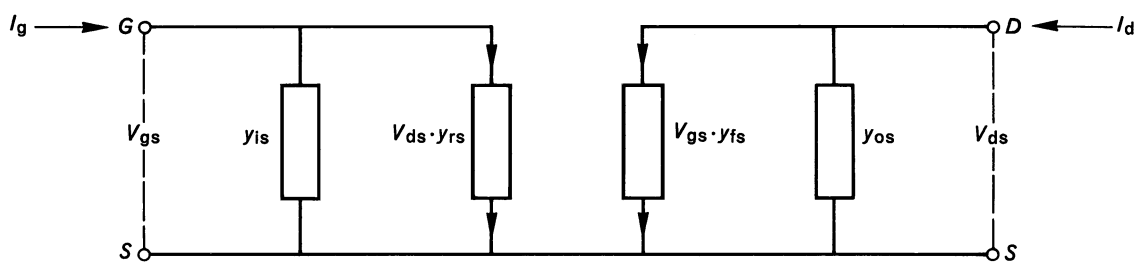
Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.4.3.4 Resistances (or conductances) and capacitances		
Drain-source resistance Gate-source resistance Gate-drain resistance Gate resistance (with $V_{DS} = 0$ or $v_{ds} = 0$)	$r_{DS}; r_{ds}$ $r_{GS}; r_{gs}$ $r_{GD}; r_{gd}$ $r_{GSS}; r_{gss}$	
Drain-source on-state resistance	$r_{DS(ON)}; r_{ds(on)}; r_{DSon}$	
Drain-source off-state resistance	$r_{DS(OFF)}; r_{ds(off)}; r_{DSoff}$	
Open-circuit gate-source capacitance (drain-source and gate-drain open-circuited to a.c.)	C_{gso}	
Open-circuit gate-drain capacitance (drain-source and gate-source open-circuited to a.c.)	C_{gdo}	
Open-circuit drain-source capacitance (gate-drain and gate-source open-circuited to a.c.)	C_{dso}	
Short-circuit input capacitance in common-source configuration; gate-source capacitance (drain-source short-circuited to a.c.)	$C_{iss}; C_{i1ss}$	
Short-circuit output capacitance in common-source configuration; drain-source capacitance (gate-source short-circuited to a.c.)	$C_{oss}; C_{22ss}$	
Short-circuit input conductance in common-source configuration	g_{iss}	
Short-circuit output conductance in common-source configuration	g_{oss}	
Common-source reverse transfer capacitance with input short-circuited to a.c.	$C_{rss}; C_{12ss}$	
Short-circuit output capacitance in common-drain configuration (gate-drain short-circuited to a.c.)	$C_{ods}; C_{22ds}$	

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.4.3.5 Paramètres pour signaux de faible puissance (voir figures 1, 2 et 3)		
Admittance d'entrée, la sortie étant en court-circuit	$y_{is} = \text{Re}_{(y_{is})} + j\omega C_{is}$ $y_{11s} = \text{Re}_{(y_{11s})} + j\omega C_{11s}$	
Admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$y_{rs} = \text{Re}_{(y_{rs})} + j\omega C_{rs}$ $y_{12s} = \text{Re}_{(y_{12s})} + j\omega C_{12s}$	
Admittance de transfert direct, la sortie étant en court-circuit	$y_{fs} = \text{Re}_{(y_{fs})} + j\omega C_{fs}$ $y_{21s} = \text{Re}_{(y_{21s})} + j\omega C_{21s}$	
Admittance de sortie, l'entrée étant en court-circuit	$y_{os} = \text{Re}_{(y_{os})} + j\omega C_{os}$ $y_{22s} = \text{Re}_{(y_{22s})} + j\omega C_{22s}$	
Module de l'admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$ y_{rs} ; y_{12s} $	
Phase de l'admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$\phi_{yrs}; \phi_{y12s}$	
Module de l'admittance de transfert direct, la sortie étant en court-circuit	$ y_{fs} ; y_{21s} $	
Phase de l'admittance de transfert direct, la sortie étant en court-circuit	$\phi_{yfs}; \phi_{y21s}$	
Conductance grille-source (dans le circuit en π équivalent)	g_{gs}	
Conductance grille-drain (dans le circuit en π équivalent)	g_{gd}	
Conductance drain-source (dans le circuit en π équivalent)	g_{ds}	
Transconductance direct (dans le circuit en π équivalent)	$g_{ms}; g_m$	
Capacité grille-source (dans le circuit en π équivalent)	C_{gs}	
Capacité grille-drain (dans le circuit en π équivalent)	C_{gd}	
Capacité drain-source (dans le circuit en π équivalent)	C_{ds}	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.4.3.5 Small-signal parameters (see figures 1, 2 and 3)		
Short-circuit input admittance	$y_{is} = \text{Re}_{(y_{is})} + j\omega C_{is}$ $y_{11s} = \text{Re}_{(y_{11s})} + j\omega C_{11s}$	
Short-circuit reverse transfer admittance	$y_{rs} = \text{Re}_{(y_{rs})} + j\omega C_{rs}$ $y_{12s} = \text{Re}_{(y_{12s})} + j\omega C_{12s}$	
Short-circuit forward transfer admittance	$y_{fs} = \text{Re}_{(y_{fs})} + j\text{Im}_{y_{fs}}$ $y_{21s} = \text{Re}_{(y_{21s})} + j\text{Im}_{y_{21s}}$	
Short-circuit output admittance	$y_{os} = \text{Re}_{(y_{os})} + j\omega C_{os}$ $y_{22s} = \text{Re}_{(y_{22s})} + j\omega C_{22s}$	
Modulus of the short-circuit reverse transfer admittance	$ y_{rs} ; y_{12s} $	
Phase of the short-circuit reverse transfer admittance	$\phi_{yrs}; \phi_{y12s}$	
Modulus of the short-circuit forward transfer admittance	$ y_{fs} ; y_{21s} $	
Phase of the short-circuit forward transfer admittance	$\phi_{yfs}; \phi_{y21s}$	
Gate-source conductance (in the π equivalent circuit)	g_{gs}	
Gate-drain conductance (in the π equivalent circuit)	g_{gd}	
Drain-source conductance (in the π equivalent circuit)	g_{ds}	
Forward transconductance (in the π equivalent circuit)	$g_{ms}; g_m$	
Gate-source capacitance (in the π equivalent circuit)	C_{gs}	
Gate-drain capacitance (in the π equivalent circuit)	C_{gd}	
Drain-source capacitance (in the π equivalent circuit)	C_{ds}	

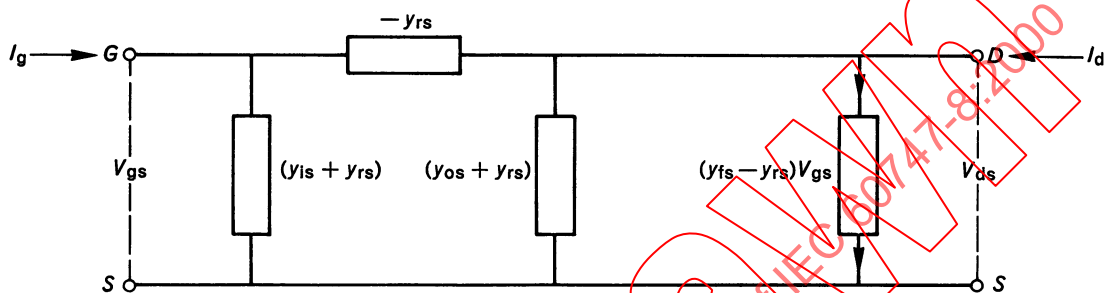
Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.4.3.5 Paramètres pour signaux de faible puissance (suite)		
Coefficient de réflexion d'entrée: – en montage source commune – en montage grille commune – en montage drain commun	S_{11s} ou S_{is} S_{11g} ou S_{ig} S_{11d} ou S_{id}	
Coefficient de réflexion de sortie: – en montage source commune – en montage grille commune – en montage drain commun	S_{22s} ou S_{os} S_{22g} ou S_{og} S_{22d} ou S_{od}	
Coefficient de transmission directe: – en montage source commune – en montage grille commune – en montage drain commun	S_{21s} ou S_{fs} S_{21g} ou S_{fg} S_{21d} ou S_{fd}	
Coefficient de transmission inverse: – en montage source commune – en montage grille commune – en montage drain commun	S_{12s} ou S_{rs} S_{12g} ou S_{rg} S_{12d} ou S_{rd}	
4.4.3.6 Autres paramètres		
Gain de puissance	G_p , G_p	
Fréquence de coupure (dans le montage en source commune)	f_{ys}	
Tension de bruit	V_n	
Facteur de bruit	F	
Coefficient de température du courant de drain	α_{ID}	
Coefficient de température de la résistance drain-source	α_{rds}	
Retard de croissance	$t_{d(on)}$	Temps de commutation (voir figure 4) $t_{on} = t_{d(on)} + t_r$ $t_{off} = t_{d(off)} + t_f$
Retard de décroissance	$t_{d(off)}$	
Temps de croissance	t_r	
Temps de décroissance	t_f	
Temps total d'établissement	t_{on}	
Temps total de coupure	t_{off}	
Fréquence pour laquelle le coefficient de transmission direct est égal à l'unité: – en montage source commune – en montage grille commune – en montage drain commun	f_{ss} ou f_{iss} f_{sg} ou f_{isg} f_{sd} ou f_{isd}	$f_{ss} = f$ pour $ S_{21s} = 1$ $f_{sg} = f$ pour $ S_{21g} = 1$ $f_{sd} = f$ pour $ S_{21d} = 1$

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.4.3.5 Small-signal parameters (continued)		
Input reflection coefficient: – in common-source configuration – in common-gate configuration – in common-drain configuration	S_{11s} or S_{is} S_{11g} or S_{ig} S_{11d} or S_{id}	
Output reflection coefficient: – in common-source configuration – in common-gate configuration – in common-drain configuration	S_{22s} or S_{os} S_{22g} or S_{og} S_{22d} or S_{od}	
Forward transmission coefficient: – in common-source configuration – in common-gate configuration – in common-drain configuration	S_{21s} or S_{fs} S_{21g} or S_{fg} S_{21d} or S_{fd}	
Reverse transmission coefficient: – in common-source configuration – in common-gate configuration – in common-drain configuration	S_{12s} or S_{rs} S_{12g} or S_{rg} S_{12d} or S_{rd}	
4.4.3.6 Other parameters		
Power gain	G_P , G_p	
Cut-off frequency (in the common-source configuration)	f_{ys}	
Noise voltage	V_n	
Noise figure	F	
Temperature coefficient of drain current	α_{ID}	
Temperature coefficient of drain-source resistance	α_{rds}	
Turn-on delay time	$t_{d(on)}$	Switching times (see figure 4) $t_{on} = t_{d(on)} + t_r$ $t_{off} = t_{d(off)} + t_f$
Turn-off delay time	$t_{d(off)}$	
Rise time	t_r	
Fall time	t_f	
Turn-on time	t_{on}	
Turn-off time	t_{off}	
Frequency of unity forward transmission coefficient: – in common-source configuration – in common-gate configuration – in common-drain configuration	f_{ss} or f_{iss} f_{sg} or f_{isg} f_{sd} or f_{isd}	$f_{ss} = f$ for $ s_{21s} = 1$ $f_{sg} = f$ for $ s_{21g} = 1$ $f_{sd} = f$ for $ s_{21d} = 1$



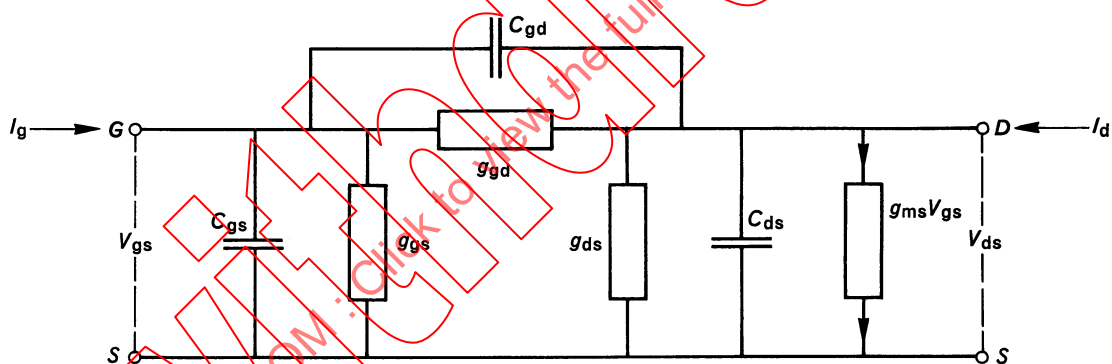
IEC 2705/2000

Figure 1



IEC 2706/2000

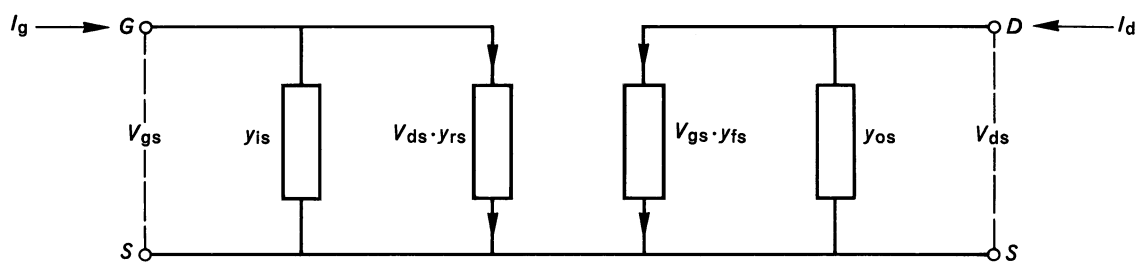
Figure 2



IEC 2707/2000

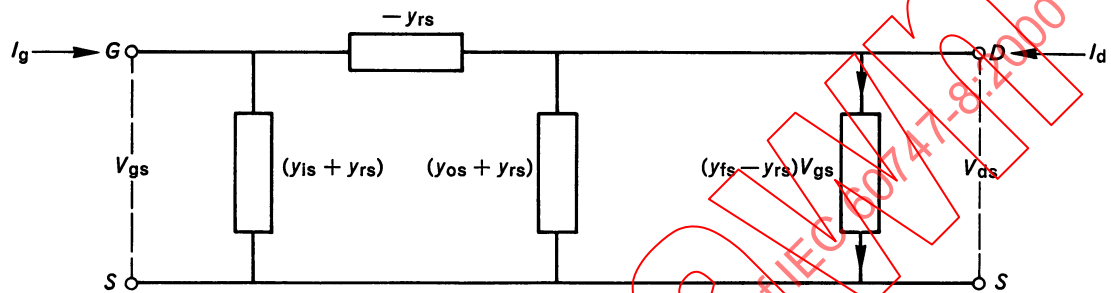
Figure 3

Paramètres y en petits signaux en montage source commune et paramètres du circuit en π équivalent



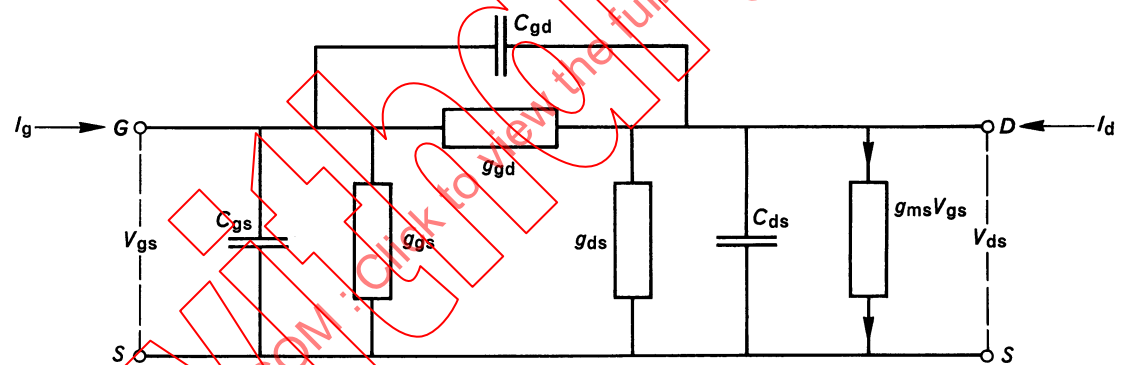
IEC 2705/2000

Figure 1



IEC 2706/2000

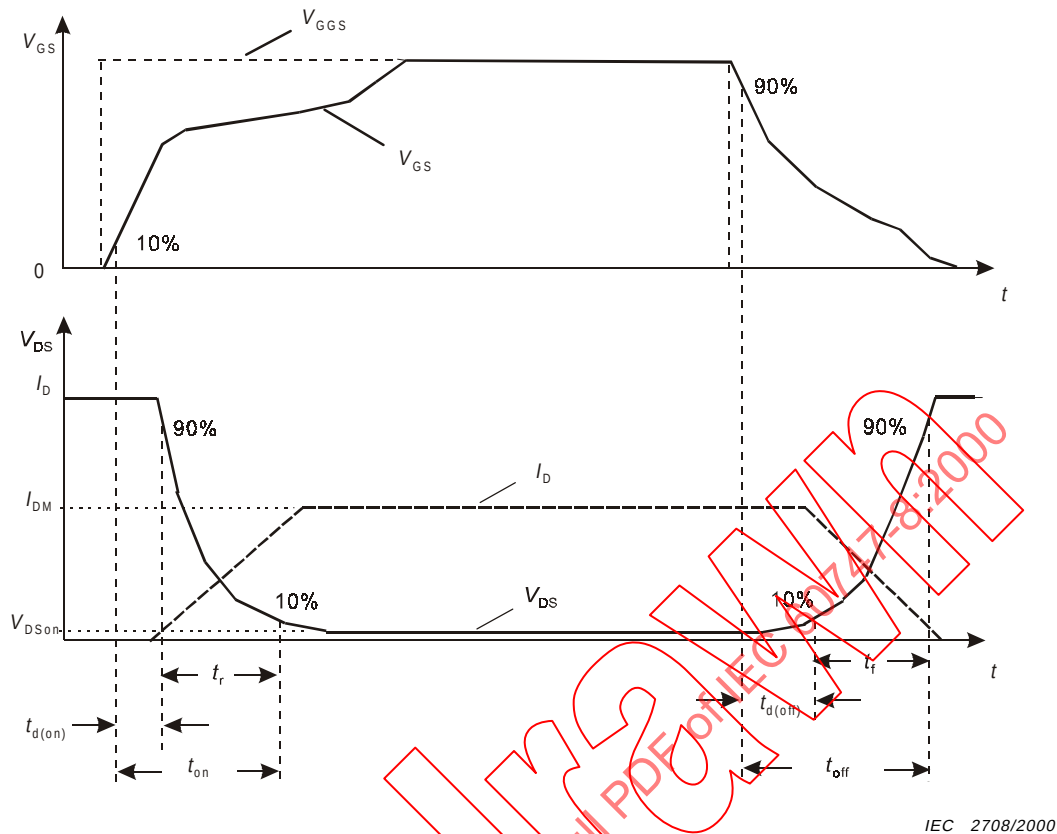
Figure 2



IEC 2707/2000

Figure 3

Small-signal y parameters in common-source configuration
and π equivalent circuit parameters



