

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60747-8

Première édition
First edition
1984-11

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs discrets**

**Huitième partie:
Transistors à effet de champ**

**Semiconductor devices –
Discrete devices**

**Part 8:
Field-effect transistors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60747-8: 1984

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60747-8

Première édition
First edition
1984-11

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs discrets**

**Huitième partie:
Transistors à effet de champ**

**Semiconductor devices –
Discrete devices**

**Part 8:
Field-effect transistors**

© IEC 1984 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

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS	
1. Note d'introduction	8
2. Domaine d'application	8
3. Classification	8
CHAPITRE II: TERMINOLOGIE ET SYMBOLES LITTÉRAUX	
1. Types de transistors à effet de champ	10
2. Termes généraux	10
3. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques	12
4. Symboles littéraux	14
CHAPITRE III: VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES	
1. Généralités	26
1.1 Catégories de dispositifs	26
1.2 Dispositifs à grilles multiples	26
1.3 Précautions de manipulation	26
2. Valeurs limites	26
2.1 Températures	26
2.2 Dissipation de puissance	26
2.3 Tensions et courants	26
2.4 Données mécaniques	28
3. Caractéristiques	28
3.1 Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence	28
3.2 Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence	32
3.3 Caractéristiques pour applications en commutation	34
3.4 Caractéristiques pour applications en découpeur	38
3.5 Caractéristiques pour applications en amplificateur à courant continu à faible niveau	42
3.6 Caractéristiques pour applications en résistance commandée par la tension	44
3.7 Caractéristiques spécifiques des transistors à effet de champ appariés pour applications différentielles en basse fréquence	46
4. Données d'applications	48
CHAPITRE IV: MÉTHODES DE MESURE	
1. Généralités	50
1.1 Polarité	50
1.2 Précautions générales	50
1.3 Précautions de manipulation	50
1.4 Catégories pour les différents types	50
2. Courant résiduel de grille ou courant de fuite de grille	50
3. Courant de drain (types A, B et C)	54
4. Courant de drain au blocage (types A, B et C)	56
5. Tension grille-source de blocage (types A et B)	56
6. Tension de seuil grille-source (type C)	58
7. Capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	58
8. Conductance de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	62
9. Capacité de sortie, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	66
10. Transconductance directe, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	68
11. Capacité de réaction, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)	74
12. Bruit (types A, B et C)	78
13. Paramètres y (types A, B et C)	82
14. Temps de commutation (types A, B et C)	82
15. Résistance statique drain-source à l'état passant ou tension drain-source à l'état passant et résistance à l'état bloqué	86
16. Résistance drain-source à l'état passant (en petits signaux)	88
17. Paramètres s	90

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
CHAPTER I: GENERAL	
1. Introductory note	9
2. Scope	9
3. Classification	9
CHAPTER II: TERMINOLOGY AND LETTER SYMBOLS	
1. Types of field-effect transistors	11
2. General terms	11
3. Terms related to ratings and characteristics	13
4. Letter symbols	15
CHAPTER III: ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS	
1. General	27
1.1 Device categories	27
1.2 Multiple-gate devices	27
1.3 Handling precautions	27
2. Ratings (limiting values)	27
2.1 Temperatures	27
2.2 Power dissipation	27
2.3 Voltages and currents	27
2.4 Mechanical data	29
3. Characteristics	29
3.1 Characteristics for low-frequency amplifier applications	29
3.2 Characteristics for high-frequency amplifier applications	33
3.3 Characteristics for switching applications	35
3.4 Characteristics for chopper applications	39
3.5 Characteristics for low-level d.c. amplifier applications	43
3.6 Characteristics for voltage-controlled resistor applications	45
3.7 Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors for low-frequency differential applications	47
4. Application data	49
CHAPTER IV: MEASURING METHODS	
1. General	51
1.1 Polarity	51
1.2 General precautions	51
1.3 Handling precautions	51
1.4 Type categories	51
2. Gate cut-off current or gate leakage current	51
3. Drain current (types A, B and C)	55
4. Drain cut-off current (types A, B and C)	57
5. Gate-source cut-off voltage (types A and B)	57
6. Gate-source threshold voltage (type C)	59
7. Small-signal short-circuit input capacitance (types A, B and C)	59
8. Small-signal short-circuit output conductance (types A, B and C)	63
9. Small-signal short-circuit output capacitance (types A, B and C)	67
10. Small-signal short-circuit forward transconductance (types A, B and C)	69
11. Small-signal short-circuit feedback capacitance (types A, B and C)	75
12. Noise (types A, B and C)	79
13. y -parameters (types A, B and C)	83
14. Switching times (types A, B and C)	83
15. Static drain-source on-state resistance or drain-source on-state voltage and off-state resistance	87
16. On-state drain-source resistance (under small-signal conditions)	89
17. Scattering parameters	91

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

Huitième partie: Transistors à effet de champ

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été préparée par le Comité d'Etudes n° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

La Publication 747-8 constitue la huitième partie d'une norme générale sur les dispositifs à semiconducteurs, la Publication 747 de la CEI. En plus des normes générales de la Publication 747-1, les normes données dans la présente publication complètent les normes sur les transistors à effet de champ.

Le Comité d'Etudes n° 47, réuni à Londres en septembre 1982, a approuvé le remaniement des Publications 147 et 148 de la CEI qui consiste en une nouvelle articulation en fonction des semiconducteurs traités. Toutes les parties constituantes ayant déjà été approuvées par des votes suivant la Règle des Six Mois ou la Procédure des Deux Mois, il n'a pas été jugé nécessaire d'organiser un nouveau scrutin.

Les informations relatives aux circuits intégrés qui figurent déjà dans les Publications 147 et 148 seront dès lors incorporées à la Publication 748 de la CEI. Les informations relatives aux essais mécaniques et climatiques qui figurent déjà dans les Publications 147-5 et 5A seront dès lors incorporées à la Publication 749 de la CEI.

Cette norme sera tenue à jour en révisant et en élargissant son texte parallèlement à la poursuite des travaux du Comité d'Etudes n° 47 pour tenir compte des progrès effectués dans le domaine des dispositifs à semiconducteurs.

Note. — Les Publications 747, 748 et 749 annulent et remplacent, au fur et à mesure de la parution de leurs différentes parties, les Publications 147 et 148.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES**Discrete devices****Part 8: Field-effect transistors**

FOREWORD

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

PREFACE

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

Publication 747-8 constitutes the eighth part of a general standard on semiconductor devices, IEC Publication 747. In addition to the general standards of Publication 747-1, the standards given in the present publication complete the standards on field-effect transistors.

The meeting of Technical Committee No. 47, held in London in September 1982, approved the re-organization of IEC Publications 147 and 148 into the present device-oriented arrangement. Since all the constituent parts had been previously approved by votes under the Six Months' Rule or Two Months' Procedure, a new vote was not deemed necessary.

Material concerning integrated circuits previously found in Publications 147 and 148 will now be included in IEC Publication 748. Material concerning mechanical and climatic test methods previously found in Publications 147-5 and 5A will now be included in IEC Publication 749.

This standard will be kept up to date by revising and extending the document as the work in Technical Committee No. 47 continues and takes into account advances in the field of semiconductor devices.

Note. — Publications 747, 748 and 749 supersede and replace, as their different parts are published, the Publications 147 and 148.

INDEX DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Nouveau paragraphe	Ancien paragraphe	Document ou publication
<i>Chapitre I</i>		
1	—	—
2	1.1	147-1, IV
3	4	147-0C, IV
<i>Chapitre II</i>		
1 à 2	1 à 2	147-0C, IV
3.1	1.2	147-1, IV
3.2 à 3.7	3.1 à 3.6	147-0C, IV
4.1	—	—
4.2	1.2	} 148, IX
4.3.1 à 4.3.6	3.1 à 3.6	} 148A, IX
4.3.7	3.7	148A, IX 148B, IX
<i>Chapitre III</i>		
1 à 3.6	1 à 3.6	147-1, IV
3.7	3.7	147-1J, IV
4.1	4.1	147-1, IV
<i>Chapitre IV</i>		
1 à 16	1 à 16	147-2G, IV
17	17	147-2M, IV

IECNORM.COM: Click to view the full PDF file
 WithNorm.com
 IEC 60747-8:1984

CROSS REFERENCES INDEX

New clause number	Old clause number	Document or publication
<i>Chapter I</i>		
1	—	—
2	1.1	147-1, IV
3	4	147-0C, IV
<i>Chapter II</i>		
1 to 2	1 to 2	147-0C, IV
3.1	1.2	147-1, IV
3.2 to 3.7	3.1 to 3.6	147-0C, IV
4.1	—	—
4.2	1.2	} 148, IX
4.3.1 to 4.3.6	3.1 to 3.6	} 148A, IX
4.3.7	3.7	148A, IX
		148B, IX
<i>Chapter III</i>		
1 to 3.6	1 to 3.6	147-1, IV
3.7	3.7	147-1J, IV
4.1	4.1	147-1, IV
<i>Chapter IV</i>		
1 to 16	1 to 16	147-2G, IV
17	17	147-2M, IV

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:1984

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

Huitième partie: Transistors à effet de champ

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Note d'introduction

La présente publication doit être utilisée avec la Publication 747-1 qui donne les informations de base sur:

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

L'ordre des différents chapitres est conforme à la Publication 747-1, chapitre III, paragraphe 2.1.

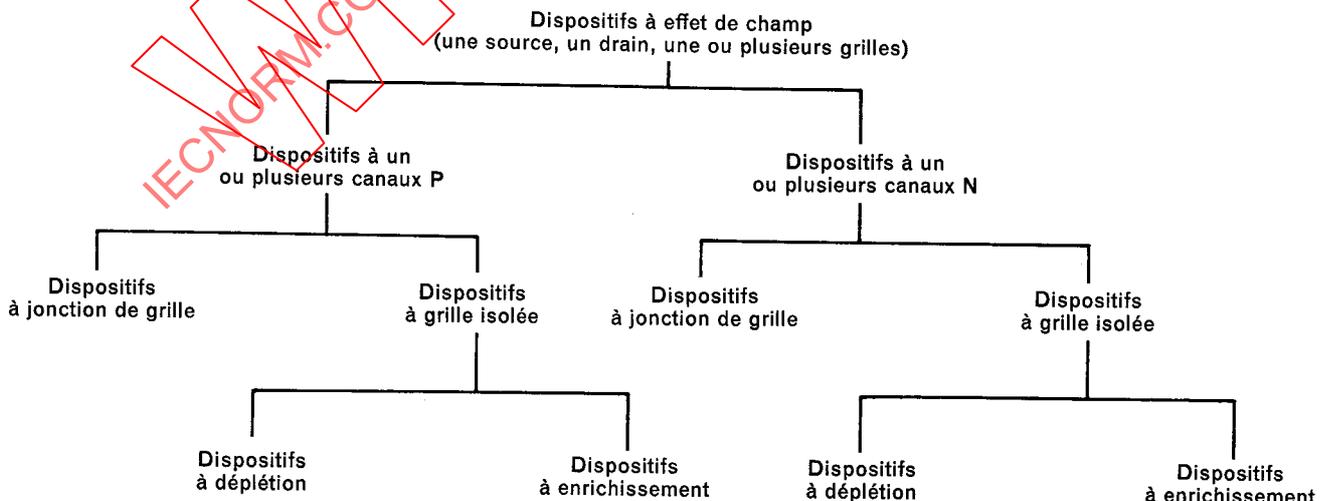
2. Domaine d'application

La présente publication donne les normes pour les catégories suivantes de transistors à effet 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.

3. Classification

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



SEMICONDUCTOR DEVICES

Discrete devices

Part 8: Field-effect transistors

CHAPTER I: GENERAL

1. Introductory note

As a rule, it will be necessary to use Publication 747-1 together with the present publication. In 747-1, the user will find all basic information on:

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

The sequence of the different chapters is in accordance with Publication 747-1, Chapter III, Sub-clause 2.1.

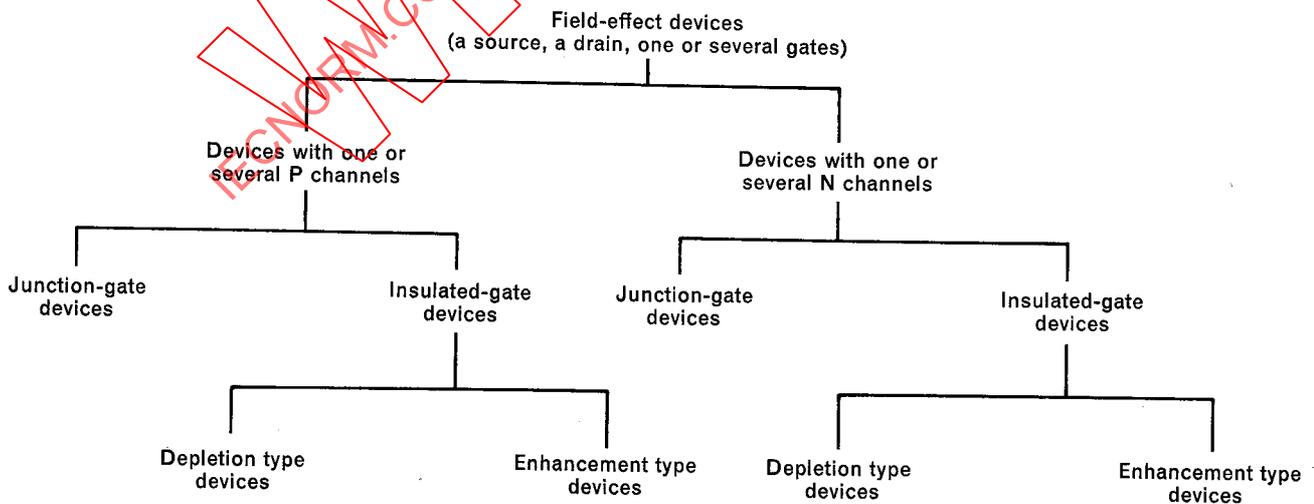
2. Scope

The present publication 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.

3. Classification

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



CHAPITRE II: TERMINOLOGIE ET SYMBOLES LITTÉRAUX

1. Types de transistors à effet de champ

1.1 *Transistor à effet de champ à canal N*

Transistor à effet de champ ayant un canal conducteur de type N.

1.2 *Transistor à effet de champ à canal P*

Transistor à effet de champ ayant un canal conducteur de type P.

1.3 *Transistor à effet de champ à jonction de grille*

Transistor à effet de champ ayant une ou plusieurs régions de grille qui forment une ou des jonctions PN avec le canal.

1.4 *Transistor à effet de champ à grille isolée*

Transistor à effet de champ ayant une ou plusieurs électrodes de grille isolées électriquement du canal.

1.5 *Transistor à effet de champ métal-oxyde-semiconducteur*

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

1.6 *Transistor à effet de champ à déplétion*

Transistor à effet de champ ayant une conduction appréciable du canal pour une tension grille-source nulle; la conduction du canal peut être augmentée ou diminuée suivant la polarité de la tension grille-source appliquée.

1.7 *Transistor à effet de champ à enrichissement*

Transistor à effet de champ qui a essentiellement une conduction nulle du canal pour une tension grille-source nulle; la conduction du canal peut être augmentée par l'application d'une tension grille-source de polarité convenable.

1.8 *Transistor à effet de champ triode*

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

Note. — Quand il n'y a aucun risque de confusion, on peut utiliser le terme abrégé «triode à effet de champ».

1.9 *Transistor à effet de champ tétrode*

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

Note. — Quand il n'y a aucun risque de confusion, on peut utiliser le terme abrégé «tétrode à effet de champ».

2. Termes généraux

2.1 *Région de source d'un transistor à effet de champ*

Région à partir de laquelle les porteurs majoritaires circulent dans le canal.

CHAPTER II: TERMINOLOGY AND LETTER SYMBOLS**1. Types of field-effect transistors****1.1 *N-channel field-effect transistor***

A field-effect transistor which has an N-type conduction channel.

1.2 *P-channel field-effect transistor*

A field-effect transistor which has a P-type conduction channel.

1.3 *Junction-gate field-effect transistor*

A field-effect transistor having one or more gate regions which form PN junction(s) with the channel.

1.4 *Insulated-gate field-effect transistor*

A field-effect transistor having one or more gate electrodes which are electrically insulated from the channel.

1.5 *Metal-oxide-semiconductor field-effect transistor*

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

1.6 *Depletion type field-effect transistor*

A field-effect transistor having appreciable channel conductivity for zero gate-source voltage; the channel conductivity may be increased or decreased according to the polarity of the applied gate-source voltage.

1.7 *Enhancement type field-effect transistor*

A field-effect transistor having substantially zero channel conductivity for zero gate-source voltage; the channel conductivity may be increased by the application of a gate-source voltage of appropriate polarity.

1.8 *Triode field-effect transistor*

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

Note. — Where no confusion is likely to occur, the term may be abbreviated to “field-effect triode”.

1.9 *Tetrode field-effect transistor*

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

Note. — Where no confusion is likely to occur, the term may be abbreviated to “field-effect tetrode”.

2. General terms**2.1 *Source region of a field-effect transistor***

A region from which majority carriers flow into the channel.

2.2 Région de drain d'un transistor à effet de champ

Région dans laquelle les porteurs majoritaires circulent en provenance du canal.

2.3 Région de grille d'un transistor à effet de champ

Région associée à l'électrode de grille, dans laquelle l'effet du champ électrique dû à la tension de commande s'exerce.

2.4 Fonctionnement en mode de déplétion

Fonctionnement d'un transistor à effet de champ, tel que la modification de la tension grille-source de zéro à une valeur finie diminue la valeur absolue du courant de drain.

2.5 Fonctionnement en mode d'enrichissement

Fonctionnement d'un transistor à effet de champ, tel que la modification de la tension grille-source de zéro à une valeur finie augmente la valeur absolue du courant de drain.

2.6 Canal

Mince couche de semiconducteur entre la région de source et celle de drain, et dans laquelle circule un courant contrôlé par la différence de potentiel existant entre la grille et la source.

2.7 Substrat

2.7.1 Substrat (d'un transistor à effet de champ à jonction de grille)/substrat (d'un transistor à effet de champ à grille isolée)

Matériau semiconducteur comprenant un canal, une source et un drain et qui peut avoir un contact non redresseur.

2.7.2 Substrat (d'un transistor à effet de champ en couche mince)

Isolant qui porte les électrodes de source et de drain, la couche de grille isolée et la mince couche de semiconducteur.

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.

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 des porteurs de charge du canal augmente.

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.

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.

2.2 *Drain region of a field-effect transistor*

A region into which majority carriers flow from the channel.

2.3 *Gate region of a field-effect transistor*

A region associated with the gate electrode, in which the electric field due to the control voltage is effective.

2.4 *Depletion mode operation*

The operation of a field-effect transistor such that changing the gate-source voltage from zero to a finite value decreases the magnitude of the drain current.

2.5 *Enhancement mode operation*

The operation of a field-effect transistor such that changing the gate-source voltage from zero to a finite value increases the magnitude of the drain current.

2.6 *Channel*

A thin semiconductor layer between the source region and the drain region, in which the current flow is controlled by the gate potential.

2.7 *Substrate*

2.7.1 *Substrate (of a junction-gate field-effect transistor)/substrate (of an insulated-gate field-effect transistor)*

A semiconductor material which contains a channel, a source and a drain and which may have a non-rectifying contact.

2.7.2 *Substrate (of a thin-film field-effect transistor)*

An insulator which supports the source and drain electrodes, the insulated gate layer and the thin semiconductor layer.

3. **Terms related to ratings and characteristics**

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

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).

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.

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.

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.

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.

3.6 *Capacité d'entrée*

Capacité entre les bornes de grille et de source, le drain étant court-circuité à la source vis-à-vis de signaux dynamiques, dans des conditions de polarisation et de fréquence spécifiées.

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. **Symboles littéraux**

4.1 *Généralités*

Les articles 2, 3 et 4 de la Publication 747-1, chapitre V, s'appliquent.

4.2 *Indices généraux supplémentaires*

En plus de la liste des indices généraux donnée dans la Publication 747-1, chapitre V, paragraphe 2.2.1, 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

4.3 *Liste de symboles littéraux*

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.3.1 <i>Tensions</i>		
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} ; $V_{GS(th)}$; $V_{GS(TO)}$	

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.

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.

3.6 Input capacitance

The capacitance between gate and source terminals with the drain short-circuited to the source for a.c. signals, under specified bias and frequency conditions.

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. Letter symbols

4.1 General

Clauses 2, 3 and 4 of Publication 747-1, Chapter V, apply.

4.2 Additional general subscripts

In addition to the list of recommended general subscripts given in Publication 747-1, Chapter V, Sub-clause 2.2.1, the following special subscripts are recommended for the field of field-effect transistors:

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

4.3 List of letter symbols

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.3.1 Voltages		
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)	$V_{GS(OFF)}$; $V_{GS(off)}$	
Gate-source threshold voltage (of an enhancement type insulated-gate field-effect transistor)	V_{GST} ; $V_{GS(th)}$; $V_{GS(TO)}$	

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.3.1 (suite)		
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) grille-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	$V_{(BR)GSS}$	
4.3.2 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	$I_B; I_U$	

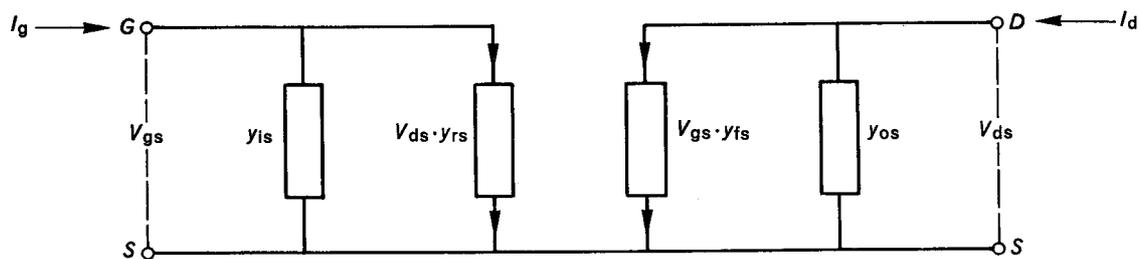
Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.3.1 (continued)		
Forward gate-source (d.c.) voltage	V_{GSF}	
Reverse gate-source (d.c.) voltage	V_{GSR}	
Gate-drain (d.c.) voltage	V_{GD}	
Source-substrate (d.c.) voltage	$V_{SB}; V_{SU}$	
Drain-substrate (d.c.) voltage	$V_{DB}; V_{DU}$	
Gate-substrate (d.c.) 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_{BRIGSS}	
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_{SSS}	
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	$I_B; I_U$	