IEC 2708/2000

Figure 4 – Temps de commutation

4.4.3.7 Transistors à effet de champ appariés

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
Différence entre les courants de fuite de grille (pour les transistors à effet de champ à grille isolée) et différence entre les courants résiduels de grille (pour les transistors à effet de champ à jonction)	$I_{G1} - I_{G2}$	La plus faible valeur est soustraite de la plus forte valeur
Rapport des courants de drain pour une tension grille-source nulle	I_{DSS1} / I_{DSS2}	La plus faible des deux valeurs figure au numérateur
Différence des conductances de sortie en petits signaux et en source commune	$g_{os1} - g_{os2}$	La plus faible valeur est soustraite de la plus forte valeur
Rapport des conductances de transfert direct en petits signaux et en source commune	g_{fs1} / g_{fs2}	La plus faible des deux valeurs figure au numérateur
Différence des tensions grille-source	$V_{GS1} - V_{GS2}$	La plus faible valeur est soustraite de la plus forte valeur
Variation de la différence des tensions grille-source entre deux températures	$ \Delta(V_{GS1} - V_{GS2}) _{\Delta T}$	

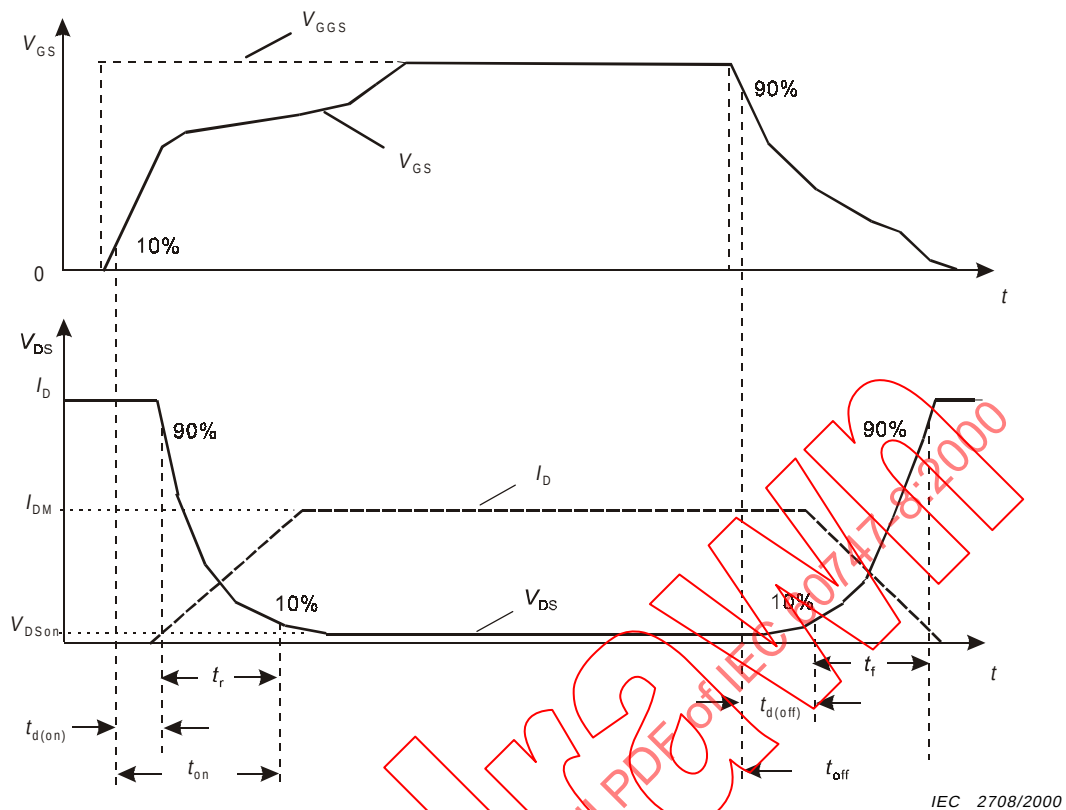


Figure 4 – Switching times

4.4.3.7 Matched-pair field-effect transistors

Name and designation	Letter symbol	Remarks
Difference of gate leakage currents (for insulated-gate field-effect transistors) and difference of gate cut-off currents (for junction field-effect transistors)	$I_{G1} - I_{G2}$	The smaller value is subtracted from the larger value
Ratio of drain currents for zero gate-source voltage	I_{DSS1} / I_{DSS2}	The smaller of the two values is taken as the numerator
Difference of small-signal common-source output conductances	$g_{os1} - g_{os2}$	The smaller value is subtracted from the larger value
Ratio of small-signal common-source forward transfer conductances	g_{fs1} / g_{fs2}	The smaller of the two values is taken as the numerator
Difference of gate-source voltages	$V_{GS1} - V_{GS2}$	The smaller value is subtracted from the larger value
Change in difference of gate-source voltages between two temperatures	$ \Delta(V_{GS1} - V_{GS2}) _{\Delta T}$	

5 Valeurs limites et caractéristiques essentielles

5.1 Généralités

5.1.1 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.

5.1.2 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.

5.1.3 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 de manipulation données à l'article 1 du chapitre IX de la CEI 60747-1.

5.2 Valeurs limites

5.2.1 Températures

5.2.1.1 Température de stockage minimale et maximale (T_{stg})

5.2.1.2 Températures de fonctionnement minimale et maximale (température ambiante ou température de boîtier) (T_{amb} ou T_{case})

5.2.1.3 Température virtuelle de jonction (T_{vj}) (s'il y a lieu)

Valeur limite maximale.

5.2.2 Dissipation de puissance (P_{tot})

5.2.2.1 Dissipation de puissance totale maximale ($P_{tot,max}$) dans la gamme spécifiée des températures de fonctionnement (température ambiante ou température de boîtier). Les exigences spéciales pour la ventilation et/ou le montage doivent être indiquées.

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

5 Essential ratings and characteristics

5.1 General

5.1.1 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.

5.1.2 Multiple-gate devices

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

5.1.3 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 handling precautions given in clause 1, chapter IX, of IEC 60747-1 shall therefore be observed.

5.2 Ratings (limiting values)

5.2.1 Temperatures

5.2.1.1 Minimum and maximum storage temperatures (T_{stg})

5.2.1.2 Minimum and maximum operating temperature (ambient or case) (T_{amb} or T_{case})

5.2.1.3 Virtual junction temperature (T_{vj}) (where appropriate)

Maximum rated value.

5.2.2 Power dissipation (P_{tot})

5.2.2.1 Maximum total power dissipation ($P_{\text{tot,max}}$) over the specified range of operating temperatures (ambient or case). Any special requirements for ventilation and/or mounting shall be stated.

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

5.2.2.1.1 Courbe de P_{totmax} en fonction de la température de fonctionnement (T_{amb} ou T_{case}), soit (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement):

5.2.2.1.2 b) Valeur limite absolue de la dissipation de puissance totale (P_{Totabs}).

5.2.2.2 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement:

Courbe de P_{totMmax} (s'il y a lieu).

Aire de fonctionnement de sécurité (SOAR) s'il y a lieu dans la gamme spécifiée des températures de fonctionnement, dans des conditions d'impulsions spécifiées.

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 l'article 5 du chapitre IV de la CEI 60747-1.

5.2.3.2 Tension grille-source inverse maximale et, s'il y a lieu, tension grille-source directe maximale, dans des conditions spécifiées.

5.2.3.4 Tension grille-grille maximale (pour les dispositifs à plusieurs grilles), dans des conditions spécifiées.

- tension maximale source-substrat, dans des conditions spécifiées.

5.2.3.6.1 Courant de train maximal (I_D)

Valeur de pointe maximale du courant de grain (I_{DM}), dans des conditions d'impulsions spécifiées.

[illegible]

Either:

5.2.2.1.1 A curve showing P_{totmax} as a function of operating temperature (T_{amb} or T_{case}), or (for power MOSFET only):

5.2.2.1.2 a) Maximum virtual channel temperature (T_{vjmax}), and

5.2.2.1.2 b) Absolute limiting value of total power dissipation (P_{totabs}).

NOTE When T_{vjmax} and P_{totabs} are specified R_{th} and, where appropriate, Z_{th} should also be specified (see the relevant subclauses in 5.3).

5.2.2.2 For power MOSFET only:

Maximum peak total power dissipation (P_{totMmax}).

A curve, showing P_{totMmax} (where appropriate).

5.2.2.3 For power MOSFET only:

Safe operating area (SOAR) where appropriate, over the specified range of operating temperatures, under specified pulse conditions.

5.2.3 Voltages and currents

Rating shall be given preferably by a curve over the range of operating temperatures, or at 25 °C and one other higher operating temperature, chosen from the list in clause 5, chapter IV of IEC 60747-1.

5.2.3.1 Maximum drain-source voltage, under specified conditions.

5.2.3.2 Maximum reverse gate-source voltage and, where appropriate, maximum forward gate-source voltage, under specified conditions.

5.2.3.3 Maximum gate-drain voltage, under specified conditions.

5.2.3.4 Maximum gate-gate voltage (for multiple-gate devices), under specified conditions.

5.2.3.5 For insulated-gate field-effect transistors with separate source and substrate terminals (chopper or analog-switch types):

- maximum gate-substrate voltage, under specified conditions;
- maximum drain-substrate voltage, under specified conditions;
- maximum source-substrate voltage, under specified conditions.

5.2.3.6 Drain current

5.2.3.6.1 Maximum drain current (I_D)

5.2.3.6.2 For power MOSFET only:

Maximum peak drain current (I_{DM}), under specified pulse conditions.

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

5.2.3.7 Courant direct de grille maximal

5.2.3.8 Courant direct de la diode inverse (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance) dans les applications suivantes:

- amplificateur basse fréquence;
- transistor de commutation;
- découpeur;
- amplificateur courant continu au niveau bas.

5.2.3.8.1 Courant continu maximal de source ($I_{S(B)}$)

5.2.3.8.2 Valeur de pointe maximale du courant de source ($I_{SM(B)}$), dans des conditions d'impulsions spécifiées.

5.2.4 Données mécaniques

Les exigences concernant les données mécaniques, valables pour tous les semiconducteurs, s'appliquent à ces dispositifs.

5.3 Caractéristiques

Les caractéristiques doivent être données à 25 °C, sauf indication contraire; les autres températures doivent être choisies dans la liste de l'article 5 du chapitre VI de la CEI 60747-1.

5.3.1 Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence

5.3.1.1 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.

5.3.1.2 Courant de drain au blocage

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.

5.3.1.3 Courant de drain pour une tension grille-source nulle (I_{DSS})

Valeurs minimale et maximale, pour des tensions 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.

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

5.2.3.7 Maximum forward gate current

5.2.3.8 Forward current of the inverse diode (for power MOSFET) in the following applications:

- low-frequency amplifier;
- switching transistor;
- chopper;
- low-level d.c. amplifier.

5.2.3.8.1 Maximum continuous (d.c.) source current ($I_{S(B)}$)

5.2.3.8.2 Maximum peak source current ($I_{SM(B)}$), under specified pulse conditions.

5.2.4 Mechanical data

The requirements for mechanical data, valid for other semiconductor devices, apply to these devices.

5.3 Characteristics

Characteristics are to be given at 25 °C, except where otherwise stated; other temperatures should be taken from the list in clause 5, chapter VI of IEC 60747-1.

5.3.1 Characteristics for low-frequency amplifier applications

5.3.1.1 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.

5.3.1.2 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.

5.3.1.3 Drain current at zero gate-source voltage (I_{DSS})

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.

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

5.3.1.4 Courant de drain pour une tension grille-source spécifiée (I_D)

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.

5.3.1.5 Tension grille-source au blocage ($V_{GS(off)}$)

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.

5.3.1.6 Tension grille-source de seuil ($V_{GS(TH)}$)

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.

5.3.1.7 Capacité d'entrée, sortie en court-circuit (C_{iss})

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.

5.3.1.8 Conductance (et s'il y a lieu, capacité) de sortie, entrée en court-circuit (g_{oss} , C_{oss})

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.

5.3.1.9 Capacité de réaction, entrée en court-circuit (s'il y a lieu) (C_{rss})

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.

5.3.1.10 Transconductance directe (g_{fs})

5.3.1.10.1 (Non applicable aux transistors à effet de champ MOS de puissance)

Valeurs minimale et maximale dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée.

5.3.1.10.2 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement

Valeur minimale, pour une tension drain-source et un courant de drain spécifiés, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température plus élevée spécifiée.

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

5.3.1.4 Drain current at specified gate-source voltage (I_D)

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.

5.3.1.5 Gate-source cut-off voltage ($V_{GS(off)}$)

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.

5.3.1.6 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(TO)}$)

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.

5.3.1.7 Short-circuit input capacitance (C_{iss})

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.

5.3.1.8 Short-circuit output conductance and, where appropriate, capacitance (g_{oss} , C_{oss})

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.

5.3.1.9 Short-circuit feedback capacitance (where appropriate) (C_{rss})

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.

5.3.1.10 Forward transconductance (g_{fs})**5.3.1.10.1 (Not applicable to power MOSFET)**

Minimum and maximum values under specified bias conditions and at a specified low frequency.

5.3.1.10.2 For power MOSFET only

Minimum value, for specified drain-source voltage and drain current, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

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

5.3.1.11 Pour les applications à faible bruit, tension de bruit et, s'il y a lieu, facteur de bruit (V_n , F):

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.

5.3.1.12 Caractéristiques de la diode inverse (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)

5.3.1.12.1 Tension directe ($V_{D(B)}$)

Valeur maximale pour un courant de source spécifié ($I_{S(B)}$) et $V_{GS} = 0$.

5.3.1.12.2 Temps de recouvrement ($t_{rr(B)}$)

Valeur maximale dans des conditions spécifiées.

5.3.1.13 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.1.14 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.2 Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence

5.3.2.1 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.

5.3.2.2 Courant de drain au blocage

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.

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

5.3.1.11 For low-noise applications, noise voltage and, where appropriate, noise figure (V_n , F):

Maximum value, in common-source configuration, under specified conditions of bias, source resistance, centre frequency and power bandwidth.

5.3.1.12 Characteristics of the inverse diode (for power MOSFET only)

5.3.1.12.1 Forward voltage ($V_{D(B)}$)

Maximum value at specified source current ($I_{S(B)}$) and at $V_{GS} = 0$.

5.3.1.12.2 Reverse recovery time ($t_{rr(B)}$)

Maximum value under specified conditions.

5.3.1.13 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.1.14 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.2 Characteristics for high-frequency amplifier applications

5.3.2.1 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.

5.3.2.2 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.

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

5.3.2.3 Courant de drain pour une tension grille-source nulle (I_{DSS})

Valeurs minimale et maximale, pour une tension grille-source nulle et pour une tension drain-source spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.

5.3.2.4 Courant de drain pour une tension grille-source spécifiée (I_{DSX})

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.

5.3.2.5 Tension grille-source au blocage (V_{GSoff})

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.

5.3.2.6 Tension grille-source de seuil ($V_{GS(To)}$)

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.

5.3.2.7 Paramètres y

5.3.2.7.1 Pour tous les transistors à effet de champ, à des valeurs spécifiées de polarisation et de fréquences:

y_{is} – parties réelle et imaginaire, valeurs maximales;

y_{os} – parties réelle et imaginaire, valeurs maximales;

y_{fs} – parties réelle et imaginaire, valeurs minimales et maximales (voir également 5.3.2.7.2);

y_{rs} – parties réelle et imaginaire, valeurs maximales;

5.3.2.7.2 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance comme alternative à y_{fs} transconductance directe (g_{fs}):

Valeur minimale, pour une tension drain-source et un courant de drain spécifiés, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.

5.3.2.8 Facteur de bruit (F)

Valeur maximale, dans des conditions spécifiées de polarisation, d'impédance de source, de fréquence centrale et de bande passante efficace. Ces conditions doivent être celles qui donnent la plus faible valeur du facteur de bruit.

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

5.3.2.3 Drain current at zero gate-source voltage (I_{DSS})

Minimum and maximum values, for zero gate-source voltage and 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.

5.3.2.4 Drain current at specified gate-source voltage (I_{DSX})

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.