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.3.3 <i>Dissipation de puissance</i>		
Dissipation de puissance (continue) drain-source	P_{DS}	
4.3.4 <i>Résistances (ou conductances) et capacités</i>		
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_{gs0}	
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_{ds0}	
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 le drain étant en court-circuit au point de vue alternatif)	$C_{nds}; C_{22ds}$	
4.3.5 <i>Paramètres y en petits signaux en montage source commune et paramètres du circuit en π équivalent (voir figures 1, 2 et 3, page 23)</i>		
Admittance d'entrée, la sortie étant en court-circuit	$y_{is} = \text{Re}_{(y_{is})} + j\omega C_{is}$ $y_{i1s} = \text{Re}_{(y_{i1s})} + j\omega C_{11s}$	
Admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$y_{rs} = \text{Re}_{(y_{rs})} + j\omega C_{rs}$ $y_{12s} = \text{Re}_{(y_{12s})} + j\omega C_{12s}$	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.3.3 <i>Power dissipation</i>		
Drain-source (d.c.) power dissipation	P_{DS}	
4.3.4 <i>Resistances (or conductances) and capacitances</i>		
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	$r_{DS(ON)}; r_{d(on)}; r_{DSon}$	
Drain-source off-state resistance	$r_{DS(OFF)}; r_{d(off)}; r_{DSoff}$	
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.)	$C_{oss}; C_{o2ss}$	
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.	$C_{rss}; C_{r2ss}$	
Short-circuit output capacitance in common-drain configuration (gate-drain short-circuited to a.c.)	$C_{ods}; C_{o2ds}$	
4.3.5 <i>Small-signal y parameters in common-source configuration and π equivalent circuit parameters</i> (see Figures 1, 2 and 3, page 23).		
Short-circuit input admittance	$y_{is} = \text{Re}_{(y_{is})} + j\omega C_{is}$ $y_{i1s} = \text{Re}_{(y_{i1s})} + j\omega C_{i1s}$	
Short-circuit reverse transfer admittance	$y_{rs} = \text{Re}_{(y_{rs})} + j\omega C_{rs}$ $y_{r2s} = \text{Re}_{(y_{r2s})} + j\omega C_{r2s}$	

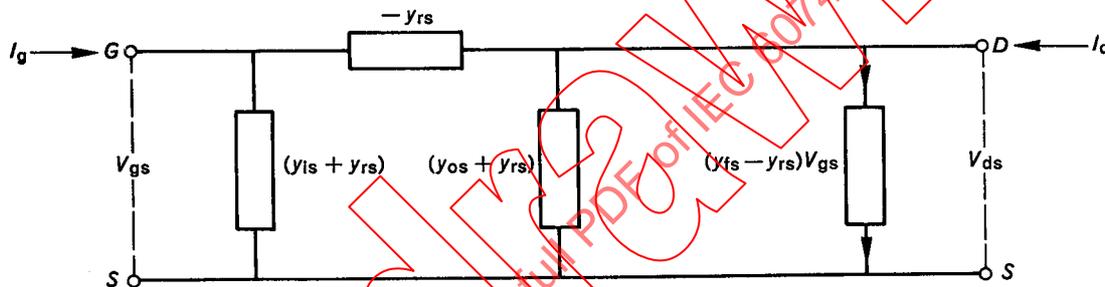
Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
4.3.5 (suite)		
Admittance de transfert direct, la sortie étant en court-circuit	$y_{fs} = \text{Re}_{(y_{fs})} + j\text{Im}_{(y_{fs})}$ $y_{21s} = \text{Re}_{(y_{21s})} + j\text{Im}_{(y_{21s})}$	
Admittance de sortie, l'entrée étant en court-circuit	$y_{os} = \text{Re}_{(y_{os})} + j\omega C_{os}$ $y_{22s} = \text{Re}_{(y_{22s})} + j\omega C_{22s}$	
Module de l'admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$ y_{is} ; y_{12s} $	
Phase de l'admittance de transfert inverse, l'entrée étant en court-circuit	$\varphi_{yis}; \varphi_{y12s}$	
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	$\varphi_{yfs}; \varphi_{y21s}$	
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 directe (dans le circuit en π équivalent)	$g_m; g_m$	
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}	
4.3.6 Autres paramètres		
Gain en puissance	$G_p; G_p$	
Fréquence de coupure (dans le montage en source commune)	f_{yfs}	
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 à la croissance	$t_{d(on)}$	Temps de commutation (voir figure 4, page 24) $t_{on} = t_{d(on)} + t_r$ $t_{off} = t_{d(off)} + t_f$
Retard à la 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}	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
4.3.5 (continued)		
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	$Y_{os} = \text{Re}_{(y_{os})} + j\omega C_{os}$ $Y_{2s} = \text{Re}_{(y_{2s})} + j\omega C_{2s}$	
Modulus of the short-circuit reverse transfer admittance	$ y_{rs} ; y_{12s} $	
Phase of the short-circuit reverse transfer admittance	$\varphi_{yrs}; \varphi_{y12s}$	
Modulus of the short-circuit forward transfer admittance	$ y_{fs} ; y_{21s} $	
Phase of the short-circuit forward transfer admittance	$\varphi_{yfs}; \varphi_{y21s}$	
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)	$g_{fs}; g_m$	
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}	
4.3.6 Other parameters		
Power gain	$G_p; G_p$	
Cut-off frequency (in the common-source configuration)	f_{fs}	
Noise voltage	V_n	
Noise figure	F	
Temperature coefficient of drain current	$\alpha_{(I)}$	
Temperature coefficient of drain-source resistance	α_{rds}	
Turn-on delay time	$t_{d(on)}$	Switching times (see Figure 4, page 25) $t_{on} = t_{d(on)} + t_r$ $t_{off} = t_{d(off)} + t_f$
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}	



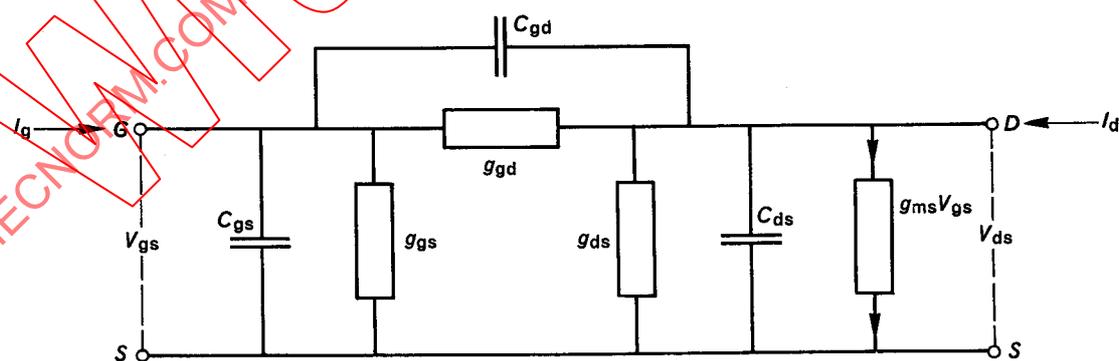
305/74

FIGURE 1



306/74

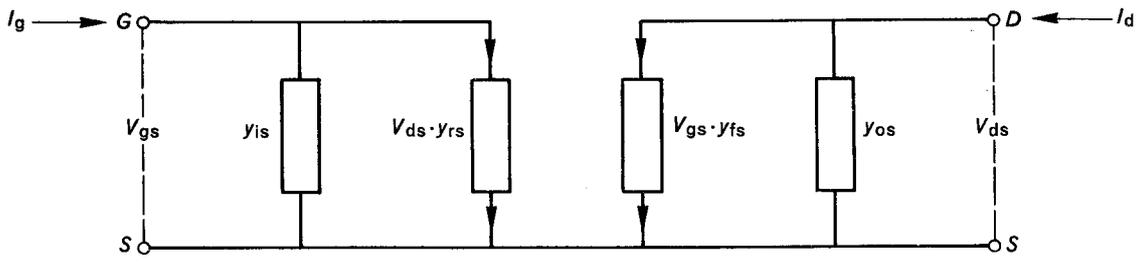
FIGURE 2



307/74

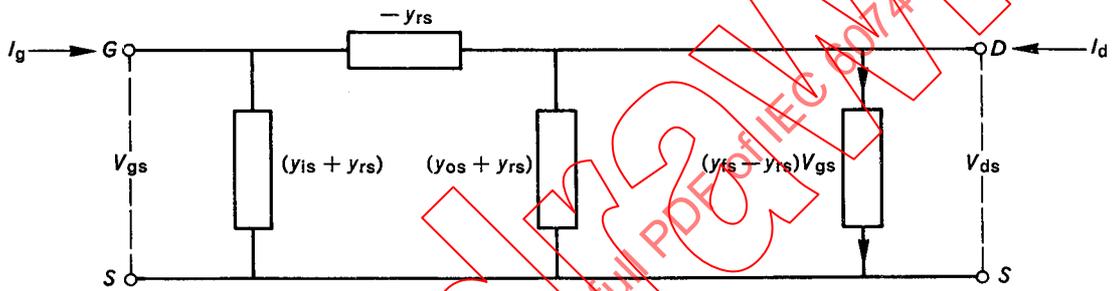
FIGURE 3

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



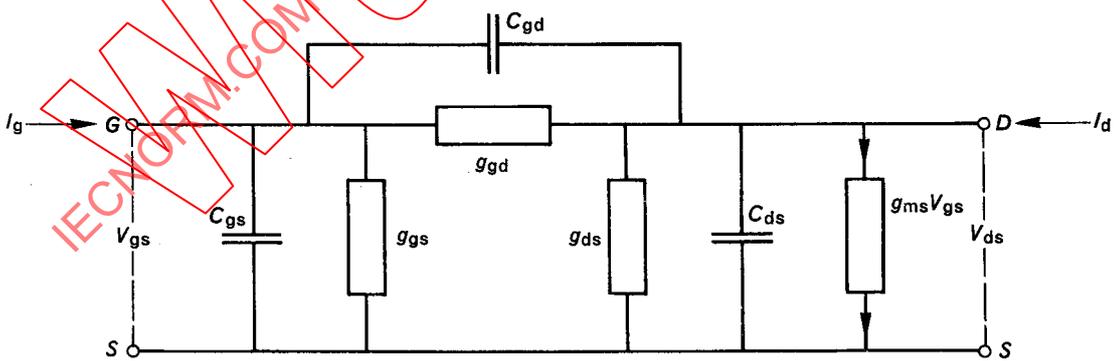
305/74

FIGURE 1



306/74

FIGURE 2



307/74

FIGURE 3

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

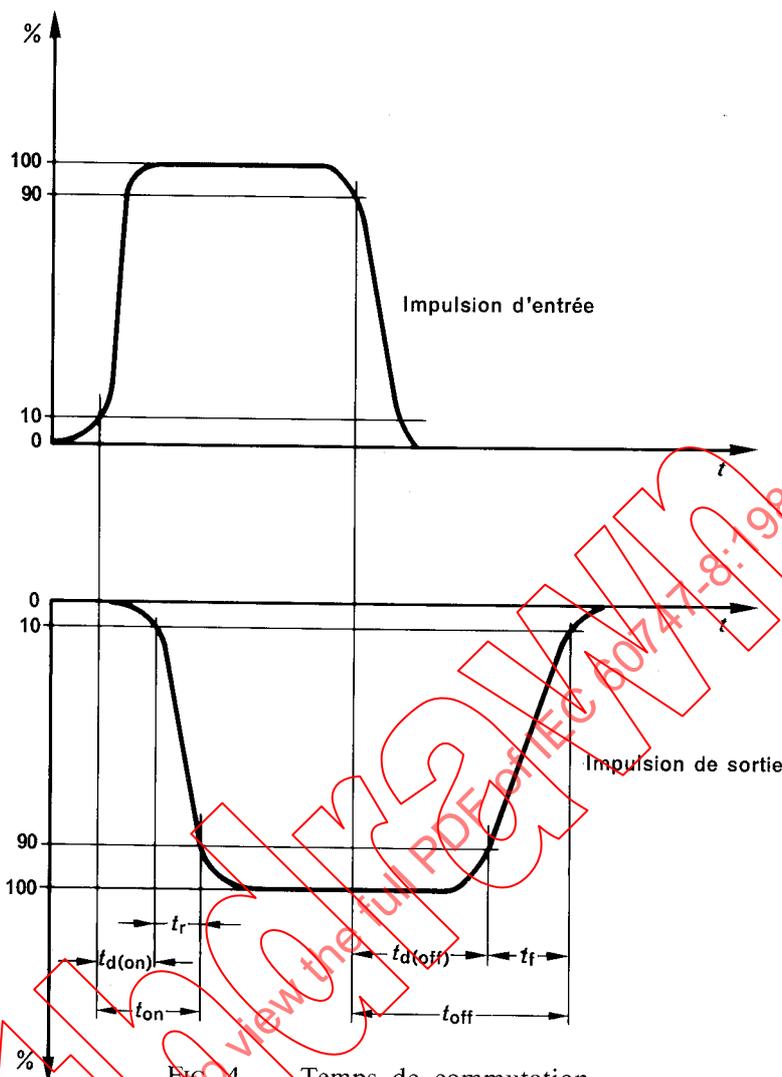


FIG. 4. — Temps de commutation.