5.3.2.5 Gate-source cut-off voltage (V_{GSoff})

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.

5.3.2.6 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(T0)}$)

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.

5.3.2.7 y -parameters**5.3.2.7.1** For all FETs under specified values of bias and frequency:

y_{is} – real and imaginary parts, maximum values;

y_{os} – real and imaginary parts, maximum values;

y_{fs} – real and imaginary parts, minimum and maximum values
(see also 5.3.2.7.2);

y_{rs} – real and imaginary parts, maximum values;

5.3.2.7.2 For power MOSFET as alternative to y_{fs} transconductance (g_{fs}):

Minimum value, for specified drain-source voltage and drain current, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

5.3.2.8 Noise figure (F)

Maximum value, under specified conditions of bias, source impedance, centre frequency and power bandwidth. These conditions must be those which provide the lowest value of the noise figure.

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

5.3.2.9 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.2.10 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.3 Caractéristiques pour applications en commutation

5.3.3.1 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.

5.3.3.2 Courant de drain au blocage

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.

5.3.3.3 Tension grille-source au blocage (V_{GSoff})

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.

5.3.3.4 Tension grille-source de seuil ($V_{GS(TO)}$)

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.

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

5.3.2.9 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.2.10 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.3 Characteristics for switching applications

5.3.3.1 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.

5.3.3.2 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.

5.3.3.3 Gate-source cut-off voltage (V_{GSoff})

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.

5.3.3.4 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(To)}$)

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.

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

5.3.3.5 Caractéristiques à l'état passant

5.3.3.5.1 Tension drain-source à l'état passant;

($V_{DS(on)}$)

Tension de saturation drain-source

Valeur maximale, pour une valeur élevée spécifiée du courant de drain et de la tension grille-source, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée, ou (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement).

5.3.3.5.2 Résistance drain-source à l'état passant ($r_{DS(on)}$)

Valeur maximale, pour un courant de drain et une tension grille-source spécifiée, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température plus élevée spécifiée.

5.3.3.6 Capacité grille-source en petits signaux, à une fréquence spécifiée

- Valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.1.
- S'il y a lieu, valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.

5.3.3.7 Capacité drain-source en petits signaux, à une fréquence spécifiée

- Valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.1.
- S'il y a lieu, valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.

5.3.3.8 Capacité grille-drain en petits signaux, à une fréquence spécifiée

- Valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.1.
- S'il y a lieu, valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées en 5.3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.

5.3.3.9 Temps de commutation (voir figure 5)

Ils sont donnés dans les conditions suivantes:

- en montage source commune;
- dans une condition spécifiée où soient incluses la capacité et la résistance de charge de sortie;
- les temps de transition, l'amplitude et la fréquence de répétition de l'impulsion d'entrée doivent être spécifiés;
- V_{GS} (à l'état bloqué) doit être supérieure ou égale à la tension grille-source au blocage maximale pour les dispositifs de types A et B, ou inférieure à la tension grille-source de seuil minimale pour les dispositifs de type C;
- V_{GS} (à l'état passant) doit correspondre à un fort courant de drain.

– Valeurs maximales de $t_{d(on)}$, t_r , $t_{d(off)}$ et t_f séparément.

NOTE Lorsque $t_{d(off)}$ n'est qu'une faible partie du temps total de coupure (t_{off}), on peut ne donner qu'une valeur maximale pour t_{off} .

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

5.3.3.5 On-state characteristics**5.3.3.5.1 Drain-source on-state voltage;** $(V_{DS(on)})$

Drain-source saturation voltage

Maximum value, at a specified large value of drain current and gate-source voltage, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

or (for power MOSFET only):

5.3.3.5.2 Drain-source on-state resistance ($r_{DS(on)}$)

Maximum value, at a specified large value of drain current and gate-source voltage, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

5.3.3.6 Small-signal gate-source capacitance at a specified frequency

- Maximum value, under the electrical conditions specified in 5.3.3.1.
- Where appropriate, maximum value, under the electrical conditions specified in 5.3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.

5.3.3.7 Small-signal drain-source capacitance at specified frequency

- Maximum value under the electrical conditions specified in 5.3.3.1.
- Where appropriate, maximum value under the electrical conditions specified in 5.3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.

5.3.3.8 Small-signal gate-drain capacitance at specified frequency

- Maximum value under the electrical conditions specified in 5.3.3.1.
- Where appropriate, maximum value under the electrical conditions specified in 5.3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.

5.3.3.9 Switching times (see figure 5)

They are stated under the following conditions:

- common-source configuration;
- specified condition in which output loading capacitance and resistance shall be included;
- input pulse transition times, amplitude and repetition frequency to be specified;
- $V_{GS(off-state)}$ must be greater than or equal to the maximum gate-source cut-off voltage for type A and B devices, or lower than the minimum gate-source threshold voltage for type C devices;
- $V_{GS(on-state)}$ must correspond to a high drain current.

– Maximum values of: $t_{d(on)}$, t_r , $t_{d(off)}$ and t_f separately.

NOTE Where $t_{d(off)}$ is only a small fraction of the total turn-off time (t_{off}), a maximum value for t_{off} alone is adequate.

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

	TYPES		
	A	B	C
5.3.3.10 Caractéristiques de la diode inverse (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)			
5.3.3.10.1 Tension directe ($V_{D(B)}$)		+	+
Valeur maximale pour un courant de source spécifié ($I_{S(B)}$) et $V_{GS} = 0$.			
5.3.3.10.2 Temps de recouvrement inverse ($t_{rr(B)}$)		+	+
Valeur maximale dans des conditions spécifiées.			
5.3.3.10.3 Valeur de pointe du courant de recouvrement inverse (I_{SRM})		*	+
Valeur maximale dans des conditions spécifiées.			
5.3.3.11 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite: Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$). Valeur maximale.		+	+
5.3.3.12 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite: Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$). Valeur maximale.		+	+
5.3.4 Caractéristiques pour applications en découpeur			
5.3.4.1 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.		+	+
5.3.4.2 Tension drain-source à l'état passant (tension de saturation) ou résistance drain-source à l'état passant. Valeur maximale pour des valeurs faibles du courant de drain, pour les deux polarités, et pour une tension grille-source spécifiée.	+	+	+

5.3.3.10 Characteristics of the inverse diode (for power MOSFET) only**5.3.3.10.1** Forward voltage ($V_{D(B)}$)

Maximum value at specified source current ($I_{S(B)}$) and at $V_{GS} = 0$.

5.3.3.10.2 Reverse recovery time ($t_{rr(B)}$)

Maximum value under specified conditions.

5.3.3.10.3 Peak value of reverse recovery current (I_{SRRM})

Maximum value under specified conditions.

5.3.3.11 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.3.12 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.4 Characteristics for chopper applications**5.3.4.1** 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.

5.3.4.2 Drain-source on-state voltage (saturation voltage) or drain-source on-state resistance.

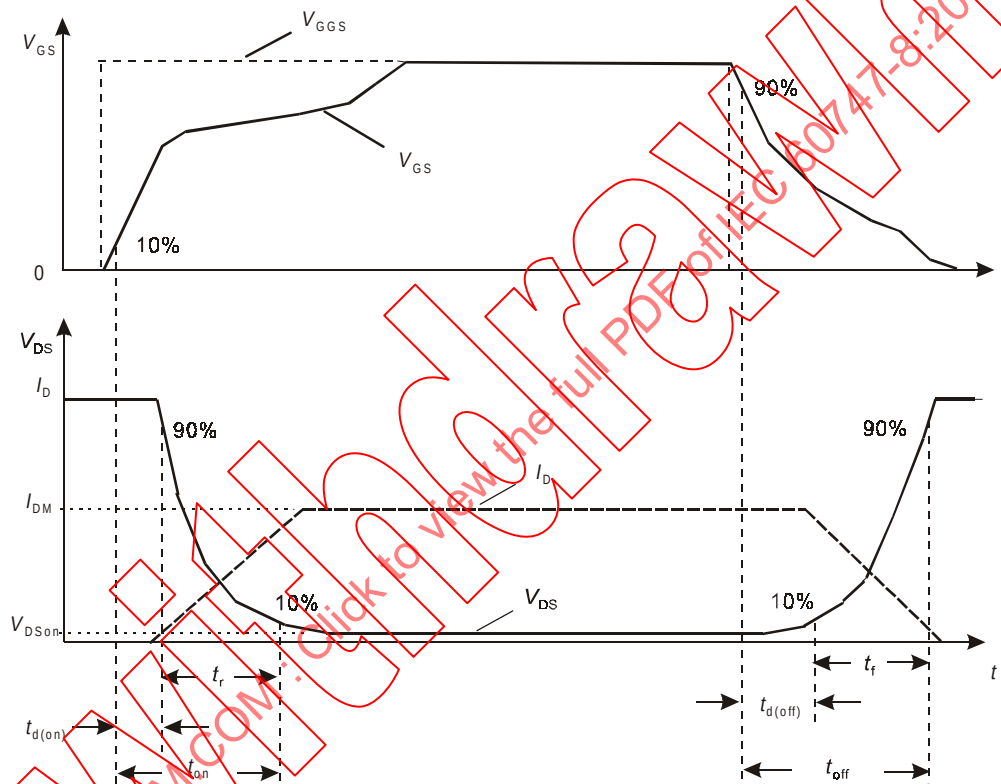
Maximum value, at specified low values of drain current, for both polarities, and at a specified gate-source voltage.

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

5.3.4.3 Courant de drain au blocage ou résistance drain-source à l'état bloqué

Valeur maximale du courant drain-source au blocage (ou bien, valeur minimale de la résistance drain-source à l'état bloqué) pour des valeurs faibles de la tension drain-source, pour les deux polarités et pour une tension grille-source spécifiée.

TYPES		
A	B	C
+	+	+



IEC 2708/2000

Figure 5 – Temps de commutation

TYPES		
A	B	C
+	+	+

5.3.4.3 Drain cut-off current or drain-source off-state resistance

Maximum value of drain-source cut-off current (or alternatively, minimum value of drain-source off-state resistance), at specified low values of drain-source voltage for both polarities and at a specified gate-source voltage.

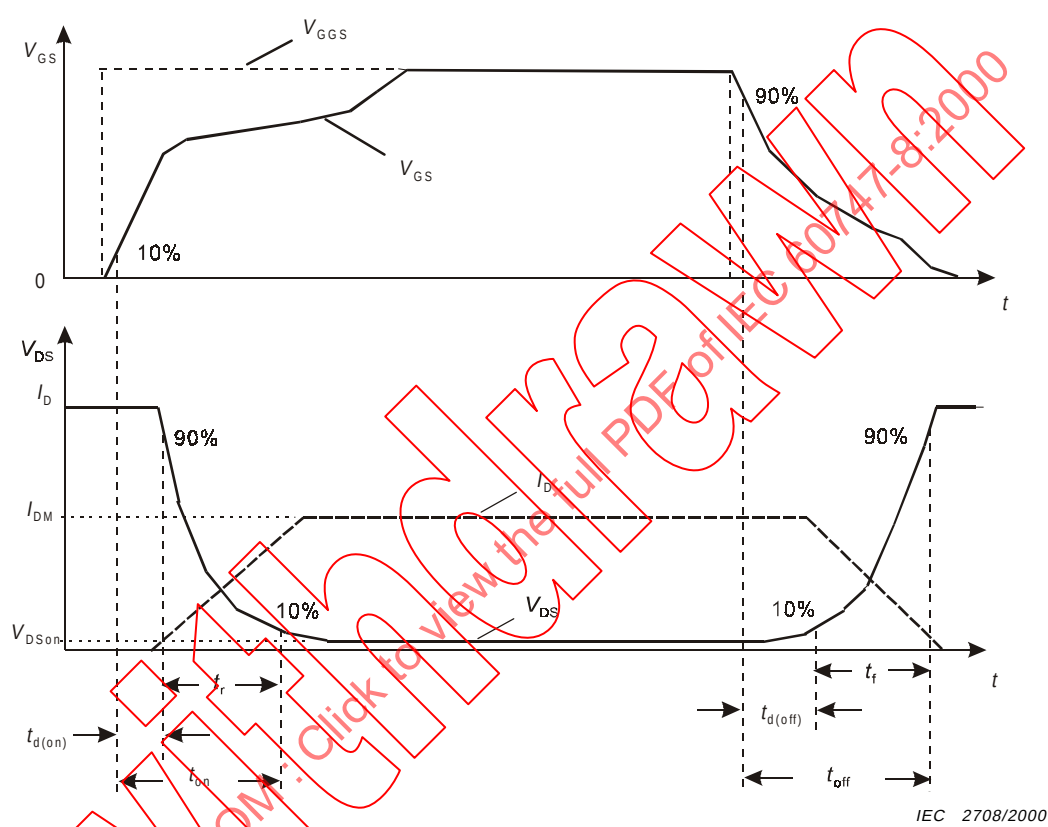


Figure 5 – Switching times

5.3.4.4 Capacité drain-source (C_{ds})

Valeur maximale, pour une tension drain-source nulle et une tension grille-source spécifiée ou, s'il y a lieu, capacité source-boîtier et capacité drain-boîtier.

5.3.4.5 Capacité grille-drain (C_{gd})

Valeur(s) maximale et, s'il y a lieu, minimale pour une tension drain-source nulle et une tension grille source spécifiée.

5.3.4.6 Transconductance directe (g_{fs}) (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)

Valeur minimale, pour une tension drain-source et un courant de drain spécifié, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.

5.3.4.7 Caractéristiques de la diode inverse (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)

5.3.4.7.1 Tension directe ($V_{D(B)}$). Valeur maximale pour un courant de source spécifié ($I_{S(B)}$) et $V_{GS} = 0$.

5.3.4.7.2 Temps de recouvrement inverse ($t_{rr(B)}$).

Valeur maximale dans des conditions spécifiées.

5.3.4.8 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.4.9 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

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

5.3.4.4 Drain-source capacitance (C_{ds})

Maximum value, at zero drain-source voltage and at a specified gate-source voltage or, where appropriate, source-case capacitance and drain-case capacitance

5.3.4.5 Gate-drain capacitance (C_{gd})

Maximum and, where appropriate, minimum value(s) at zero drain-source voltage and at a specified gate-source voltage.

5.3.4.6 Forward transconductance (g_{fs}) (for power MOSFET only)

Minimum value, for specified drain-source voltage and drain current, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

5.3.4.7 Characteristics of the inverse diode (for power MOSFET only)

5.3.4.7.1 Forward voltage ($V_{D(B)}$). Maximum value at specified source current ($I_{S(B)}$) and at $V_{GS} = 0$.

5.3.4.7.2 Reverse recovery time ($t_{rr(B)}$).

Maximum value under specified conditions.

5.3.4.8 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.4.9 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

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

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.

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

5.3.5 Characteristics for low-level d.c. amplifier applications

5.3.5.1 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.

5.3.5.2 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.

5.3.5.3 Drain current at zero gate-source voltage (I_{DSS})

Minimum and maximum values, 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.

5.3.5.4 Drain current at specified gate-source voltage (I_{DSX})

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.

5.3.5.5 Gate-source cut-off voltage (V_{GSoff})

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 temperature.

5.3.5.6 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(To)}$)

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.

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

5.3.5.7 Tension de bruit (s'il y a lieu) (V_n)

Valeur maximale en montage source commune, dans des conditions de circuit spécifiées.

5.3.5.8 Transconductance directe (g_{fs}) (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)

Valeur minimale, pour une tension drain-source et un courant de drain spécifiés, à la température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température plus élevée spécifiée.

5.3.5.9 Caractéristiques de la diode inverse (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement)

5.3.5.9.1 Tension directe ($V_{D(B)}$)

Valeur maximale pour un courant de source spécifié ($I_{S(B)}$) et $V_{GS} = 0$.

5.3.5.9.2 Temps de recouvrement inverse ($t_{rr(B)}$)

Valeur maximale dans des conditions spécifiées.

5.3.5.10 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite:

Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.5.11 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite

Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$).

Valeur maximale.

5.3.6 Caractéristiques pour applications en résistance commandée par la tension

5.3.6.1 Courant de grille résiduel

Courant de fuite de grille

Valeur maximale pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, les autres connexions de bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température plus élevée spécifiée.

5.3.6.2 Résistance dynamique drain-source (r_{ds})

Valeurs minimale ou maximale pour une tension drain-source nulle et pour deux ou plusieurs tensions grille-source spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.

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

5.3.5.7 Noise voltage (where appropriate) (V_n)

Maximum value in common-source configuration, under specified circuit conditions.

5.3.5.8 Forward transconductance (g_{fs}) (for power MOSFET only)

Minimum value, for specified drain-source voltage and drain current, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

5.3.5.9 Characteristics of the inverse diode (for power MOSFET only)**5.3.5.9.1** Forward voltage ($V_{D(B)}$)

Maximum value at specified source current ($I_{S(B)}$) and at $V_{GS} = 0$.

5.3.5.9.2 Reverse recovery time ($t_{rr(B)}$)

Maximum value under specified conditions.

5.3.5.10 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.5.11 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance, channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.6 Characteristics for voltage-controlled resistor applications**5.3.6.1** Gate cut-off current

Gate leakage current

Maximum value, at specified gate-source or gate-drain voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.

5.3.6.2 Small-signal drain-source resistance (r_{ds})

Minimum and maximum small-signal values, at zero drain-source voltage and at two or more specified gate-source voltages, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.