132/84

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}$	

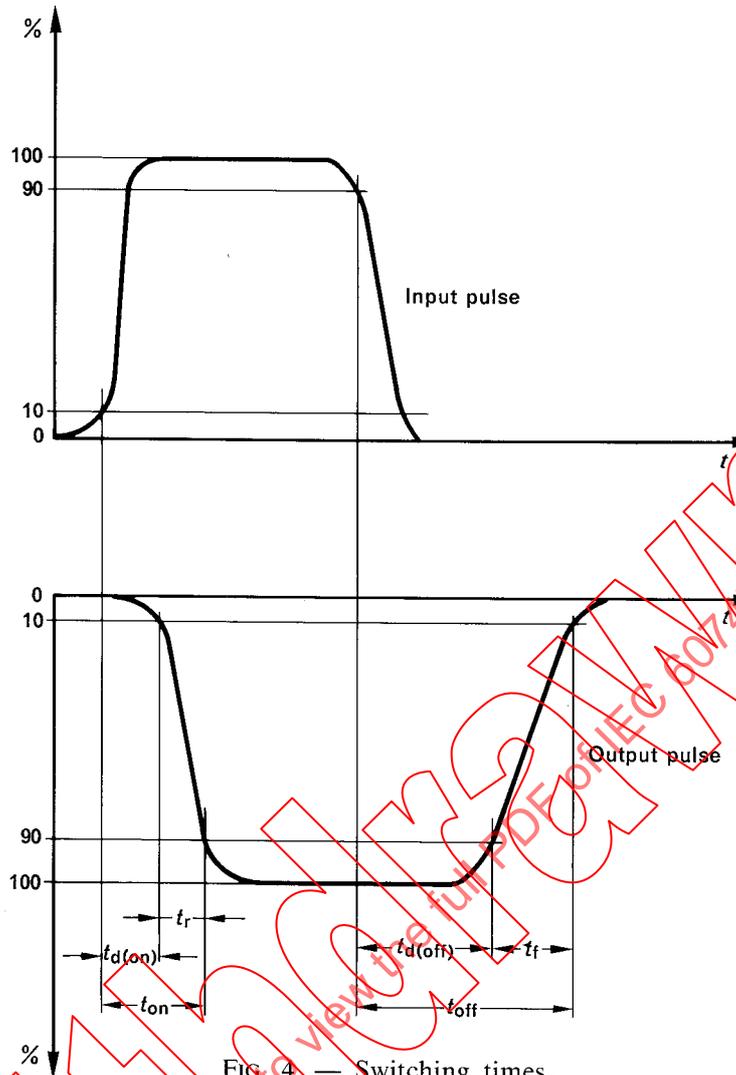


FIG. 4. — Switching times.

132/84

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}$	

CHAPITRE III: VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES

1. Généralités

1.1 Catégories de dispositifs

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

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

1.2 Dispositifs à grilles multiples

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

1.3 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 la Publication 747-1, chapitre IX, article 1.

2. Valeurs limites

2.1 Températures

2.1.1 Températures de stockage minimale et maximale (T_{sig})

2.1.2 Températures de fonctionnement minimale et maximale (température ambiante ou température d'un point de référence) (T_{amb} ou T_{ref})

2.2 Dissipation de puissance (P_{tot})

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

2.3 Tensions et courants

Les valeurs limites doivent être de préférence indiquées par une courbe dans le domaine des températures de fonctionnement, ou à 25 °C et à une autre température de fonctionnement plus élevée spécifiée, choisie dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.

2.3.1 Tension drain-source maximale, dans des conditions spécifiées

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

	TYPES		
	A	B	C
2.1.1	+	+	+
2.1.2	+	+	+
2.2.1	+	+	+
2.3.1	+	+	+
2.3.2	+	+	+

CHAPTER III: ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS

1. General

1.1 Device categories

Field-effect transistors are divided into three categories:

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

1.2 Multiple-gate devices

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

1.3 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 Publication 747-1, Chapter IX, Clause 1, shall therefore be observed.

2. Ratings (limiting values)

2.1 Temperatures

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

2.1.2 Minimum and maximum operating temperatures, ambient or reference point (T_{amb} or T_{ref})

2.2 Power dissipation (P_{tot})

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

2.3 Voltages and currents

Ratings 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 Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.

2.3.1 Maximum drain-source voltage, under specified conditions

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

	TYPES		
	A	B	C
2.1.1	+	+	+
2.1.2	+	+	+
2.2.1	+	+	+
2.3.1	+	+	+
2.3.2	+	+	+

	TYPES		
	A	B	C
2.3.3 Tension grille-drain maximale, dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.4 Tension grille-grille maximale (pour les dispositifs à plusieurs grilles), dans des conditions spécifiées	+	+	+
2.3.5 Pour les transistors à effet de champ à grille isolée ayant des sorties de source et de substrat séparées (type découpeur ou interrupteur):			
– tension maximale grille-substrat, dans des conditions spécifiées		+	+
– tension maximale drain-substrat, dans des conditions spécifiées		+	+
– tension maximale source-substrat, dans des conditions spécifiées		+	+
2.3.6 Courant de drain maximal	+	+	+
2.3.7 Courant direct de grille maximal	+		
2.4 <i>Données mécaniques</i>			
Les exigences concernant les données mécaniques, valables pour tous les semiconducteurs, s'appliquent à ces dispositifs	+	+	+
3. Caractéristiques			
Les caractéristiques doivent être données à 25 °C, sauf indication contraire; les autres températures doivent être choisies dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.			
3.1 <i>Caractéristiques pour applications en amplificateur basse fréquence</i>			
3.1.1 Courant de grille résiduel	+		
Courant de fuite de grille		+	+
Valeur maximale, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.			
Egalement:			
Valeur maximale du courant de toutes les grilles réunies, pour une tension grille-source ou drain-grille spécifiée, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une autre température de fonctionnement plus élevée spécifiée.			
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.			

	TYPES		
	A	B	C
2.3.3 Maximum gate-drain voltage, under specified conditions	+	+	+
2.3.4 Maximum gate-gate voltage (for multiple-gate devices), under specified conditions	+	+	+
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		+	+
2.3.6 Maximum drain current	+	+	+
2.3.7 Maximum forward gate current	+		
2.4 <i>Mechanical data</i>			
The requirements for mechanical data, valid for other semiconductor devices, apply to these devices.	+	+	+
3. Characteristics			
Characteristics are to be given at 25 °C, except where otherwise stated; other temperatures should be taken from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.			
3.1 <i>Characteristics for low-frequency amplifier applications</i>			
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.			
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.			

3.1.3 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 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.

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.

3.1.5 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.

3.1.6 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.

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.

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.

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.

	TYPES		
	A	B	C
3.1.3	+	+	
3.1.4			+
3.1.5	+	+	
3.1.6			+
3.1.7	+	+	+
3.1.8	+	+	+
3.1.9	+	+	+

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

3.1.10 Transconductance directe, sortie en court-circuit

Valeurs minimale et maximale, en petits signaux et en montage source commune, dans des conditions de polarisation spécifiées et pour une fréquence basse spécifiée, la sortie étant court-circuitée au point de vue alternatif.

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.

3.2 *Caractéristiques pour applications en amplificateur haute fréquence*

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.

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.

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 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.

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.

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

	TYPES		
	A	B	C
3.1.10 Short-circuit forward transconductance Minimum and maximum small-signal values, in common-source configuration, under specified bias conditions and at a specified low frequency, with the output short-circuited to a.c.	+	+	+
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.	+	+	+
3.2 <i>Characteristics for high-frequency amplifier applications</i>			
3.2.1 Gate cut-off current Gate leakage current Maximum value, at specified gate-source or drain-gate voltage, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature. Together with: Maximum value of the current of all gates connected together, at specified gate-source or drain-gate voltage, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.	+	+	+
3.2.2 Drain cut-off current Maximum value, at specified drain-source and gate-source voltages, other terminal connections being specified, at an operating temperature of 25 °C and at one specified higher operating temperature.	+	+	+
3.2.3 Drain current at zero gate-source voltage (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.	+	+	
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.			+

3.2.5 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.

3.2.6 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.

3.2.7 Paramètres y , dans des conditions spécifiées de polarisation et de fréquence

- 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
- y_{rs} - parties réelle et imaginaire valeurs maximales.

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.

3.3 *Caractéristiques pour applications en commutation*

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.

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.

	TYPES		
	A	B	C
3.2.5 Tension grille-source au blocage ($V_{GS(Off)}$)	+	+	
3.2.6 Tension grille-source de seuil ($V_{GS(Th)}$)			+
3.2.7 Paramètres y , dans des conditions spécifiées de polarisation et de fréquence	+	+	+
3.2.8 Facteur de bruit (F)	+	+	+
3.3 <i>Caractéristiques pour applications en commutation</i>			
3.3.1 Courant de grille résiduel	+		
Courant de fuite de grille		+	+
3.3.2 Courant de drain au blocage	+	+	+

	TYPES		
	A	B	C
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.			
3.2.6 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.			
3.2.7 y parameters, 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			
y_{rs} – real and imaginary parts maximum values.			
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.			
3.3 <i>Characteristics for switching applications</i>			
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.			
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.			

	TYPES		
	A	B	C
<p>3.3.3 Tension grille-source au blocage (V_{GSoff})</p> <p>Valeurs minimale et maximale de la tension grille-source pour laquelle le courant de drain est réduit à une faible valeur spécifiée, les autres connexions des bornes étant spécifiées, dans le domaine des températures de fonctionnement.</p>	+	+	
<p>3.3.4 Tension grille-source de seuil ($V_{GS(To)}$)</p> <p>Valeurs minimale et maximale pour une tension drain-source élevée spécifiée et pour une valeur du courant de drain égale ou supérieure à 10 fois la valeur maximale du courant de drain pour une tension de grille nulle, les autres connexions des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et, s'il y a lieu, à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>			+
<p>3.3.5 Tension drain-source à l'état passant</p> <p>Tension de saturation drain-source</p> <p>Valeur maximale, pour une valeur élevée spécifiée du courant de drain et de la tension grille-source, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température de fonctionnement plus élevée spécifiée.</p>	+	+	+
<p>3.3.6 Capacité grille-source en petits signaux, à une fréquence spécifiée</p> <p>a) Valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.1.</p> <p>b) S'il y a lieu, valeur maximale, dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.</p>	+	+	+
<p>3.3.7 Capacité drain-source en petits signaux, à une fréquence spécifiée</p> <p>a) Valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.1.</p> <p>b) S'il y a lieu, valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.</p>	+	+	+
<p>3.3.8 Capacité grille-drain en petits signaux, à une fréquence spécifiée</p> <p>a) Valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.1.</p> <p>b) S'il y a lieu, valeur maximale dans les conditions électriques spécifiées au paragraphe 3.3.5, la tension drain-source étant égale à la tension de saturation drain-source.</p>	+	+	+

	TYPES		
	A	B	C
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.			
3.3.4 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(TH)}$)			+
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.			
3.3.5 Drain-source on-state voltage			
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 at one specified higher operating temperature.			
3.3.6 Small-signal gate-source capacitance at a specified frequency	+	+	+
a) Maximum value, under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.1.			
b) Where appropriate, maximum value, under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.			
3.3.7 Small-signal drain-source capacitance at specified frequency	+	+	+
a) Maximum value under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.1.			
b) Where appropriate, maximum value under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.			
3.3.8 Small-signal gate-drain capacitance at specified frequency	+	+	+
a) Maximum value under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.1.			
b) Where appropriate, maximum value under the electrical conditions specified in Sub-clause 3.3.5 and with the drain-source voltage equal to the drain-source saturation voltage.			

3.3.9 Temps de commutation (voir figure 5, page 40)

Ils sont donnés dans les conditions suivantes:

- a) en montage source commune;
- b) dans une condition spécifiée où soient incluses la capacité et la résistance de charge de sortie;
- c) les temps de transition, l'amplitude et la fréquence de répétition de l'impulsion d'entrée doivent être spécifiés;
- d) 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;
- e) 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} .

3.4 Caractéristiques pour applications en découpeur

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.

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.

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
3.3.9 Temps de commutation (voir figure 5, page 40)	+	+	+
3.4.1 Courant de grille résiduel	+		
Courant de fuite de grille		+	+
3.4.2 Tension drain-source à l'état passant (tension de saturation), ou résistance drain-source à l'état passant.	+	+	+
3.4.3 Courant de drain au blocage ou résistance drain-source à l'état bloqué	+	+	+

3.3.9 Switching times (see Figure 5, page 41)

They are stated under the following conditions:

- a) common-source configuration;
- b) a specified condition in which output loading capacitance and resistance shall be included;
- c) input pulse transition times, amplitude and repetition frequency to be specified;
- d) $V_{GS(off-state)}$ 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;
- e) $V_{GS(on-state)}$ 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.

3.4 Characteristics for chopper applications

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.

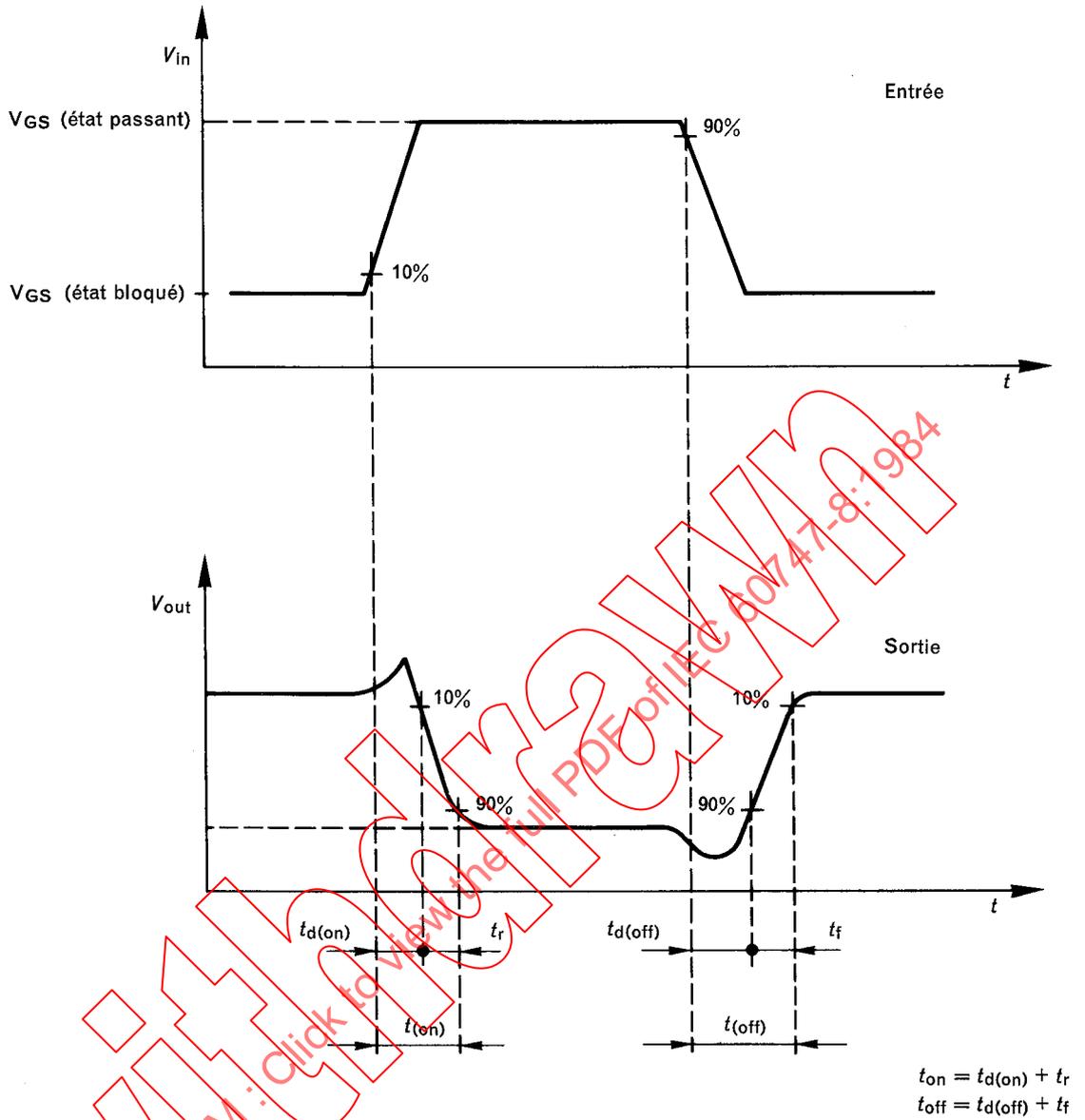
3.4.2 Drain-source on-state voltage (saturation voltage), or drain-source on-state resistance.

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

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.

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



133/84

FIG. 5. — Temps de commutation.

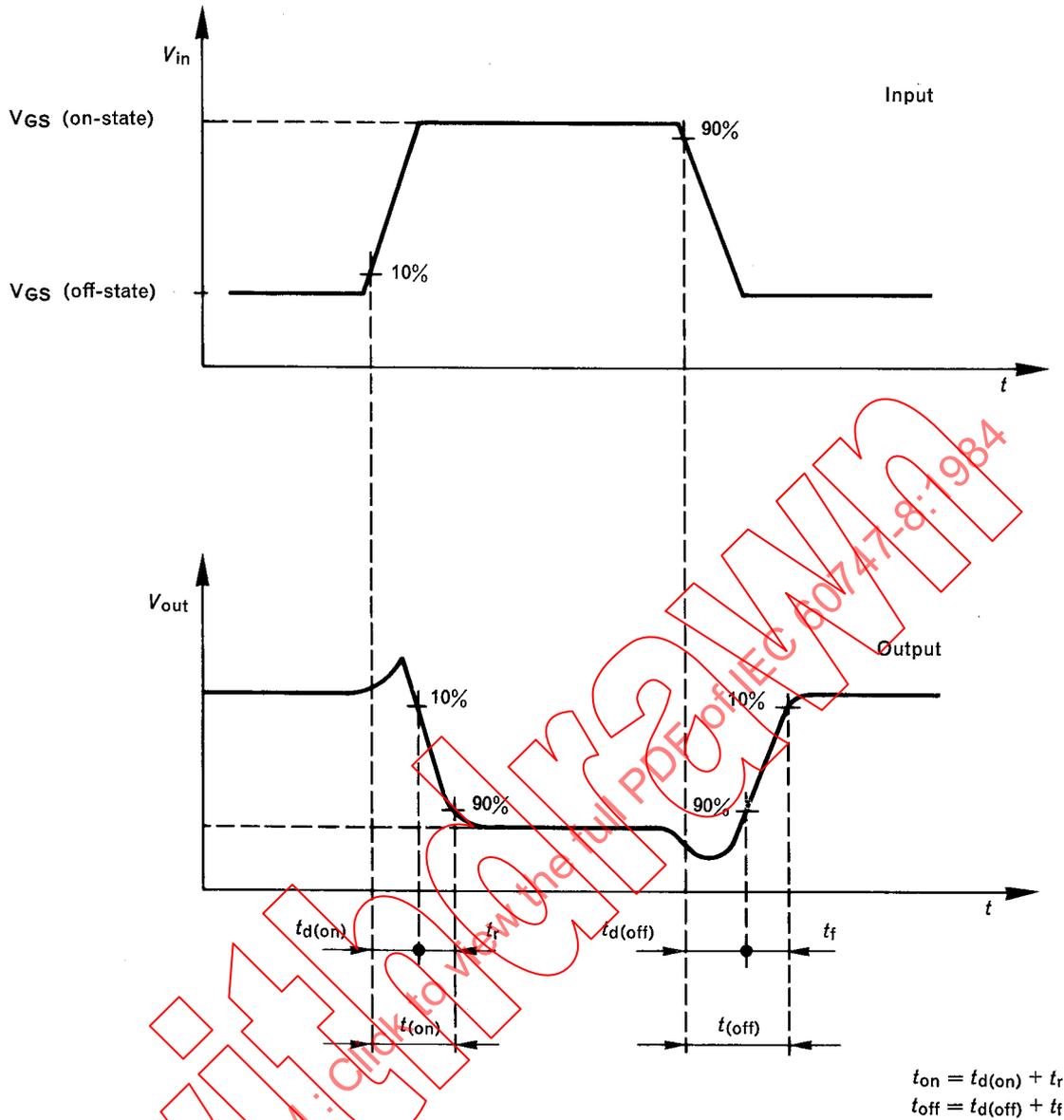
3.4.4 Capacité drain-source (C_{ds})

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.

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.

TYPES		
A	B	C
+	+	+
+	+	+



133/84

FIG. 5. — Switching times.

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.

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.

TYPES		
A	B	C
+	+	+
+	+	+

3.5 *Caractéristiques pour applications en amplificateur à courant continu à faible niveau*

3.5.1 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.

3.5.2 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.

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

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.

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

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.

3.5.5 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.

3.5.6 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.

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

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

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.

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.

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.

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.

3.5.5 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.

3.5.6 Gate-source threshold voltage ($V_{GS(TH)}$)

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
+		
	+	+
+	+	+
+	+	
		+
+	+	
		+

	TYPES		
	A	B	C
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.	+	+	+
3.6 <i>Caractéristiques pour applications en résistance commandée par la tension</i>			
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 des bornes étant spécifiées, à une température de fonctionnement de 25 °C et à une température plus élevée spécifiée.	+	+	+
3.6.2 Résistance dynamique drain-source (r_{ds}) Valeurs minimale et 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.	+	+	+
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.	+	+	+
3.6.4 Coefficient de température de la résistance drain-source en petits signaux Valeur typique.	+	+	+
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.			