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

	TYPES		
	A	B	C
5.3.6.3 Taux de distorsion de non-linéarité de la résistance drain-source en petits signaux, s'il y a lieu Valeur maximale (totale ou par rang d'harmoniques), pour des conditions spécifiées de tension drain-source et grille-source, et pour un signal alternatif drain-source spécifié, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température plus élevée spécifiée.	+	+	+
5.3.6.4 Coefficient de température de la résistance drain-source en petits signaux Valeur typique.	+	+	+
5.3.6.5 Capacités en basse fréquence a) Capacité drain-source Valeur maximale mesurée en petits signaux, pour une tension drain-source nulle et une tension grille-source spécifiée, la grille étant court-circuitée à la source du point de vue alternatif. b) Capacité drain-grille Valeur maximale mesurée en petits signaux, pour une tension drain-source nulle et pour une tension grille-source spécifiée, la grille étant court-circuitée à la source du point de vue alternatif. c) Capacité grille-source (s'il y a lieu) Valeur maximale mesurée en petits signaux, pour une tension drain-source nulle et pour une tension grille-source spécifiée, le drain étant court-circuité à la source du point de vue alternatif.	+	+	+
5.3.6.6 Transconductance directe (g_{fs}) (pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement) Valeur minimale, pour une tension drain-source et un courant de drain spécifiés, à la température de fonctionnement 25 °C et, s'il y a lieu, à une température plus élevée spécifiée.		+	+
5.3.6.7 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite: Résistance thermique canal-ambiante ou canal-boîtier ($R_{th(j-amb)}$) ou ($R_{th(j-case)}$). Valeur maximale.		+	+
5.3.6.8 Pour les transistors à effet de champ MOS de puissance uniquement et lorsque la température virtuelle de canal est indiquée en tant que valeur limite: Impédance thermique transitoire canal-ambiante ou canal-boîtier ($Z_{th(j-amb)}$) ou ($Z_{th(j-case)}$). Valeur maximale.		+	+

5.3.6.3 Non-linearity distortion factor of drain-source small-signal resistance, where appropriate

Maximum value (total or individual harmonic contents), at specified drain-source and gate-source voltages and at specified drain-source a.c. signal, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.

5.3.6.4 Temperature coefficient of the small-signal drain-source resistance

Typical value.

5.3.6.5 Capacitances at a specified low frequency

a) Drain-source capacitance

Maximum small-signal value, at zero drain-source voltage, at a specified gate-source voltage, with the gate short-circuited for a.c. to the source.

b) Drain-gate capacitance

Maximum small-signal value at zero drain-source voltage, at a specified gate-source voltage, with the gate short-circuited for a.c. to the source.

c) Gate-source capacitance (where appropriate)

Maximum small-signal value at zero drain-source voltage, at a specified gate-source voltage, with the drain short-circuited for a.c. to the source

5.3.6.6 Forward transconductance (g_{fs}) (for power MOSFET only)

Minimum value, for specified drain-source voltage and drain current, at an operating temperature of 25 °C and, where appropriate, at a specified higher temperature.

5.3.6.7 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Thermal resistance channel-to-ambient or channel-to-case ($R_{th(j-amb)}$) or ($R_{th(j-case)}$).

Maximum value.

5.3.6.8 For power MOSFET only and when virtual channel temperature is quoted as a rating:

Transient thermal impedance channel-to-ambient or channel-to-case ($Z_{th(j-amb)}$) or ($Z_{th(j-case)}$).

Maximum value.

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

5.3.7 Caractéristiques spécifiques des transistors à effet de champ appariés pour applications différentielles en basse fréquence

5.3.7.1 Différence des courants de grille résiduels

Différence des courants de fuite de grille ($I_{G1} - I_{G2}$)

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

5.3.7.2 Rapports des courants de drain

5.3.7.2.1 Rapport des courants de drain pour une tension grille-source nulle (I_{DSS1} / I_{DSS2})

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

5.3.7.2.2 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.

5.3.7.3 Différence des conductances de sortie en petits signaux et en source commune, s'il y a lieu ($g_{os1} - g_{os2}$)

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.

5.3.7.4 Rapport des transconductances directes en petits signaux et en source commune ($g_{fs1} - g_{fs2}$)

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.

5.3.7.5 Différence des tensions grille-source ($V_{GS1} - V_{GS2}$)

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.

5.3.7.6 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 en 5.3.7.5) 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
+	+	+
+	+	
		+
+	+	+
+	+	+
+	+	+
+	+	+

	TYPES		
	A	B	C
5.3.7 Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors for low-frequency differential applications			
5.3.7.1 Difference of gate cut-off currents	+		
Difference of gate leakage currents ($I_{G1} - I_{G2}$)		+	+
Maximum absolute value, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.			
5.3.7.2 Ratio of drain currents			
5.3.7.2.1 Ratio of drain currents for zero gate-source voltage (I_{DSS1} / I_{DSS2})	+	+	
Minimum value of the ratio of the drain currents, at a specified drain-source voltage and zero gate-source voltage.			
5.3.7.2.2 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.			
5.3.7.3 Difference of small-signal common-source output conductances, where appropriate ($g_{os1} - g_{os2}$)	+	+	+
Maximum absolute value of the difference of the output conductances, at specified drain-gate or drain-source voltage, drain current, and frequency.			
5.3.7.4 Ratio of small-signal common-source forward transconductances ($g_{fs1} - g_{fs2}$)	+	+	+
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.			
5.3.7.5 Difference of gate-source voltages ($V_{GS1} - V_{GS2}$)	+	+	+
Maximum absolute value of the difference of the gate-source voltages, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.			
5.3.7.6 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 5.3.7.5) between two specified temperatures, at the same specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.			

5.4 Données d'applications

5.4.1 Intermodulation et CAG

Pour les applications en haute fréquence et pour les trois catégories de dispositifs, quelques indications sur les caractéristiques d'intermodulation et le CAG suivant l'application envisagée doivent être données. Ceci doit couvrir une gamme convenable de courants d'alimentation et de fréquences.

6 Méthodes de mesure

6.1 Généralités

6.1.1 Polarité

Les polarités des alimentations, indiquées dans les circuits figurant dans la présente norme, sont valables pour les dispositifs de type à canal N. Cependant, on peut adapter les circuits pour les dispositifs de type à canal P en changeant la polarité des appareils de mesure et des alimentations.

6.1.2 Précautions générales

Les précautions générales énumérées dans l'article 1 du chapitre VII de la CEI 60747-1 s'appliquent ici. En outre, on doit veiller tout particulièrement à utiliser des alimentations continues dont le taux d'ondulation est faible et à découpler toutes les sources de tension de polarisation à la fréquence de mesure.

Pour les dispositifs à quatre sorties, on doit connecter la quatrième sortie selon ce qui est spécifié.

6.1.3 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 de manipulation données dans l'article 1, chapitre IX, de la CEI 60747-1.

6.1.4 Catégories pour les différents types

Voir article 3.

6.2 Courant résiduel de grille ou courant de fuite de grille

6.2.1 Courant résiduel de grille du type à jonction de grille (type A)

6.2.1.1 But

Mesurer le courant résiduel de grille d'un transistor à effet de champ à jonction de grille, dans des conditions spécifiées.

5.4 Application data

5.4.1 Intermodulation and AGC

For high-frequency applications and for all three categories of devices, some indication of the intermodulation and AGC characteristics, appropriate to the intended device application, must be given. This should cover a suitable range of source currents and frequencies.

6 Measuring methods

6.1 General

6.1.1 Polarity

The polarities of the power supplies, shown in the circuits in this standard, are applicable to N-channel type devices. However, the circuits can be adapted for P-channel type devices by changing the polarities of the meters and the power supplies.

6.1.2 General precautions

The general precautions listed in clause 1, chapter VII of IEC 60747-1 apply. In addition, special care should be taken to use low-ripple d.c. supplies and to decouple adequately all bias supply voltages at the frequency of measurement.

For four-terminal devices, the fourth terminal should be connected as specified.

6.1.3 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 handling precautions given in clause 1, chapter IX, of IEC 60747-1.

6.1.4 Type categories

See clause 3.

6.2 Gate cut-off current or gate leakage current

6.2.1 Gate cut-off current of junction-gate type (type A)

6.2.1.1 Purpose

To measure the gate cut-off current of a junction-gate field-effect transistor, under specified conditions.

6.2.1.2 Schéma

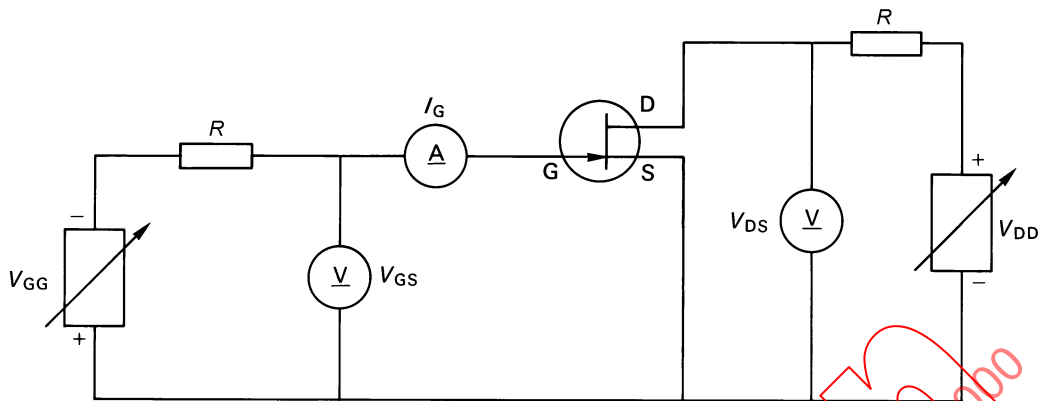


Figure 6 – Circuit fondamental pour la mesure du courant résiduel de grille

6.2.1.3 Exécution

Amener la tension drain-source à la valeur spécifiée (si cette tension spécifiée est nulle, les bornes de drain et de source doivent être court-circuitées). Mesurer le courant résiduel de grille à la tension grille-source spécifiée, en utilisant pour I_G un ampèremètre sensible.

6.2.1.4 Conditions spécifiées

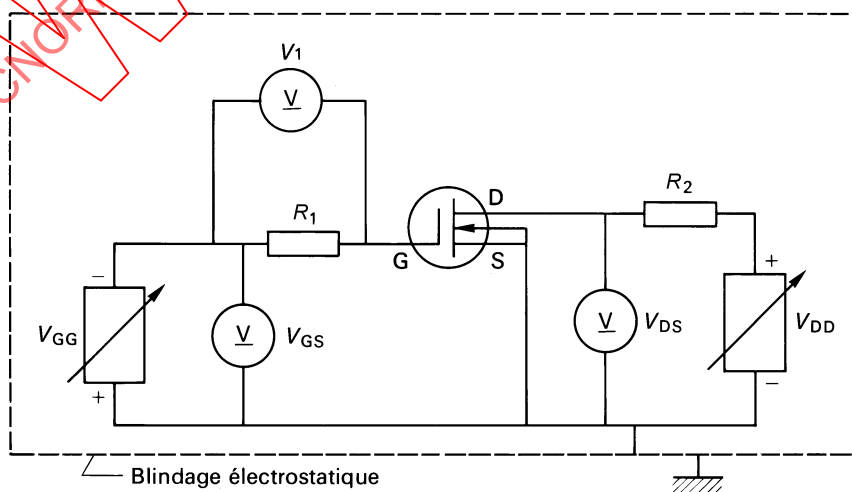
- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

6.2.2 Courant de fuite de grille du type à grille isolée (types B et C)

6.2.2.1 But

Mesurer le courant de fuite d'un transistor à effet de champ à grille isolée, dans des conditions spécifiées.

6.2.2.2 Schéma



IEC 2710/2000

Figure 7 – Circuit fondamental pour la mesure du courant de fuite de grille

6.2.1.2 Circuit diagram

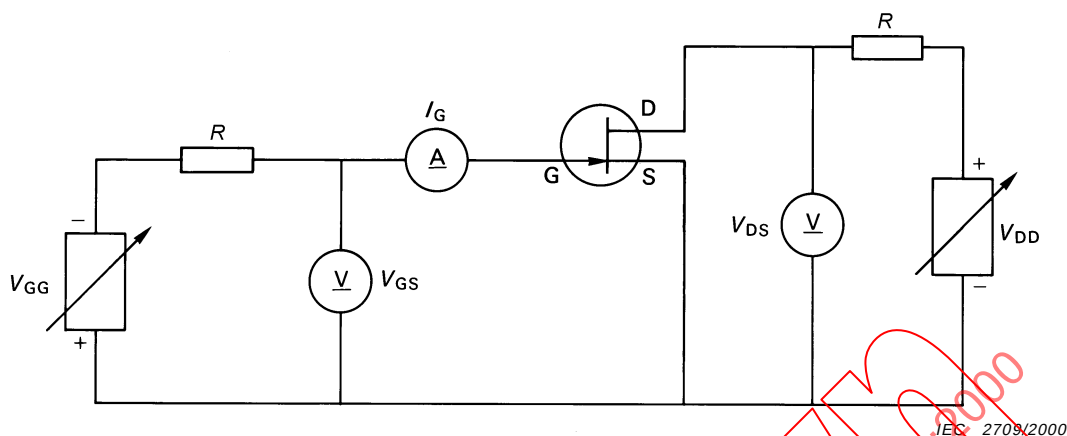


Figure 6 – Basic circuit for the measurement of gate cut-off current

6.2.1.3 Measurement procedure

The drain-source voltage is set to the specified value (if this voltage is specified as zero, drain and source terminals should be short-circuited). The gate cut-off current is measured at the specified gate-source voltage, using a sensitive ammeter for I_G .

6.2.1.4 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

6.2.2 Gate leakage current of insulated-gate type (types B and C)

6.2.2.1 Purpose

To measure the leakage current of an insulated-gate field-effect transistor, under specified conditions.

6.2.2.2 Circuit diagram

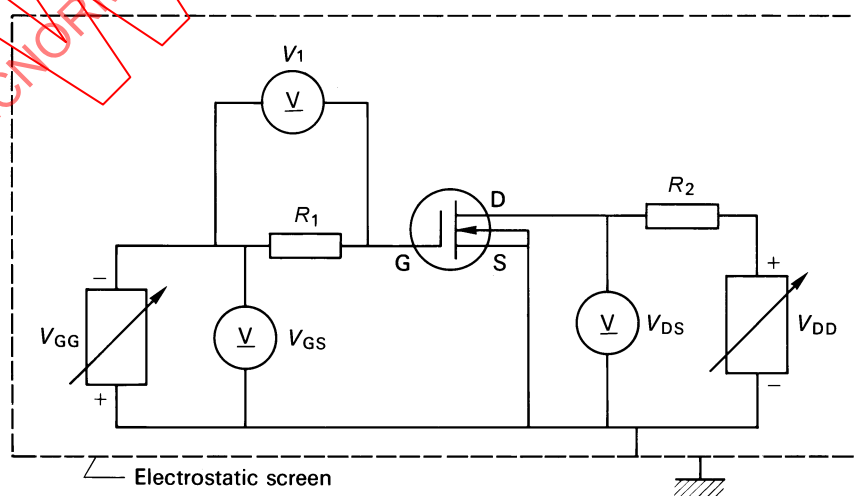


Figure 7 – Basic circuit for the measurement of gate leakage current

6.2.2.3 Description et exigences du circuit

Les bornes de source et de substrat sont réunies. R est une résistance de protection. La valeur de la résistance R_1 doit être inférieure à $V_{GS}/100 I_{GSmax}$. Le voltmètre V_1 doit avoir une grande sensibilité et une résistance d'entrée supérieure à 100 fois R_1 . Le courant de fuite de grille est donné par:

$$I_{GS} = \frac{V_1}{R_1}$$

6.2.2.4 Précautions à prendre

- Le circuit complet doit être placé à l'intérieur d'un écran électrostatique.
- On doit veiller à éviter les mesures incorrectes dues aux courants de fuite existant entre la borne de grille et tout autre point du circuit.

6.2.2.5 Exécution

Amener la tension drain-source à la valeur spécifiée.

Mesurer la tension V_1 à la tension grille-source spécifiée et calculer la valeur du courant de fuite de grille.

6.2.2.6 Conditions spécifiées

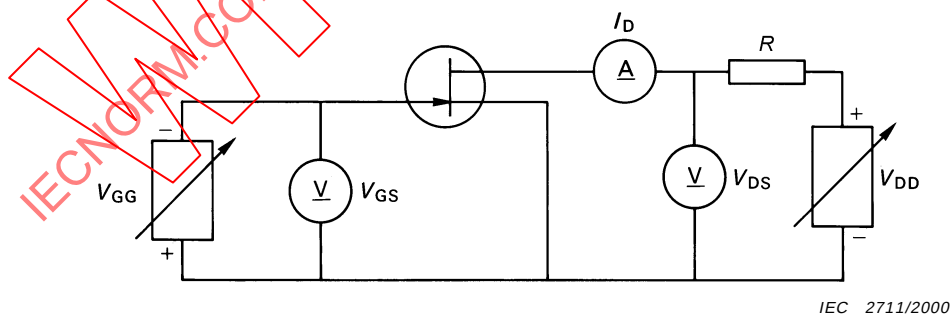
- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

6.3 Courant de drain (types A, B et C) (I_D)

6.3.1 But

Mesurer le courant de drain d'un transistor à effet de champ, dans des conditions spécifiées.

6.3.2 Schéma



IEC 2711/2000

Figure 8 – Circuit fondamental pour la mesure du courant de drain

6.3.3 Description et exigences du circuit

R est une résistance de protection.

6.3.4 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.2.2.3 Circuit description and requirements

The source and substrate terminals are connected together. R is a protective resistor. The value of resistor R_1 should be smaller than $V_{GS}/100 I_{GSmax}$. Voltmeter V_1 should have a high sensitivity and an input resistance of more than 100 times R_1 . The gate leakage current is given by:

$$I_{GS} = \frac{V_1}{R_1}$$

6.2.2.4 Precautions to be observed

- The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.
- Special care should be taken to avoid incorrect measurements caused by leakage currents occurring between the gate terminal and any other node in the circuit.