	TYPES		
	A	B	C
3.5.7 Noise voltage (where appropriate) (V_n) Maximum value in common-source configuration, under specified circuit conditions.	+	+	+
3.6 <i>Characteristics for voltage-controlled resistor applications</i>			
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.	+	+	+
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.	+	+	+
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.	+	+	+
3.6.4 Temperature coefficient of the small-signal drain-source resistance Typical value.	+	+	+
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.			

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

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.

3.7.2 *Rapports des courants de drain*

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.

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

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

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

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

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.

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.

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.

3.7.6 *Variation de la différence des tensions grille-source entre deux températures ($|\Delta(V_{GS1} - V_{GS2})|_{\Delta T}$)*

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

	TYPES		
	A	B	C
3.7.1	+		
3.7.2.1		+	+
3.7.2.2			+
3.7.3	+	+	+
3.7.4	+	+	+
3.7.5	+	+	+
3.7.6	+	+	+

	TYPES		
	A	B	C
3.7 <i>Specific characteristics of matched-pair field-effect transistors for low-frequency differential applications</i>			
3.7.1 <i>Difference of gate cut-off currents</i> <i>Difference of gate leakage currents ($I_{G1} - I_{G2}$)</i> Maximum absolute value, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.	+	+	+
3.7.2 <i>Ratio of drain currents</i>			
3.7.2.1 <i>Ratio of drain currents for zero gate-source voltage (I_{DSS1}/I_{DSS2})</i> Minimum value of the ratio of the drain currents, at a specified drain-source voltage and zero gate-source voltage.	+	+	
3.7.2.2 <i>Ratio of drain currents for specified gate-source voltage</i> Minimum value of the ratio of the drain currents, at specified drain-source and gate-source voltages. <i>Note.</i> — This ratio should be stated as the smaller value divided by the larger value.			+
3.7.3 <i>Difference of small-signal common-source output conductances, where appropriate ($g_{os1} - g_{os2}$)</i> Maximum absolute value of the difference of the output conductances, at specified drain-gate or drain-source voltage, drain current, and frequency.	+	+	+
3.7.4 <i>Ratio of small-signal common-source forward transconductances (g_{fs1}/g_{fs2})</i> Minimum value of the ratio of forward transconductances, at specified drain-gate or drain-source voltage, drain current, and frequency. <i>Note.</i> — This ratio should be stated as the smaller value divided by the larger value.	+	+	+
3.7.5 <i>Difference of gate-source voltages ($V_{GS1} - V_{GS2}$)</i> Maximum absolute value of the difference of the gate-source voltages, at specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.	+	+	+
3.7.6 <i>Change in difference of gate-source voltages between two temperatures ($\Delta(V_{GS1} - V_{GS2}) _{\Delta T}$)</i> Maximum absolute value of the change of the difference of the gate-source voltages (as in Sub-clause 3.7.5) between two specified temperatures, at the same specified drain-gate or drain-source voltage and drain current.	+	+	+

4. Données d'applications

4.1 *Intermodulation et C.A.G.*

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:1984
Withdrawn

4. Application data

4.1 *Intermodulation and A.G.C.*

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

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60747-8:1984
Withdrawn

CHAPITRE IV: MÉTHODES DE MESURE

1. Généralités

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.

1.2 Précautions générales

Les précautions générales énumérées dans l'article 1 de la Publication 747-1, chapitre VII, 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.

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 la Publication 747-1, chapitre IX, article 1.

1.4 Catégories pour les différents types

Voir le chapitre I, article 2.

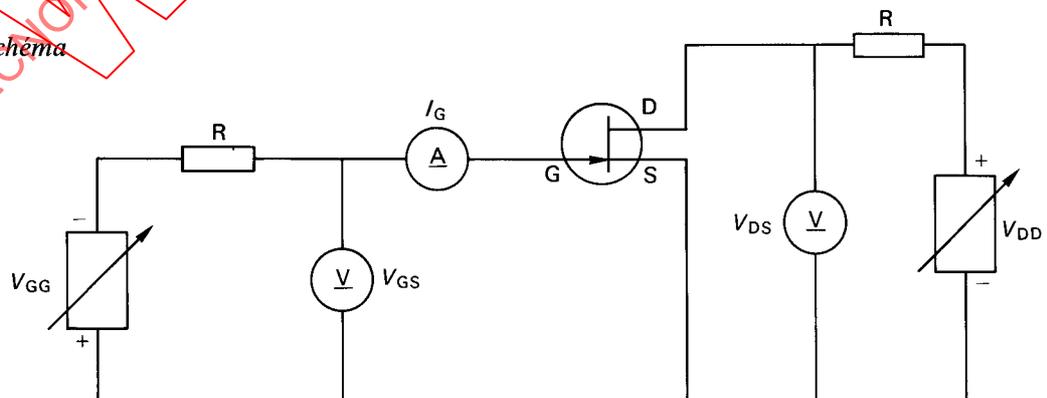
2. Courant résiduel de grille ou courant de fuite de grille

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

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.

2.1.2 Schéma



308/75

FIG. 6. — Circuit fondamental pour la mesure du courant résiduel de grille.

CHAPTER IV: MEASURING METHODS

1. General

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.

1.2 General precautions

The general precautions listed in Clause 1 of Publication 747-1, Chapter VII, 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.

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 Publication 747-1, Chapter IX, Clause 1, shall therefore be observed.

1.4 Type categories

See Chapter I, Clause 2.

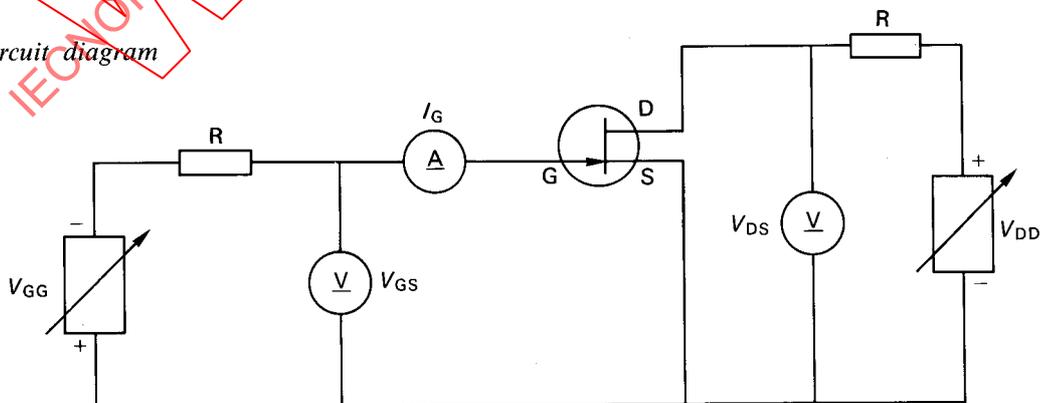
2. Gate cut-off current or gate leakage current

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

2.1.1 Purpose

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

2.2.1 Circuit diagram



308173

FIG. 6. — Basic circuit for the measurement of gate cut-off current.

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.

2.1.4 Conditions spécifiées

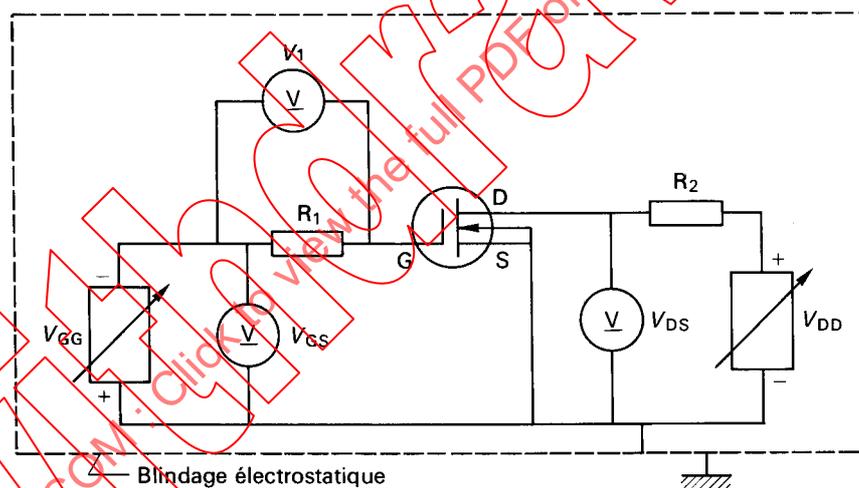
- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

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

2.2.1 But

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

2.2.2 Schéma



309/75

FIG. 7. — Circuit fondamental pour la mesure du courant de fuite de grille.

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:

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

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 .

2.1.4 Specified conditions

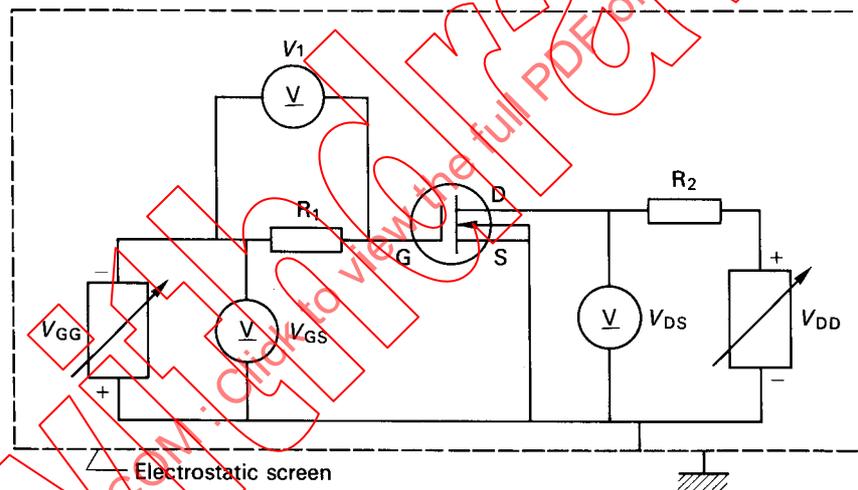
- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

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

2.2.1 Purpose

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

2.2.2 Circuit diagram



309/75

FIG. 7. — Basic circuit for the measurement of gate leakage current.

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:

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

2.2.4 Précautions à prendre

- a) Le circuit complet doit être placé à l'intérieur d'un écran électrostatique.
- b) 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.

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.

2.2.6 Conditions spécifiées

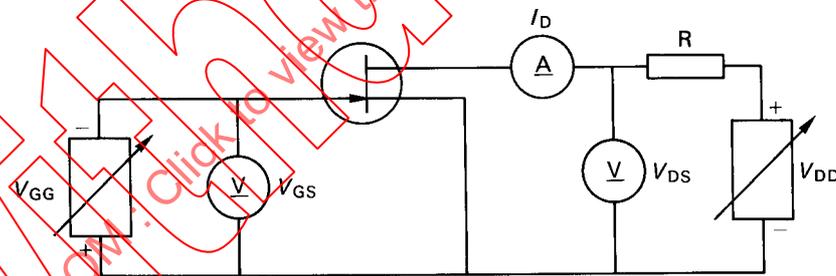
- Température ambiante ou température d'un point de référence.
- Tension grille-source.
- Tension drain-source.

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

3.1 But

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

3.2 Schéma



310/75

FIG. 8. — Circuit fondamental pour la mesure du courant de drain.

3.3 Description et exigences du circuit

R est une résistance de protection.

3.4 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

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.

2.2.4 Precautions to be observed

- a) The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.
- b) 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.

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.