6.2.2.5 Measurement procedure

The drain-source voltage is adjusted to the specified value.

The voltage V_1 is measured at the specified gate-source voltage and the value of gate leakage current is calculated.

6.2.2.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

6.3 Drain current (types A, B and C) (I_D)

6.3.1 Purpose

To measure the drain current of a field-effect transistor, under specified conditions.

6.3.2 Circuit diagram

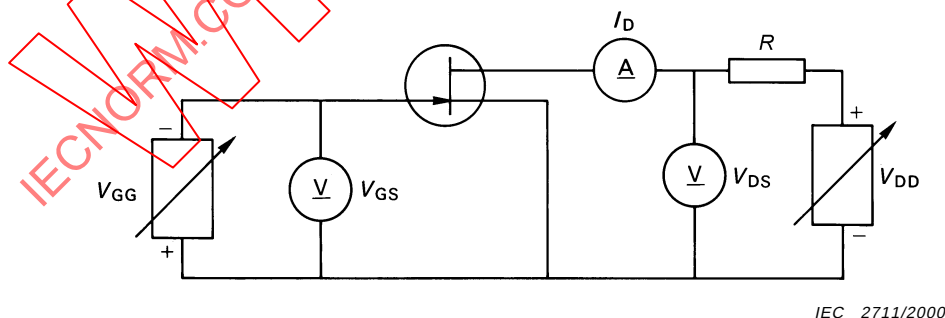


Figure 8 – Basic circuit for the measurement of drain current

6.3.3 Circuit description and requirements

R is a protective resistor.

6.3.4 Precautions to be observed

See general precautions.

6.3.5 Exécution

Appliquer à la grille la tension grille-source spécifiée. Si cette tension est spécifiée comme devant être nulle, la grille doit être court-circuitée à la source.

Mesurer le courant de drain à la tension drain-source spécifiée.

6.3.6 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

6.4 Courant de drain au blocage (types A, B et C)

6.4.1 But

Mesurer le courant de drain au blocage d'un transistor à effet de champ, dans des conditions spécifiées.

6.4.2 Schéma

On peut utiliser le circuit de la figure 8 pour cette mesure.

6.4.3 Précautions à prendre (pour les types B et C)

Le circuit complet doit être placé à l'intérieur d'un écran électrostatique.

6.4.4 Exécution

Choisir le courant de drain de telle sorte que le dispositif fonctionne dans la région de blocage.

6.4.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

6.5 Tension grille-source de blocage (types A et B) (V_{GSoff})

6.5.1 But

Mesurer la tension grille-source de blocage, dans des conditions spécifiées.

6.5.2 Schéma

Le circuit de la figure 8 peut être utilisé pour cette mesure.

6.5.3 Précautions à prendre

Le circuit complet doit être placé à l'intérieur d'un écran électrostatique.

6.3.5 Measurement procedure

The specified gate-source voltage is applied to the gate. If this voltage is specified as zero, the gate should be short-circuited to the source.

The drain current is measured at the specified drain-source voltage.

6.3.6 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

6.4 Drain cut-off current (types A, B and C)

6.4.1 Purpose

To measure the drain cut-off current of a field-effect transistor, under specified conditions.

6.4.2 Circuit diagram

The circuit of figure 8 may be used for this measurement.

6.4.3 Precautions to be observed (for types B and C)

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

6.4.4 Measurement procedure

The drain current is chosen so that the device is operating in the cut-off region.

6.4.5 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

6.5 Gate-source cut-off voltage (types A and B) (V_{GSoff})

6.5.1 Purpose

To measure the gate-source cut-off voltage, under specified conditions.

6.5.2 Circuit diagram

The circuit of figure 8 may be used for this measurement.

6.5.3 Precautions to be observed

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

6.5.4 Exécution

Appliquer la tension drain-source spécifiée.

NOTE On peut appliquer, si nécessaire, une tension supplémentaire substrat-source.

Régler la tension grille-source pour obtenir le courant de drain spécifié dans la région de blocage. Cela représente la valeur recherchée de la tension grille-source de blocage.

6.5.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension drain-source.
- Courant de drain.

6.6 Tension de seuil grille-source (type C) ($V_{GS(TO)}$)

6.6.1 But

Mesurer la tension de seuil grille-source, dans des conditions spécifiées.

6.6.2 Schéma

On peut utiliser pour cette mesure le circuit de la figure 8, avec un blindage convenable; toutefois la polarité de la tension grille-source doit être inversée.

6.6.3 Précautions à prendre

Le circuit complet doit être placé à l'intérieur d'un écran électrostatique.

6.6.4 Exécution

Appliquer la tension drain-source spécifiée.

Régler la tension grille-source pour obtenir le courant de drain spécifié. Cela représente la valeur recherchée de la tension de seuil grille-source.

6.6.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension drain-source.
- Courant de drain.

6.7 Capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C) (C_{iss})

6.7.1 But

Mesurer la capacité d'entrée en petits signaux d'un transistor à effet de champ, dans des conditions spécifiées.

6.5.4 Measurement procedure

The specified drain-source voltage is applied.

NOTE An additional substrate-source voltage may be applied if necessary.

The gate-source voltage is adjusted to obtain the specified drain current in the cut-off region. This is the required value of the gate-source cut-off voltage.

6.5.5 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Drain-source voltage.
- Drain current.

6.6 Gate-source threshold voltage (type C) ($V_{GS(TO)}$)

6.6.1 Purpose

To measure the gate-source threshold voltage, under specified conditions.

6.6.2 Circuit diagram

The circuit of figure 8 with suitable shield may be used for this measurement, except that the polarity of the gate-source voltage should be reversed.

6.6.3 Precautions to be observed

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

6.6.4 Measurement procedure

The specified drain-source voltage is applied.

The gate-source voltage is adjusted to obtain the specified drain current. This is the required value of the gate-source threshold voltage.

6.6.5 Specified conditions

- Ambient or reference-point temperature.
- Drain-source voltage.
- Drain current.

6.7 Small-signal short-circuit input capacitance (types A, B and C) (C_{iss})

6.7.1 Purpose

To measure the small-signal input capacitance of a field-effect transistor, under specified conditions.

6.7.2 Schéma

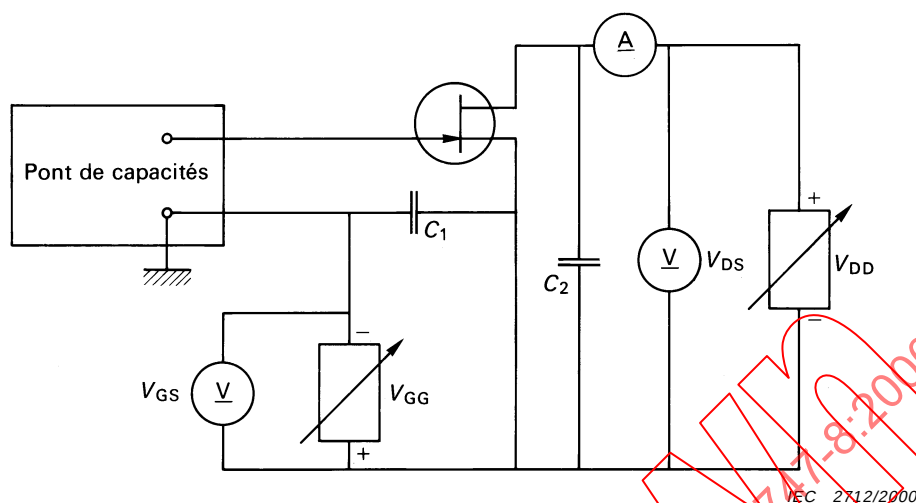


Figure 9 – Circuit fondamental pour la mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux

6.7.3 Description et exigences du circuit

On utilise un pont de capacités pour cette mesure.

Si le pont ne peut pas (ou ne doit pas) être traversé par le courant continu, on peut utiliser l'autre circuit de polarisation (shunt) indiqué dans la figure 10.

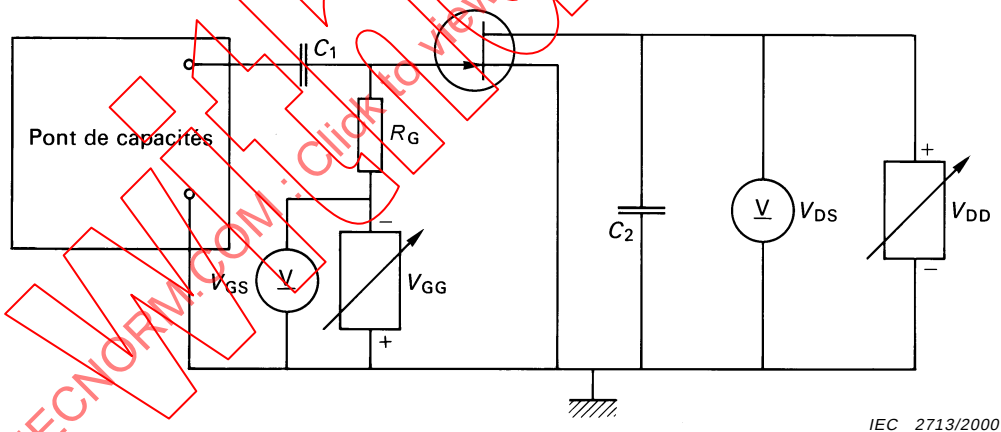


Figure 10 – Autre circuit de mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux

Les capacités C_1 et C_2 doivent présenter des courts-circuits à la fréquence de mesure et satisfaire aux conditions suivantes:

$$\begin{aligned} \omega C_1 &\gg |y_{is}| \\ \omega C_2 &\gg |y_{os}| \end{aligned}$$

6.7.2 Circuit diagram

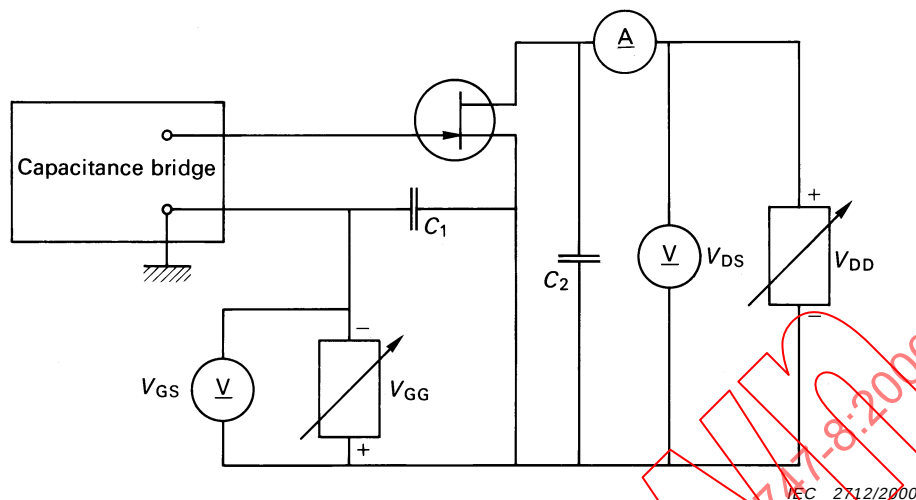


Figure 9 – Basic circuit for the measurement of small-signal short-circuit input capacitance

6.7.3 Circuit description and requirements

A capacitance bridge is used for this measurement.

If the bridge cannot (or should not) pass d.c., the alternative (shunt) bias circuit shown in figure 10 may be used.

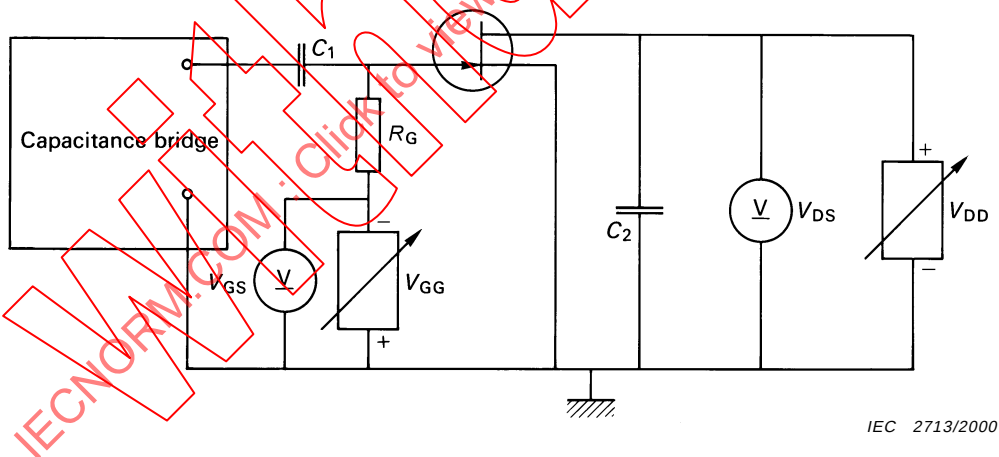


Figure 10 – Alternative circuit for measurement of small-signal short-circuit input capacitance

Capacitances C_1 and C_2 should present short circuits at the measurement frequency, satisfying the following conditions:

$$\begin{aligned}\omega C_1 &\gg |y_{is}| \\ \omega C_2 &\gg |y_{os}|\end{aligned}$$

6.7.4 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.7.5 Exécution

En l'absence de dispositif dans le support de mesure, effectuer les réglages de zéro du pont.

Placer ensuite le dispositif à mesurer dans le support de mesure. Régler la tension drain-source (V_{DS}) et la tension grille-source (V_{GS}) pour obtenir les conditions de polarisation spécifiées.

Réaliser à nouveau l'équilibre du pont; la variation dans la lecture de capacité est la valeur de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux.

6.7.6 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source.
- Fréquence de mesure.

6.8 Conductance de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (type A, B et C) (g_{oss})

6.8.1 But

Mesurer la conductance de sortie en petits signaux, dans des conditions spécifiées.

6.8.2 Généralités

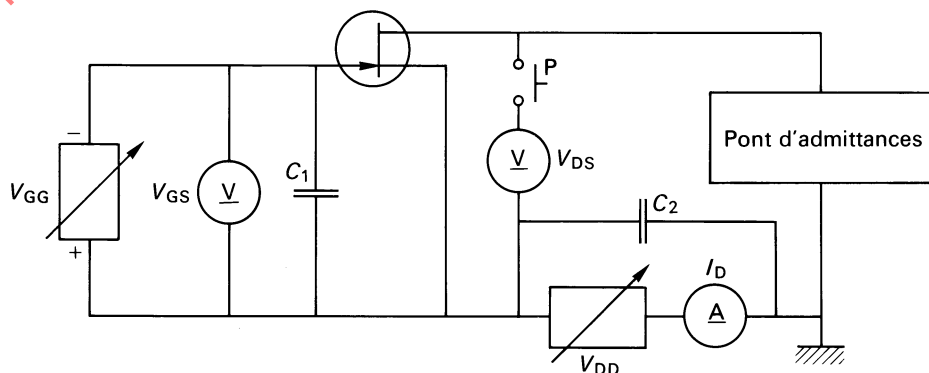
On décrit deux circuits, l'un utilisant une méthode de zéro, l'autre utilisant le principe des deux voltmètres.

La première méthode nécessite un pont d'admittance, mais a l'avantage que g_{oss} peut être mesurée aux fréquences hautes et basses et que l'on peut mesurer à la fois g_{oss} et C_{oss} .

La deuxième méthode mesure simplement le module de $y_{os} = g_{oss} + j\omega C_{oss}$ qui se réduit à g_{oss} pour des fréquences suffisamment basses.

6.8.3 Méthode de zéro

6.8.3.1 Schéma



IEC 2714/2000

Figure 11 – Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode de zéro)

6.7.4 Precautions to be observed

See general precautions.

6.7.5 Measurement procedure

With no device in the measurement socket, the zero adjustments of the bridge are made.

The device to be measured is then inserted into the measurement socket. The drain-source voltage (V_{DS}) and the gate-source voltage (V_{GS}) are adjusted to obtain the specified bias conditions.

The bridge is rebalanced, and the change in the capacitance reading is the value of the small-signal short-circuit input capacitance.

6.7.6 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage.
- Frequency of measurement.

6.8 Small-signal short-circuit output conductance (type A, B and C) (g_{oss})

6.8.1 Purpose

To measure the small-signal output conductance, under specified conditions.

6.8.2 General

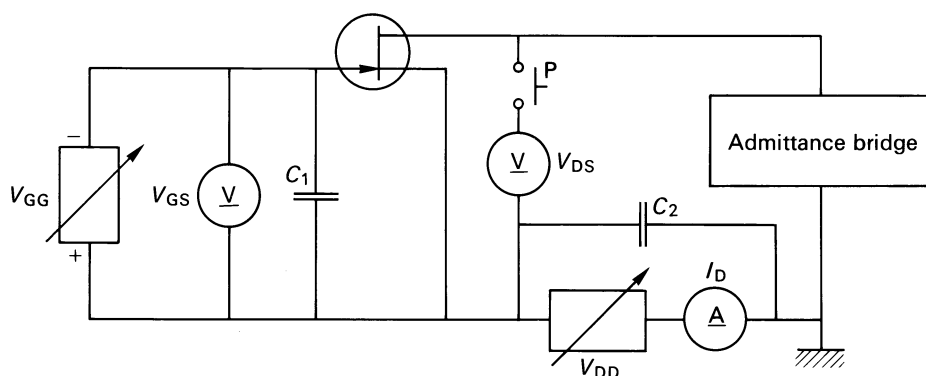
Two alternative circuits are described, one using a null method, the other using the two-voltmeter principle.