2.2.6 Specified conditions

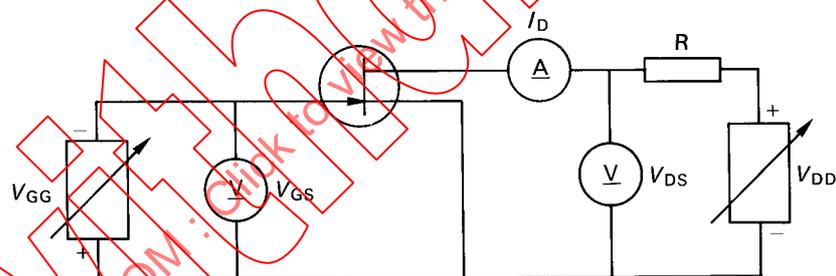
- Ambient or reference-point temperature.
- Gate-source voltage.
- Drain-source voltage.

3. Drain current (types A, B and C) (I_D)

3.1 Purpose

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

3.2 Circuit diagram



310175

FIG. 8. — Basic circuit for the measurement of drain current.

3.3 Circuit description and requirements

R is a protective resistor.

3.4 Precautions to be observed

See general precautions.

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.

3.6 Conditions spécifiées

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

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

4.1 But

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

4.2 Schéma

On peut utiliser le circuit de la figure 8, page 54, pour cette mesure.

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

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

4.4 Exécution

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

4.5 Conditions spécifiées

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

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

5.1 But

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

5.2 Schéma

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

5.3 Précautions à prendre

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

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.

3.6 Specified conditions

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

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

4.1 Purpose

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

4.2 Circuit diagram

The circuit of Figure 8, page 55, may be used for this measurement.

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

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

4.4 Measurement procedure

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

4.5 Specified conditions

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

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

5.1 Purpose

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

5.2 Circuit diagram

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

5.3 Precautions to be observed

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

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.

5.5 *Conditions spécifiées*

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

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

6.1 *But*

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

6.2 *Schéma*

On peut utiliser pour cette mesure le circuit de la figure 8, page 54, avec un blindage convenable; toutefois la polarité de la tension grille-source doit être inversée.

6.3 *Précautions à prendre*

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

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.

6.5 *Conditions spécifiées*

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

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

7.1 *But*

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

7.2 *Schéma*

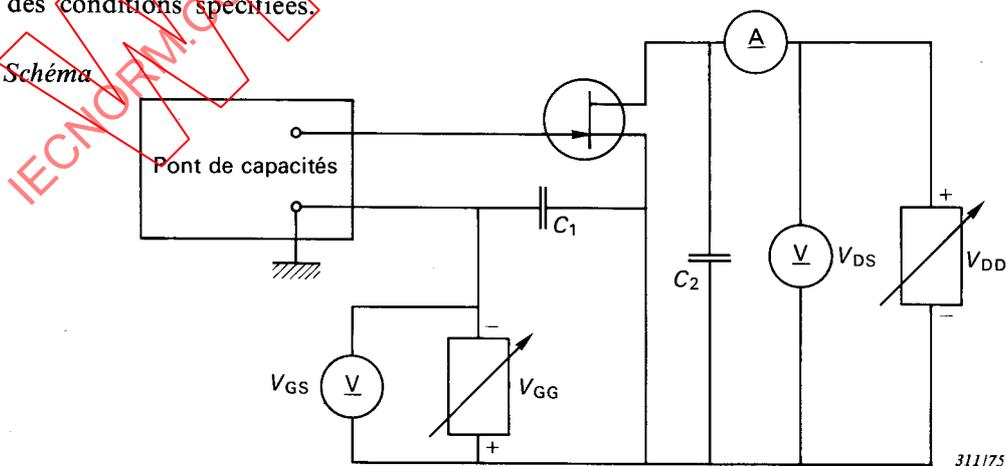


FIG. 9. — Circuit fondamental pour la mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux.

5.5 Specified conditions

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

6. Gate-source threshold voltage (type C) ($V_{GS(TH)}$)

6.1 Purpose

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

6.2 Circuit diagram

The circuit of Figure 8, page 55, with suitable shield may be used for this measurement, except that the polarity of the gate-source voltage should be reversed.

6.3 Precautions to be observed

The entire circuit should be placed inside an electrostatic screen.

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.

6.5 Specified conditions

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

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

7.1 Purpose

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

7.2 Circuit diagram

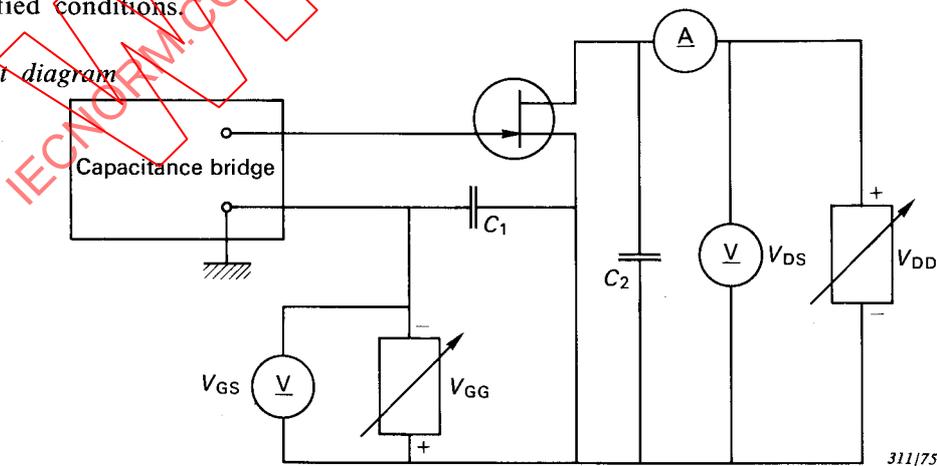


FIG. 9. — Basic circuit for the measurement of small-signal short-circuit input capacitance.

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.

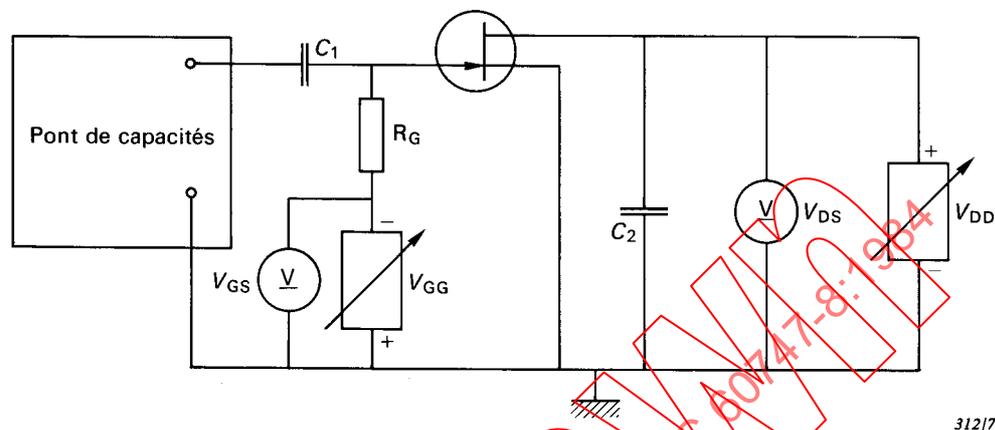


FIG. 10. — Autre circuit de mesure de la capacité d'entrée, sortie en court-circuit, en petits signaux.

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

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

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

7.4 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

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.

7.6 Conditions spécifiées

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

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.

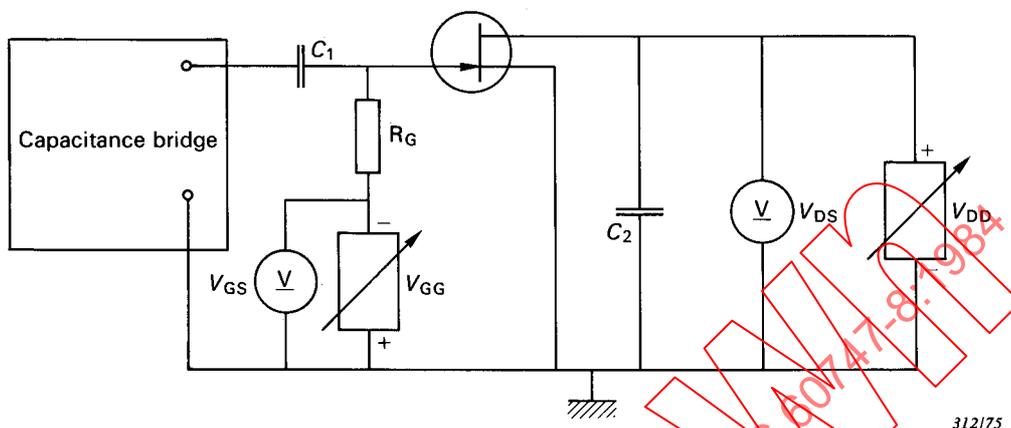


FIG. 10. — Alternative circuit for measurement of small-signal short-circuit input capacitance.

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

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

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

7.4 Precautions to be observed

See general precautions.

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.

7.6 Specified conditions

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

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

8.1 But

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

8.2 Généralités

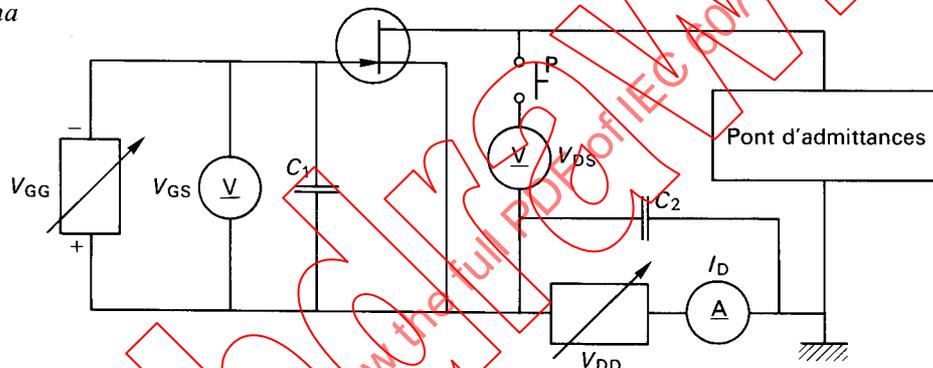
On décrit deux circuits, l'un utilisant une méthode de zéro, l'autre utilisant le principe des deux voltmètres.

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.

8.3 Méthode de zéro

8.3.1 Schéma



313/75

FIG. 11. — Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode de zéro).

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:

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

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

8.3.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

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.

8. Small-signal short-circuit output conductance (types A, B and C) (g_{oss})

8.1 Purpose

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

8.2 General

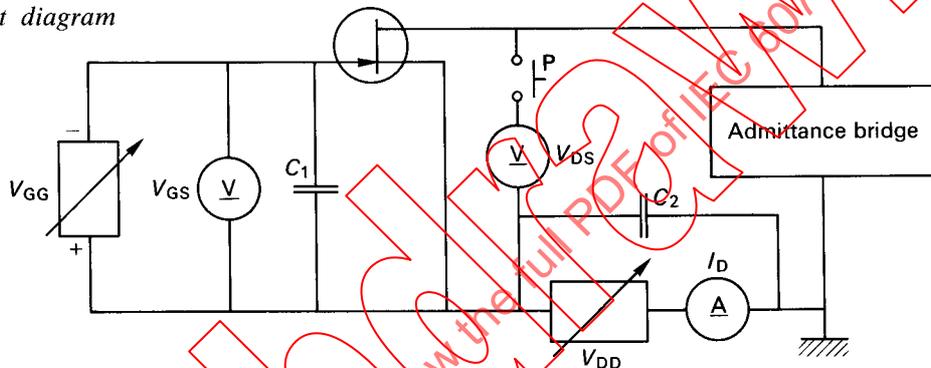
Two alternative circuits are described, one using a null method, the other using the two-voltmeter principle.