The first method requires an admittance bridge but has the advantage that g_{oss} may be measured at high and low frequencies, and that both g_{oss} and C_{oss} may be measured simultaneously.

The second method simply measures the modulus of $y_{os} = g_{oss} + j\omega C_{oss}$ which is identical with g_{oss} for sufficiently low frequency.

6.8.3 Null method

6.8.3.1 Circuit diagram



IEC 2714/2000

Figure 11 – Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (null method)

6.8.3.2 Description et exigences du circuit

On utilise un pont d'admittances pour cette mesure.

Les capacités C_1 et C_2 doivent présenter des court-circuits effectifs à la fréquence de mesure et satisfaire aux conditions suivantes:

$$\omega C_1 \gg |y_{is}|$$

$$\omega C_2 \gg |y_{os}|$$

6.8.3.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.8.3.4 Exécution

En l'absence de dispositif dans le support de mesure, effectuer les réglages de zéro du pont.

Placer ensuite le dispositif à mesurer dans le support de mesure, le bouton-poussoir P étant fermé, régler la tension drain-source (V_{DS}) et la tension grille-source (V_{GS}) pour obtenir les conditions de polarisation spécifiées.

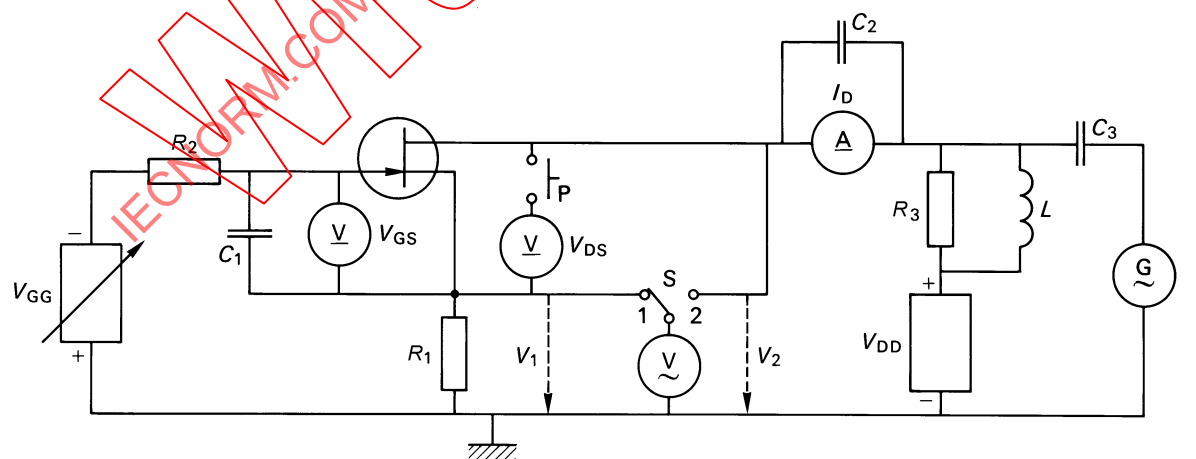
Le bouton-poussoir P étant ouvert, rééquilibrer le pont et lire alors les valeurs de g_{oss} ou de $\text{Re}(y_{os})$ et de $\text{Im}(y_{os})$ si besoin.

6.8.3.5 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure.

6.8.4 Méthode utilisant deux voltmètres

6.8.4.1 Schéma



IEC 2715/2000

P = bouton-poussoir

Figure 12 – Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode des deux voltmètres)

6.8.3.2 Circuit description and requirements

The admittance bridge is used for this measurement.

Capacitances C_1 and C_2 should present short circuits at the measurement frequency, satisfying the following conditions:

$$\omega C_1 \gg |y_{is}|$$

$$\omega C_2 \gg |y_{os}|$$

6.8.3.3 Precautions to be observed

See general precautions.

6.8.3.4 Measurement procedure

With no device in the measurement socket, the zero adjustments of the bridge are made.

The device to be measured is then inserted into the measurement socket; the drain-source voltage (V_{DS}) and the gate-source voltage (V_{GS}) are adjusted to obtain the specified bias conditions with the push-button P closed.

With the push-button P open, the bridge is rebalanced, and the values of g_{oss} or $\text{Re}(y_{os})$ and $\text{Im}(y_{os})$, if needed, are then read.

6.8.3.5 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.8.4 Two-voltmeter method

6.8.4.1 Circuit diagram

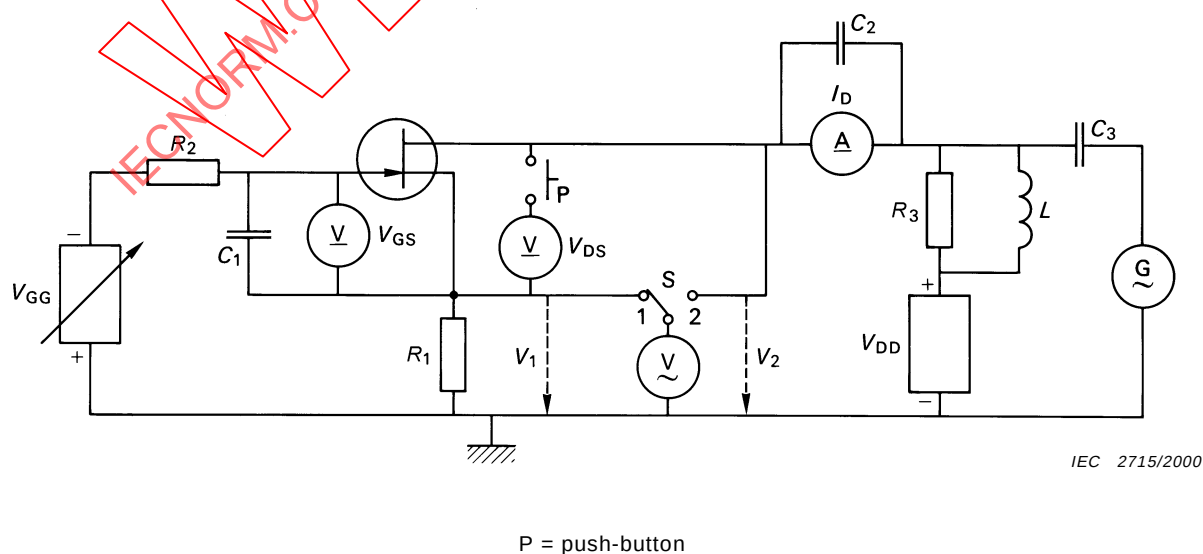


Figure 12 – Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (two-voltmeter method)

6.8.4.2 Description et exigences du circuit

Toutes les tensions de polarisation appliquées doivent être convenablement découplées à la fréquence de mesure.

La valeur de ωC_1 doit être très supérieure à $|y_{is}|$, celle de ωC_2 doit être élevée.

L'inductance L est facultative; sa présence facilite le réglage du point de fonctionnement spécifié.

La résistance R_1 doit être suffisamment faible vis-à-vis de $\frac{1}{g_{oss}}$; dans la pratique, on utilisera une valeur de 10 Ω à 100 Ω , suivant la sensibilité du voltmètre.

Le voltmètre alternatif doit avoir une sensibilité suffisante; pour la mesure de faibles conductances, on prendra de préférence un voltmètre sélectif.

6.8.4.3 Précautions à observer

Voir les précautions générales.

6.8.4.4 Exécution

Placer le dispositif à mesurer dans le support de mesure; le bouton-poussoir P étant fermé, régler la tension drain-source (V_{DS}) et la tension grille-source (V_{GS}) pour obtenir les conditions de polarisation spécifiées.

Le commutateur S étant en position 1, mesurer la valeur $V_1 = I_d R_1$; quand il est en position 2, mesurer la valeur $V_2 = V_{ds} + I_d R_1$.

On a

$$V_2 - V_1 = V_{ds}$$

$$I_d = \frac{V_1}{R_1}$$

$$|y_{os}| = \frac{V_1}{R_1 (V_2 - V_1)} \simeq \frac{V_1}{R_1 V_2} \quad (\text{pour } V_2 \gg V_1)$$

Pour des fréquences suffisamment basses: $|y_{os}| \simeq g_{oss}$.

6.8.4.5 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure.

6.9 Capacité de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (type A, B et C) (C_{oss})

6.9.1 But

Mesurer la capacité de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux, dans des conditions spécifiées.

6.8.4.2 Circuit description and requirements

All bias voltages applied should be adequately decoupled at the frequency of measurement.

The value of ωC_1 should be much larger than $|y_{is}|$; the value ωC_2 should be high.

Inductance L is optional; its use facilitates the adjustment of the specified operating point.

Resistor R_1 should be sufficiently low with respect to $\frac{1}{g_{oss}}$; practically, a value of 10 Ω to 100 Ω , will be used, in accordance with the voltmeter sensitivity.

The a.c. voltmeter should have sufficient sensitivity; for the measurement of low conductances, it should preferably be a selective instrument.

6.8.4.3 Precautions to be observed

See general precautions.

6.8.4.4 Measurement procedure

The device to be measured is inserted into the measurement socket; the drain-source voltage (V_{DS}) and the gate-source voltage (V_{GS}) are adjusted to obtain the specified bias conditions with the push-button P closed.

With the switch S in position 1, the value $V_1 = I_d R_1$ is measured, while with the switch S in position 2, the value $V_2 = V_{ds} + I_d R_1$ is measured.

Thus:

$$V_2 - V_1 = V_{ds}$$

$$I_d = \frac{V_1}{R_1}$$

$$|y_{os}| = \frac{V_1}{R_1 (V_2 - V_1)} \simeq \frac{V_1}{R_1 V_2} \quad (\text{for } V_2 \gg V_1)$$

For sufficiently low frequencies: $|y_{os}| \simeq g_{oss}$.

6.8.4.5 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.9 Small-signal short-circuit output capacitance (type A, B and C) (C_{oss})

6.9.1 Purpose

To measure the small-signal short-circuit output capacitance, under specified conditions.

6.9.2 Généralités

Comme mentionné en 6.8.2 et 6.8.3.2, on peut aussi utiliser pour la mesure de C_{OSS} la méthode indiquée en 6.8.3. Cependant, on préfère fréquemment utiliser une méthode différente pour mesurer C_{OSS} , en particulier lorsque la méthode de 6.8.4 sert à mesurer g_{OSS} .

6.9.3 Schémas

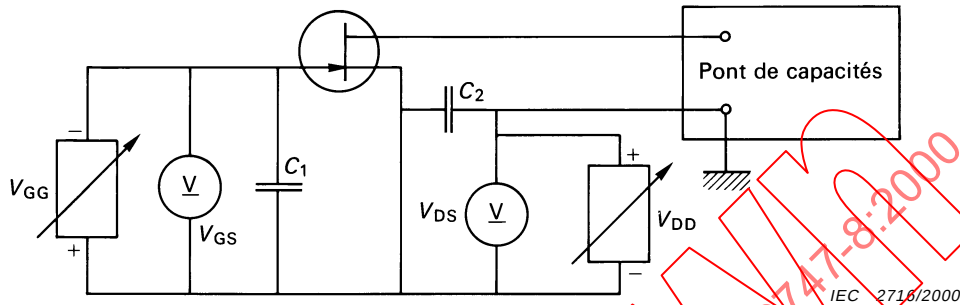


Figure 13 – Circuit fondamental pour la mesure de la capacité de sortie, entrée en court-circuit

Si le pont de capacités ne peut pas (ou ne doit pas) être traversé par le courant continu, on pourra alors utiliser le circuit décrit dans la figure 14.

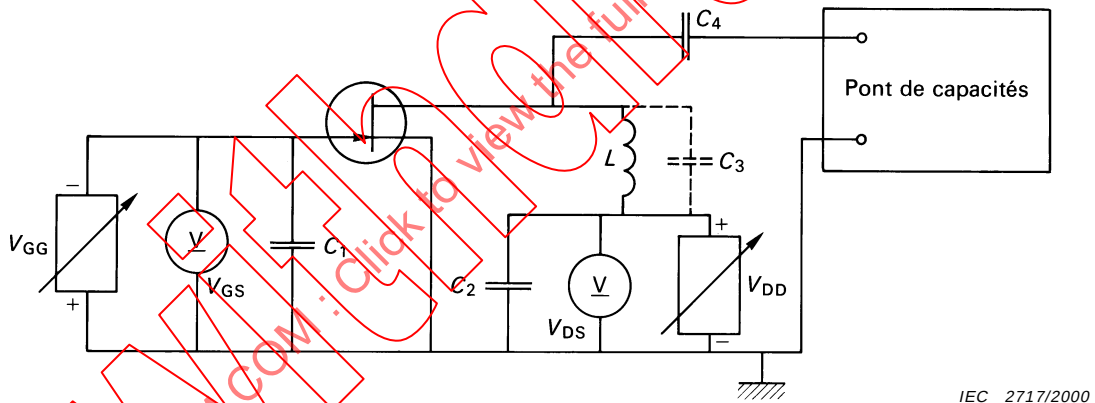


Figure 14 – Autre circuit pour la mesure de la capacité de sortie, entrée en court-circuit

6.9.4 Description et exigences du circuit

On utilise un pont de capacités, ce qui permet d'employer une méthode de zéro. La valeur de C_2 doit être très supérieure à C_{OSS} et celle de ωC_1 , très supérieure à $|y_{is}|$.

L'impédance de L doit être suffisamment élevée, de façon qu'il soit possible de la compenser par les réglages du pont. La résistance en continu doit être faible vis-à-vis de la résistance de sortie du dispositif. Une autre possibilité est d'utiliser un circuit antirésonnant convenable (ou, pour de très faibles courants de drain, une résistance convenable).

6.9.5 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.9.2 General

As mentioned in 6.8.2 and 6.8.3.2, the method of 6.8.3 may also be used for the measurement of C_{OSS} . However, it is often preferable to use a separate method of measurement for C_{OSS} , especially when the method of 6.8.4 is used for the measurement of g_{OSS} .

6.9.3 Circuit diagrams

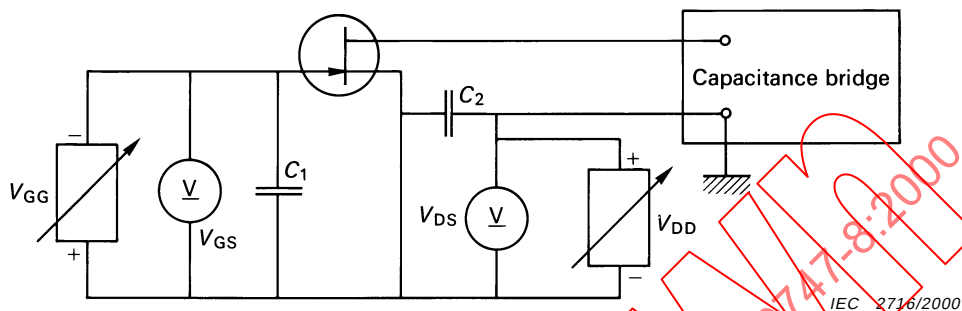


Figure 13 – Basic circuit for measurement of short-circuit output capacitance

If the capacitance bridge cannot (or should not) carry d.c., the alternative circuit shown in figure 14, should be used.

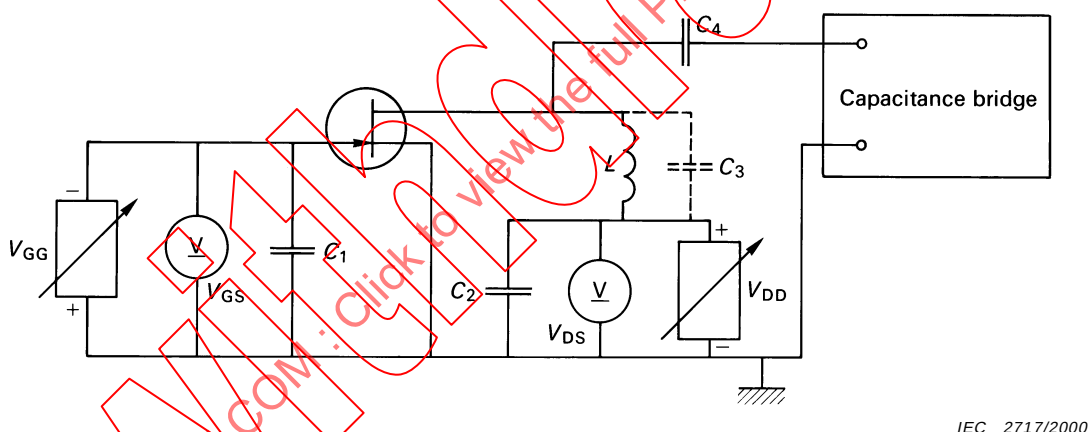


Figure 14 – Alternative circuit for measurement of short-circuit output capacitance

6.9.4 Circuit description and requirements

A capacitance bridge is used, thus making it possible to apply a null method. C_2 should be much larger than C_{OSS} and ωC_1 , much larger than $|y_{is}|$.

The impedance of L should be sufficiently high, so that it is possible to compensate it by the bridge adjustments. The d.c. resistance should be low compared to the output resistance of the device. Alternatively, a suitable tuned parallel resonant circuit (or, at very low drain currents, a suitable resistor) may be used.

6.9.5 Precautions to be observed

See general precautions.

Figure 15 – Circuit pour la mesure de la transconductance directe, sortie en court-circuit, g_{fs}

6.9.6 Measurement procedure

With no device in the measurement socket, the zero adjustments of the capacitance bridge are made.

The device to be measured is then inserted into the measurement socket; V_{DS} and V_{GS} (or I_D) are adjusted to the specified values.

The bridge is rebalanced; the difference of the capacitance readings of this adjustment and that with no device in the measurement socket yields the value of C_{OSS} .

6.9.7 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.10 Small-signal short-circuit forward transconductance (types A, B and C)

6.10.1 Purpose

To measure the small-signal short-circuit forward transconductance, under specified conditions.

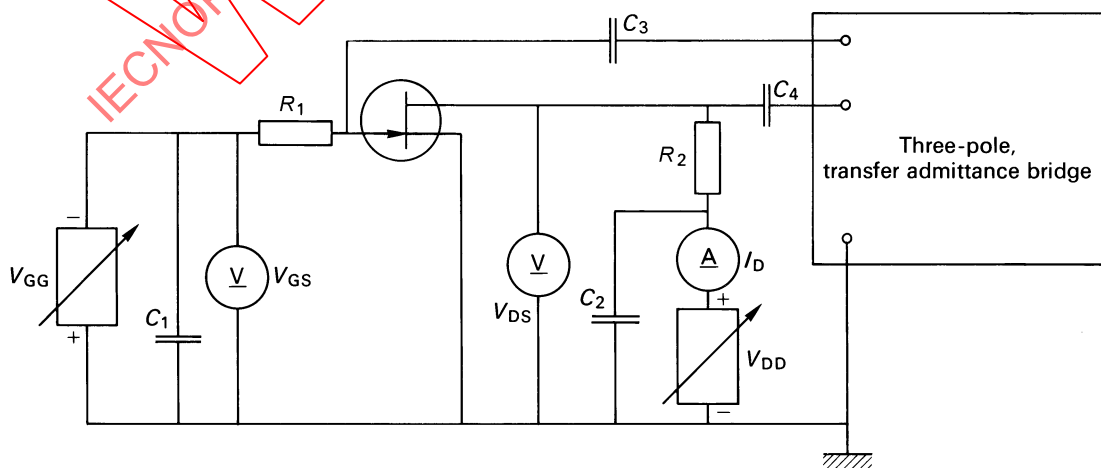
6.10.2 General

Two alternative circuits are described, one using a null method, the other using the two-voltmeter principle.

- The first method needs a three-pole transfer admittance bridge, but has the advantage that g_{fs} may be measured at low frequencies, as well as $y_{fs} = g_{fs} + jb_{fs}$ at high frequencies. Furthermore, it guarantees a real short circuit at the output.
- The second method simply measures the modulus of y_{fs} , which is identical with g_{fs} for sufficiently low frequencies.

6.10.3 Null method

6.10.3.1 Circuit diagram



IEC 2718/2000

Figure 15 – Circuit for the measurement of short-circuit forward transconductance g_{fs}

6.10.3.2 Description et exigences du circuit

Toutes les sources de tension de polarisation appliquées doivent être convenablement découplées à la fréquence de mesure.

La valeur de ωC_1 doit être très supérieure à $|y_{is}|$ et la valeur de ωC_2 doit être très supérieure à $|y_{os}|$.

R_1 doit être très supérieure à l'impédance interne du pont, afin de ne pas affecter la précision de la mesure.

R_2 doit être très supérieure à la résistance interne du détecteur, mais cependant suffisamment faible vis-à-vis de $1/y_{fs}$, afin de ne pas affecter la sensibilité de la mesure.

Les valeurs de ωC_3 et de ωC_4 doivent être beaucoup plus grandes que $|y_{fs}|$ à mesurer.

La résistance interne du voltmètre V_{DS} doit être très supérieure à V_{DS}/I_D .

6.10.3.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.10.3.4

En l'absence de dispositifs dans le support de mesure, effectuer les réglages de zéro du pont.

Placer ensuite le dispositif à mesurer dans le support de mesure; régler V_{DS} et V_{GS} (ou I_D) aux valeurs spécifiées.

Rééquilibrer le pont et lire alors les valeurs de g_{fs} , ou de $\text{Re}(y_{fs})$ et de $\text{Im}(y_{fs})$ si besoin.

6.10.3.5 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure.

6.10.3.2 Circuit description and requirements

All bias supply voltages applied should be adequately decoupled at the frequency of measurement.

The value of ωC_1 should be much larger than $|y_{is}|$ and the value of ωC_2 should be much larger than $|y_{os}|$.

R_1 should be much larger than the internal impedance of the bridge, in order not to affect the measurement accuracy.

R_2 should be much larger than the internal resistance of the detector, but nevertheless sufficiently lower than $1/y_{fs}$, in order not to affect the measurement sensitivity.

The values of ωC_3 and ωC_4 should be much larger than $|y_{fs}|$ to be measured.

The internal resistance of the voltmeter V_{DS} should be much larger than V_{DS}/I_D .

6.10.3.3 Precautions to be observed

See general precautions.

6.10.3.4

With no device in the measurement socket, the zero adjustments of the bridge are made.

The device to be measured is then inserted into the measurement socket; V_{DS} and V_{GS} (or I_D) are adjusted to the specified values.

The bridge is rebalanced, and the values of y_{fs} , or $\text{Re}(y_{fs})$ and $\text{Im}(y_{fs})$ if needed, are then read.

6.10.3.5 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.10.4 Méthode des deux voltmètres

6.10.4.1 Schéma

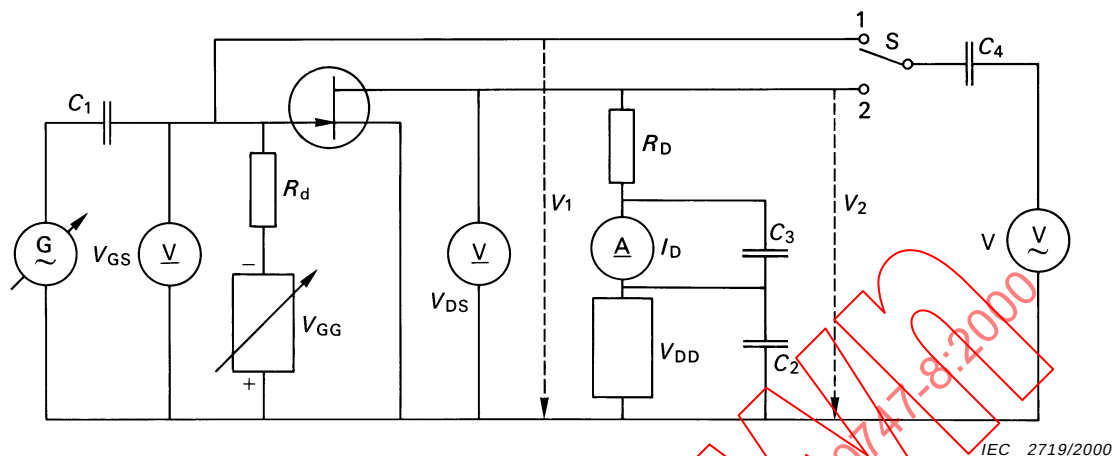


Figure 16 – Circuit pour la mesure de la transconductance directe g_{fs} (méthode des deux voltmètres)

6.10.4.2 Description et exigences du circuit

On doit utiliser un oscillateur convenable dont la fréquence soit suffisamment basse.

Les valeurs de ωC_3 et de ωC_2 doivent être très supérieures à $1/R_D$. La valeur de ωC_1 doit être élevée.

La valeur de la résistance R_D n'est pas critique; il vaut mieux qu'elle ne soit pas trop élevée.

La résistance R_D doit être faible vis-à-vis de $\left| \frac{1}{y_{os}} \right|$.

Le voltmètre V (voir la figure 16) doit avoir une sensibilité suffisante; pour la mesure de faibles valeurs de g_{fs} , on prendra de préférence un voltmètre sélectif.

6.10.4.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.10.4.4 Exécution

Placer le dispositif à mesurer dans le support de mesure; régler V_{DS} et V_{GS} (ou I_D) aux valeurs spécifiées.

Le commutateur S étant en position 1, mesurer la valeur $V_1 = V_{GS}$; quand il est en position 2, mesurer la valeur $V_2 = V_{DS} + I_D R_D$.

On en déduit:

$$|y_{fs}| \approx \frac{I_d}{V_{GS}} = \frac{V_2}{V_1 R_D}$$

Pour des fréquences suffisamment basses: $|y_{fs}| \simeq g_{fs}$.

6.10.4 Two-voltmeter method

6.10.4.1 Circuit diagram

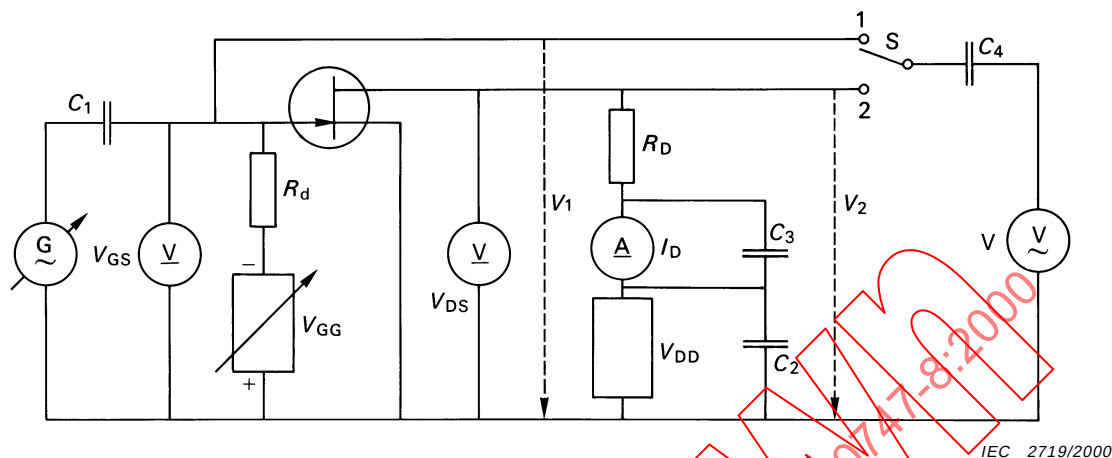


Figure 16 – Circuit for the measurement of forward transconductance g_{fs} (two-voltmeter method)

6.10.4.2 Circuit description and requirements

A suitable oscillator should be used, the frequency of which should be sufficiently low.

The value of resistor ωC_3 and ωC_2 should be much greater than $1/R_D$. The value of ωC_1 should be high.

The value of resistor R_G is not critical; it should preferably not be too high.

Resistance R_D must be low compared with $\left| \frac{1}{y_{os}} \right|$.

Voltmeter V (see figure 16) should have sufficient sensitivity; for the measurement of low values of g_{fs} , it should preferably be a selective instrument.

6.10.4.3 Precautions to be observed

See general precautions.

6.10.4.4 Measurement procedure

The device to be measured is inserted into the measurement socket; V_{DS} and V_{GS} (or I_D) are adjusted to the specified values.

With the switch S in position 1, the value $V_1 = V_{gs}$ is measured, while with the switch S in position 2, the value $V_2 = V_{ds} + I_d R_d$ is measured.

Thus:

$$|y_{fs}| \approx \frac{I_d}{V_{gs}} = \frac{V_2}{V_1 R_d}$$

For sufficiently low frequencies: $|y_{fs}| \simeq g_{fs}$.

6.10.4.5 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure.

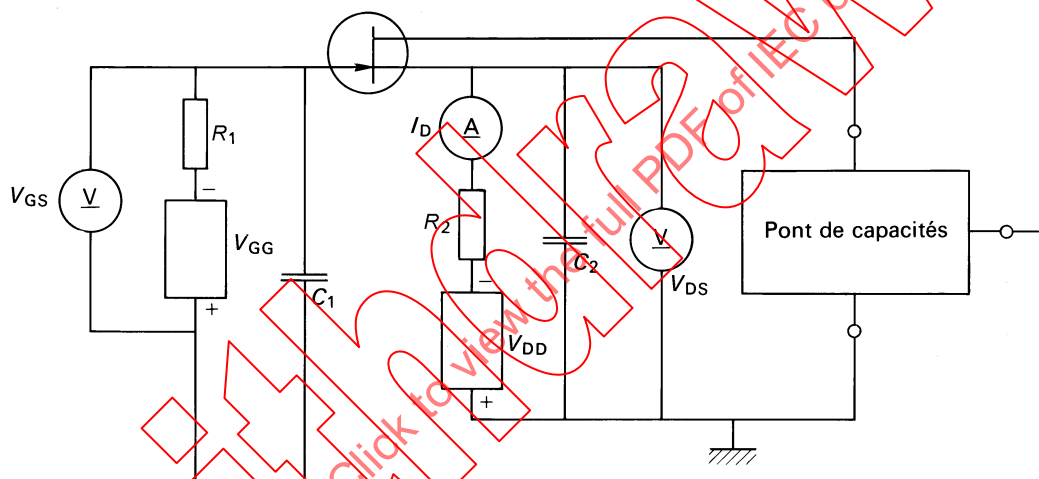
6.11 Capacité de réaction, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C) (C_{rs})

6.11.1 But

Mesurer la capacité directe, entrée en court-circuit, en petits signaux, dans des conditions spécifiées.

6.11.2 Schéma

6.11.2.1 La figure 17 donne un exemple de circuit à utiliser. On se sert d'un pont à transformateur différentiel.



IEC 2720/2000

Figure 17 – Circuit pour la mesure de la capacité de réaction C_{rs}

6.11.2.2 Si le pont ne peut pas (ou ne doit pas) être traversé par le courant continu, on doit utiliser un autre circuit, indiqué dans la figure 18.

6.10.4.5 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.11 Small-signal short-circuit feedback capacitance (types A, B and C) (C_{rs})

6.11.1 Purpose

To measure the small-signal short-circuit feedback capacitance, under specified conditions.

6.11.2 Circuit diagram

6.11.2.1 Figure 17 shows an example of the circuit to be used. A differential transformer bridge is used.

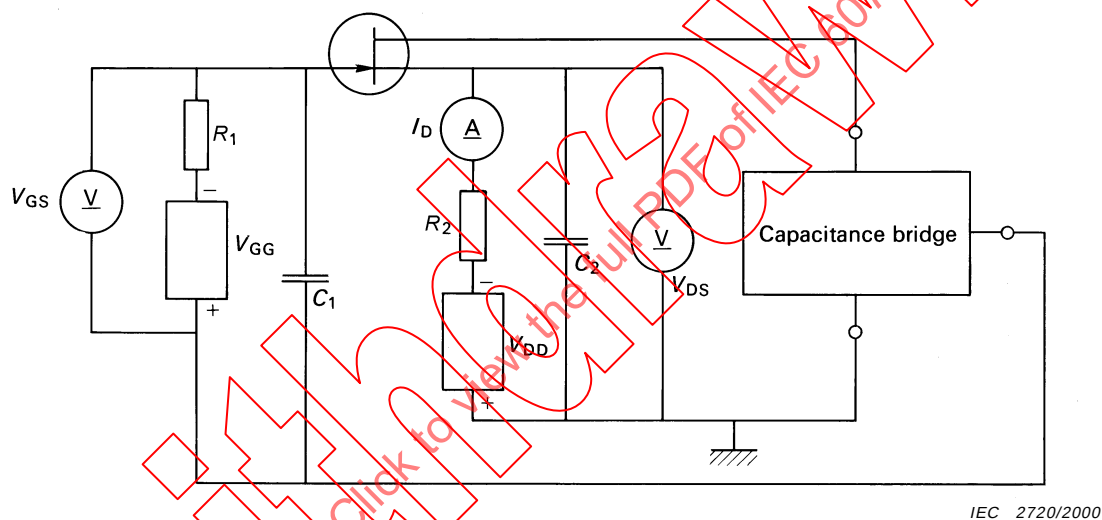


Figure 17 – Circuit for measurement of feedback capacitance C_{rs}

6.11.2.2 If the bridge cannot (or should not) pass d.c., the alternative circuit shown in figure 18, should be used.

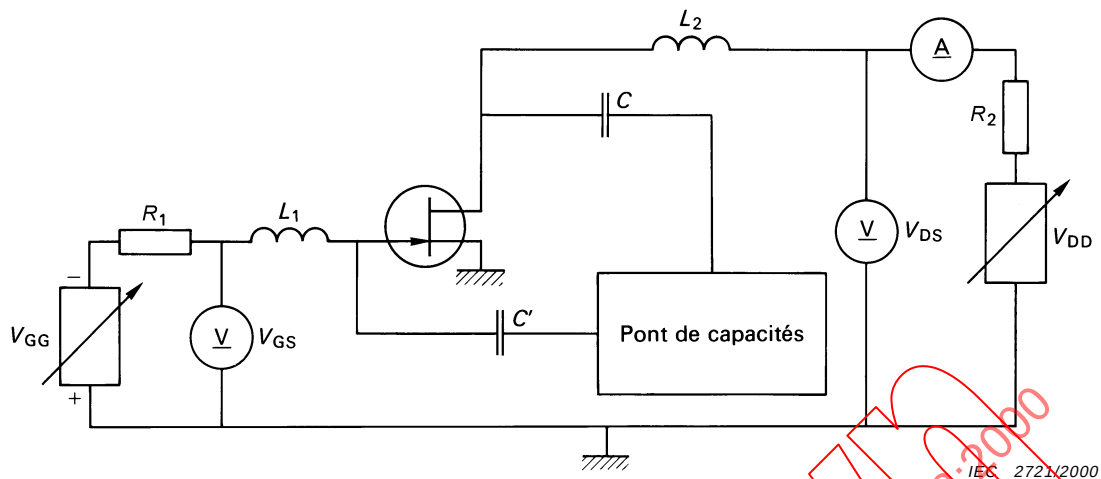


Figure 18 – Circuit pour la mesure de la capacité de réaction C_{rs} (lorsque le pont ne peut pas être traversé par le courant continu)

Circuit équivalent

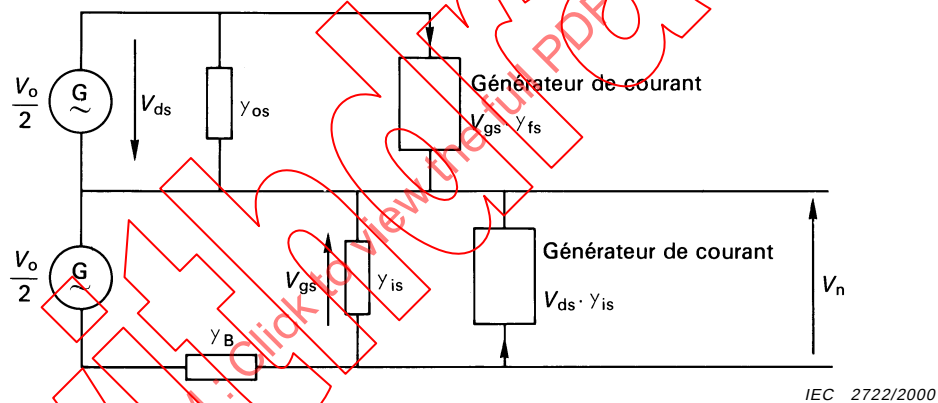


Figure 19 – Circuit équivalent

L'examen du circuit équivalent pour $V_n = 0$ conduit à:

$$y_{rs} = y_B$$

6.11.3 Description et exigences du circuit

Capacités: la valeur ωC_1 doit être très supérieure à $|y_{is}|$ et celle de ωC_2 très supérieure à $|y_{os}|$.

Résistance R_2 : la valeur de cette résistance ne doit pas être trop élevée. Il est préférable de la shunter par une inductance convenable L .

6.11.4 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

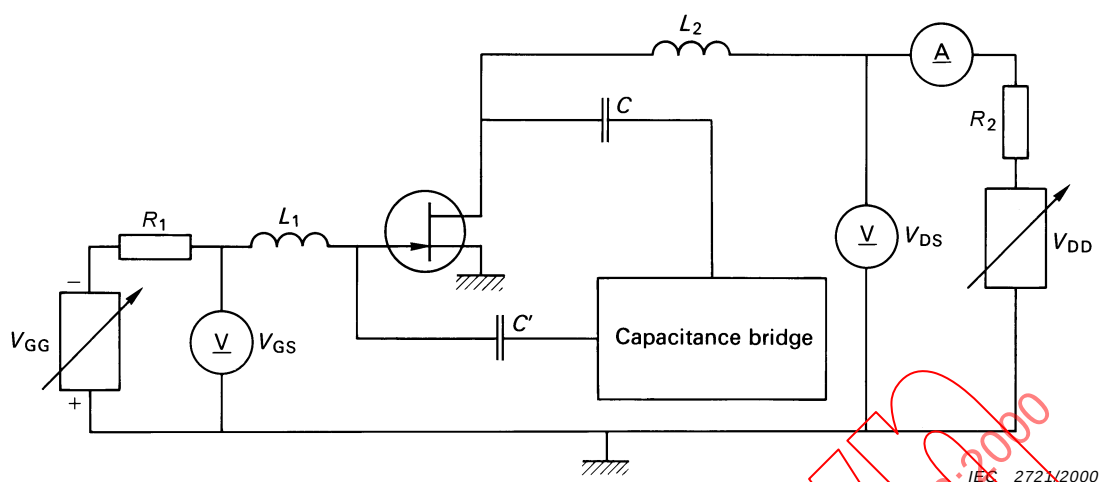


Figure 18 – Circuit for measurement of feedback capacitance C_{rs}
(when the bridge cannot pass d.c.)

Equivalent circuit

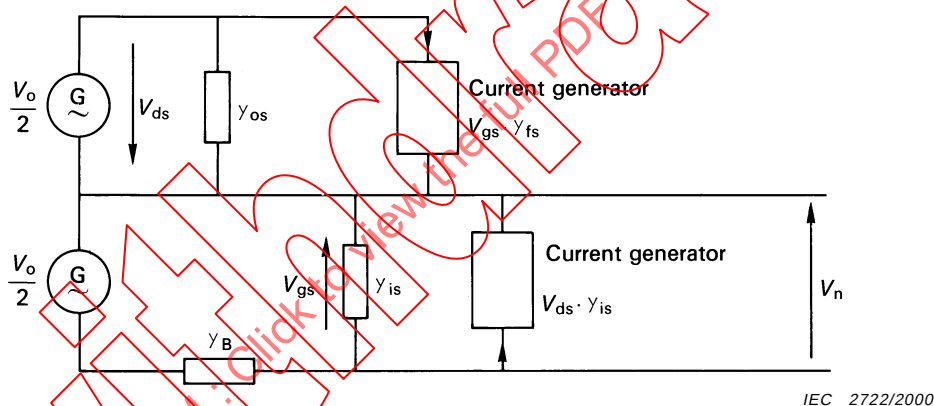


Figure 19 – Equivalent circuit

Evaluation of the equivalent circuit for $V_n = 0$ yields:

$$y_{rs} = y_B$$

6.11.3 Circuit description and requirements

Capacitances ωC_1 should be much larger than $|y_{is}|$ and ωC_2 much larger than $|y_{os}|$.

Resistor R_2 : the value of this resistor should not be too high. It may be preferable to shunt it by an adequate inductance L .

6.11.4 Precautions to be observed

See general precautions.

6.11.5 Exécution

En l'absence de dispositif dans le support de mesure, commencer par équilibrer le pont.

Placer le dispositif dans le support de mesure et régler le point de fonctionnement aux valeurs spécifiées de V_{DS} et de V_{GS} (ou I_D).

Régler à nouveau l'équilibre du pont. La différence des lectures de y_B pour ce réglage et pour le réglage initial donne:

$$y_{rs} = g_{rs} + j\omega C_{rs}$$

6.11.6 Conditions spécifiées

- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure.

6.12 Bruit (types A, B et C) (F , V_n)

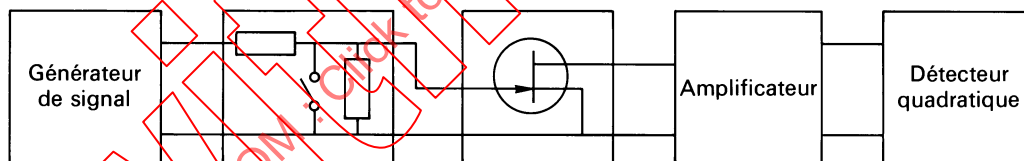
6.12.1 But

Mesurer la tension de bruit équivalente à l'entrée ou le facteur de bruit, dans des conditions spécifiées.

6.12.2 Tension de bruit équivalente à l'entrée

6.12.2.1 Schéma

On utilise un circuit en accord avec le schéma synoptique indiqué dans la figure 20.



IEC 2723/2000

Figure 20 – Schéma synoptique pour la mesure de la tension de bruit équivalente à l'entrée

La figure 21 donne un exemple de circuit en accord avec ce schéma synoptique.

6.11.5 Measurement procedure

With no device in the measurement socket, the bridge is initially balanced.

The device is inserted into the measurement socket and the operating point adjusted to the specified values V_{DS} and V_{GS} (or I_D).

The bridge is again adjusted for balance. The reading of y_B for this adjustment minus the reading of the initial adjustment yields:

$$y_{rs} = g_{rs} + j\omega C_{rs}$$

6.11.6 Specified conditions

- Drain-source voltage.
- Gate-source voltage or drain current.
- Frequency of measurement.

6.12 Noise (types A, B and C) (F , V_n)

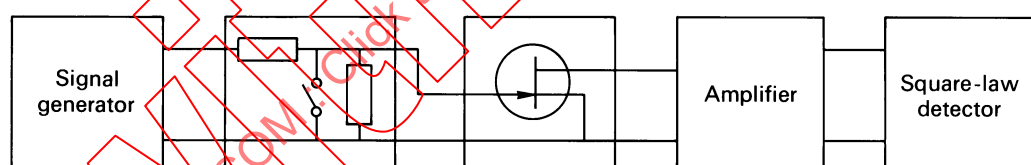
6.12.1 Purpose

To measure the equivalent input noise voltage or noise factor, under specified conditions.

6.12.2 Equivalent input noise voltage

6.12.2.1 Circuit diagram

A circuit in accordance with the block diagram shown in figure 20 should be used.



IEC 2723/2000

Figure 20 – Block diagram for the measurement of equivalent input noise voltage

Figure 21 shows an example of a circuit in accordance with that block diagram.

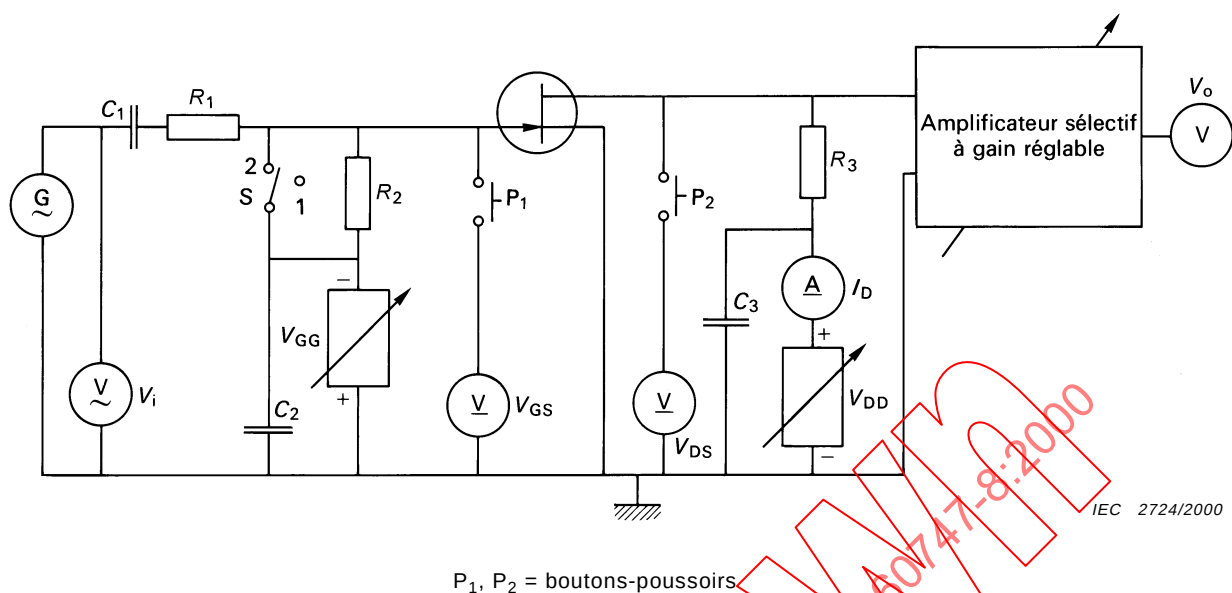


Figure 21 – Circuit pour la mesure de la tension de bruit équivalente à l'entrée

6.12.2.2 Description et exigences du circuit

On règle la fréquence du générateur pour qu'elle soit la fréquence centrale de l'amplificateur sélectif. On règle la tension de sortie de façon que la tension à l'entrée du transistor soit grande par rapport à la tension de bruit, mais suffisamment faible pour éviter toute surcharge du dispositif.

On doit connaître le rapport du diviseur de tension constitué par R_2 et R_1 .

En ce qui concerne la source de polarisation, on doit veiller tout particulièrement à avoir une polarisation à faible bruit (cela est important surtout pour la polarisation de grille).

Toutes les résistances pouvant apporter du bruit dans le circuit doivent être du type «à faible bruit» (par exemple des résistances à couche métallique).

On utilisera, s'il y a lieu, un réseau de neutrodynage.

On utilisera, s'il y a lieu, un blindage convenable pour réduire l'influence des champs électromagnétiques extérieurs.

L'amplificateur doit être linéaire jusqu'à un niveau d'au moins 20 dB au-dessus de la valeur efficace du bruit, afin de transmettre correctement les crêtes de bruit.

Le bruit du second étage doit être aussi faible que possible. Le niveau de bruit mesuré lorsque le dispositif est retiré du circuit doit être inférieur d'au moins 15 dB à celui mesuré lorsque le dispositif est placé dans le circuit.

Le voltmètre de sortie doit indiquer la valeur efficace vraie.

La bande passante efficace de bruit doit être connue avec précision.

La valeur de ωC_3 doit être très supérieure à $1/R_3$ et celle de ωC_2 très supérieure à $1/R_2$.

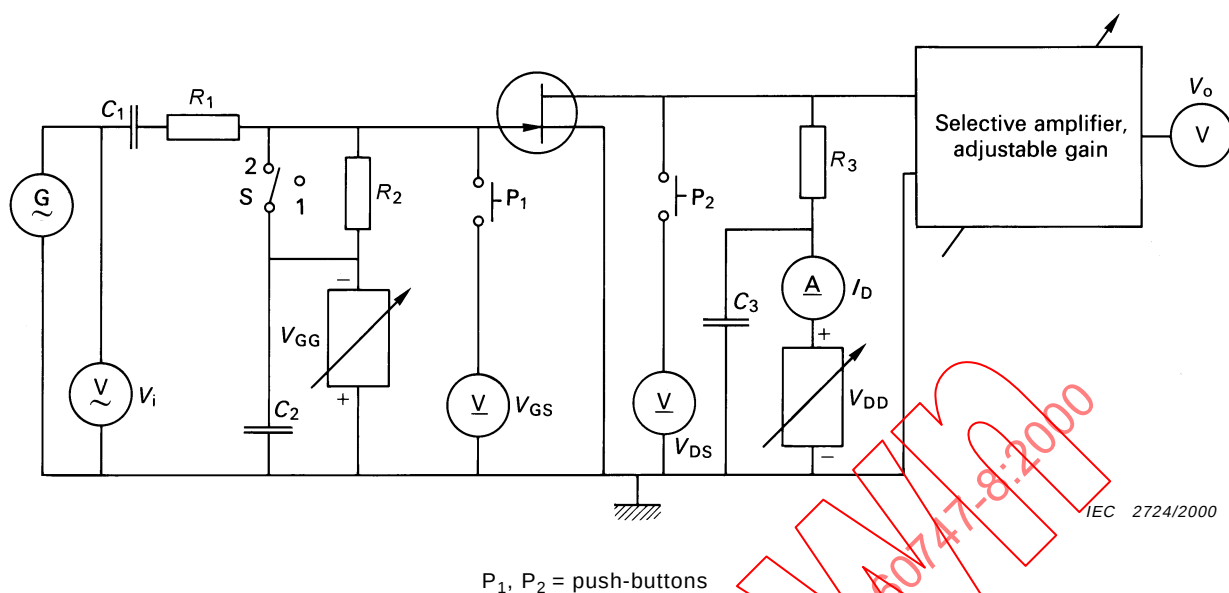


Figure 21 – Circuit for the measurement of equivalent input noise voltage

6.12.2.2 Circuit description and requirements

The frequency of the generator should be adjusted to be the centre frequency of the selective amplifier. The output voltage should be adjusted in such a way that the input voltage to the transistor is high compared with the noise voltage, but low enough to avoid overloading of the device.

The voltage dividing ratio of the voltage divider (R_2 , R_1) should be known.

For the bias source, special care should be taken to achieve low-noise biasing (especially important for the gate bias).

All resistors that might deliver noise to the circuit should be of a low-noise type (e.g. metallic film resistors).

A neutralization network should be used, when appropriate.

Adequate shielding to minimize the influence of external electromagnetic fields should be provided, when appropriate.

The amplifier should be linear up to a level of at least 20 dB higher than the r.m.s. noise value, so that noise peaks are correctly amplified.

The second stage noise should be as low as possible. The noise level measured with the device removed from the circuit should be at least 15 dB lower than that measured with the device in the circuit.

The output voltmeter should measure the true r.m.s. value.

The equivalent noise bandwidth should be accurately known.

ωC_3 should be much larger than $1/R_3$ and ωC_2 much larger than $1/R_2$.

6.12.2.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

6.12.2.4 Exécution

Placer le dispositif dans le support de mesure et régler le point de fonctionnement aux valeurs spécifiées de V_{DS} et de V_{GS} (ou de I_D).

Régler la tension d'entrée V_i à une valeur convenable (par exemple 0,1 V).

Le commutateur S étant en position 1, mesurer la tension de sortie V_{01} , après avoir réglé de façon convenable le gain de l'amplificateur.

Le commutateur S étant en position 2, mesurer la tension de sortie V_{02} .

La tension de bruit est donnée par:

$$V_n = \frac{V_{02}}{V_{01}} V_i \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

6.12.2.5 Conditions spécifiées

- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Valeurs de résistances R_1 et R_2 .
- Tension drain-source.
- Tension grille-source ou courant de drain.
- Fréquence de mesure et bande passante.

6.12.3 Facteur de bruit

Toutes les méthodes de mesure valables pour les transistors bipolaires (voir 6.1.14 de la CEI 60747-7), s'appliquent aux transistors à effet de champ.

6.12.4 Relation entre la tension équivalente de bruit à l'entrée et le facteur de bruit

Si on place une résistance R_g entre les bornes d'entrée, la tension de bruit totale est donnée par:

$$V_{ntot} = \sqrt{V_n^2 + 4kTR_g \Delta f}$$

On en déduit la formule générale pour le facteur de bruit:

$$F = \sqrt{\frac{V_n^2 + 4kTR_g \Delta f}{4kTR_g \Delta f}}$$

La formule utilisée pour V_{ntot} donne la possibilité de mesurer V_n directement.

On branche le générateur du circuit et on remplace R_2 par une résistance variable R_g . Avec R_g court-circuitée, on mesure la tension de sortie résultante. Puis on enlève le court-circuit et on règle R_g pour obtenir une tension de sortie deux fois plus grande.

On a alors:

$$V_n = \sqrt{4kTR_g \Delta f}$$