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 frequencies.

8.3 Null method

8.3.1 Circuit diagram



313/75

FIG. 11. — Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (null method).

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:

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

8.3.3 Precautions to be observed

See general precautions.

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.

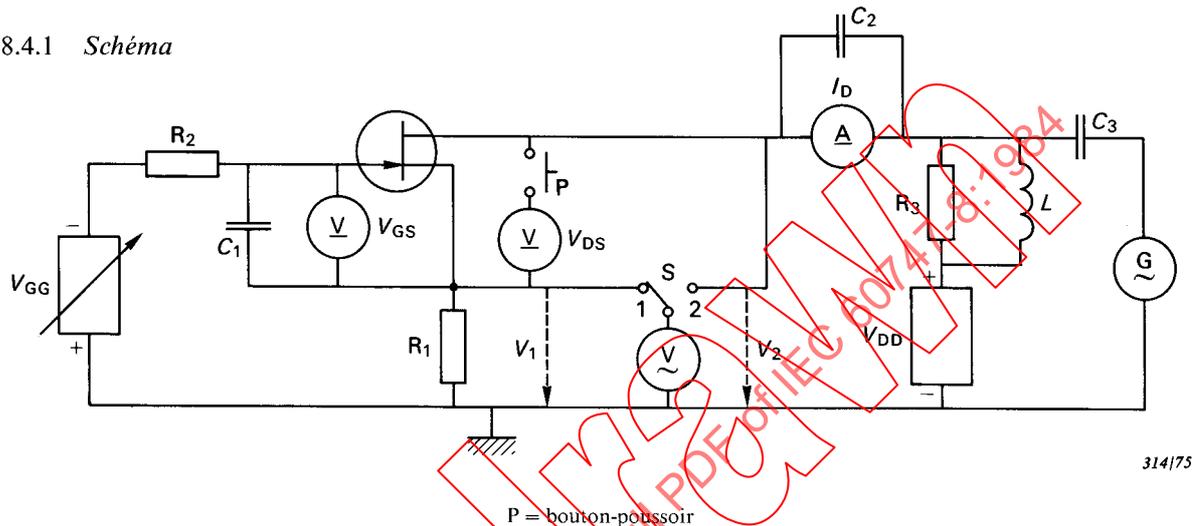
Le bouton-poussoir P étant ouvert, rééquilibrer le pont et lire alors les valeurs de g_{oss} , ou de $Re (y_{os})$ et de $Im (y_{os})$ si besoin.

8.3.5 Conditions spécifiées

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

8.4 Méthode utilisant deux voltmètres

8.4.1 Schéma



314/75

FIG. 12. — Circuit fondamental pour la mesure de la conductance de sortie g_{oss} (méthode des deux voltmètres).

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.

8.4.3 Précautions à observer

Voir les précautions générales.

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.

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.

8.3.5 Specified conditions

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

8.4 Two-voltmeter method

8.4.1 Circuit diagram

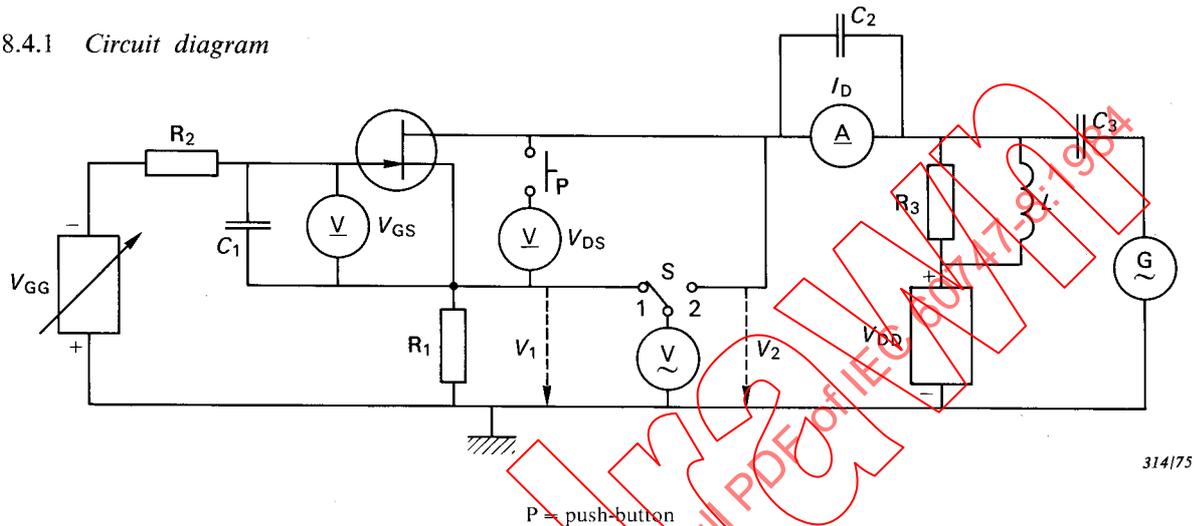


FIG. 12. — Basic circuit for the measurement of the output conductance g_{oss} (two-voltmeter method).

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 of 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.

8.4.3 Precautions to be observed

See general precautions.

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.

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 :

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

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

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

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

8.4.5 Conditions spécifiées

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

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

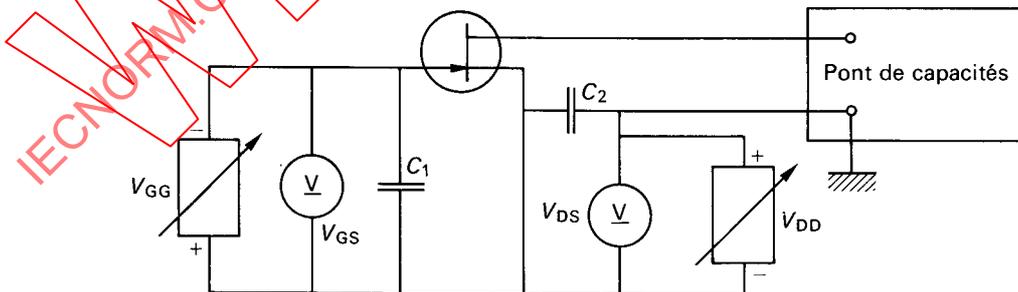
9.1 But

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

9.2 Généralités

Comme il est dit dans les paragraphes 8.2 et 8.3.2, on peut aussi utiliser pour la mesure de C_{oss} la méthode indiquée dans le paragraphe 8.3. Cependant, on préfère fréquemment utiliser une méthode différente pour mesurer C_{oss} , en particulier lorsque la méthode du paragraphe 8.4 sert à mesurer g_{oss} .

9.3 Schémas



315/75

FIG. 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, page 68.

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:

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

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

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

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

8.4.5 Specified conditions

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

9. Small-signal short-circuit output capacitance (types A, B and C) (C_{oss})

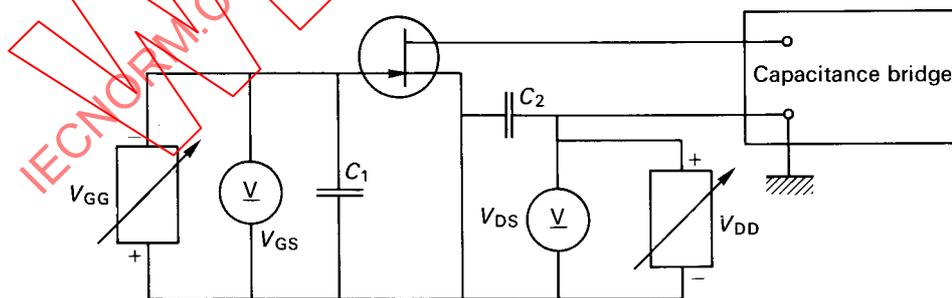
9.1 Purpose

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

9.2 General

As mentioned in Sub-clauses 8.2 and 8.3.2, the method of Sub-clause 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 Sub-clause 8.4 is used for the measurement of g_{oss} .

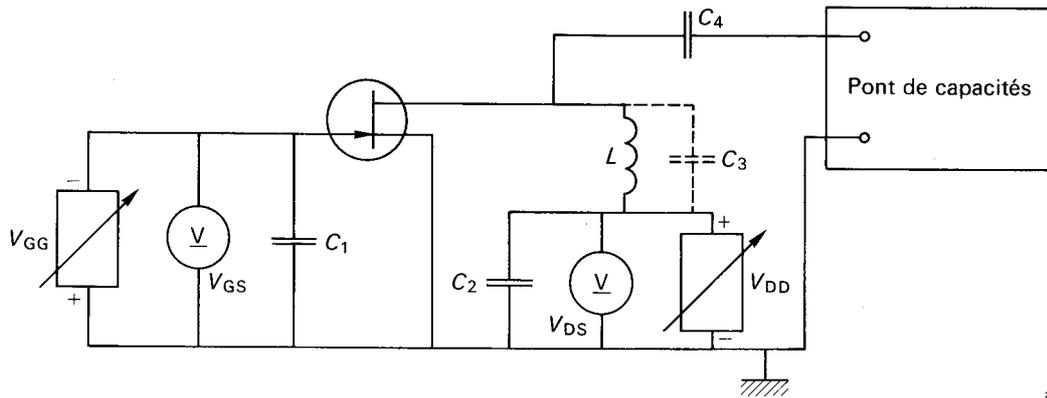
9.3 Circuit diagrams



315/75

FIG. 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, page 69, should be used.



316175

FIG. 14. — Autre circuit pour la mesure de la capacité de sortie, entrée en court-circuit.

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).

9.5 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

9.6 Exécution

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

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

Réaliser à nouveau l'équilibre du pont; la différence des lectures de capacités entre ce réglage et celui sans dispositif dans le support de mesure donne la valeur de C_{oss} .

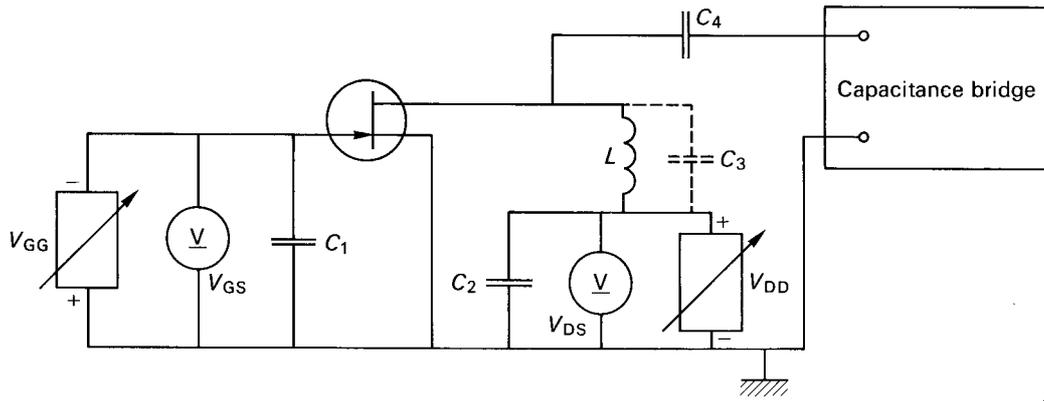
9.7 Conditions spécifiées

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

10. Transconductance directe, sortie en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C)

10.1 But

Mesurer la transconductance directe, sortie en court-circuit, en petits signaux, dans des conditions spécifiées.



316175

FIG. 14. — Alternative circuit for measurement of short-circuit output capacitance.

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 $|J_{is}|$.

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.

9.5 Precautions to be observed

See general precautions.

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} .

9.7 Specified conditions

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

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

10.1 Purpose

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

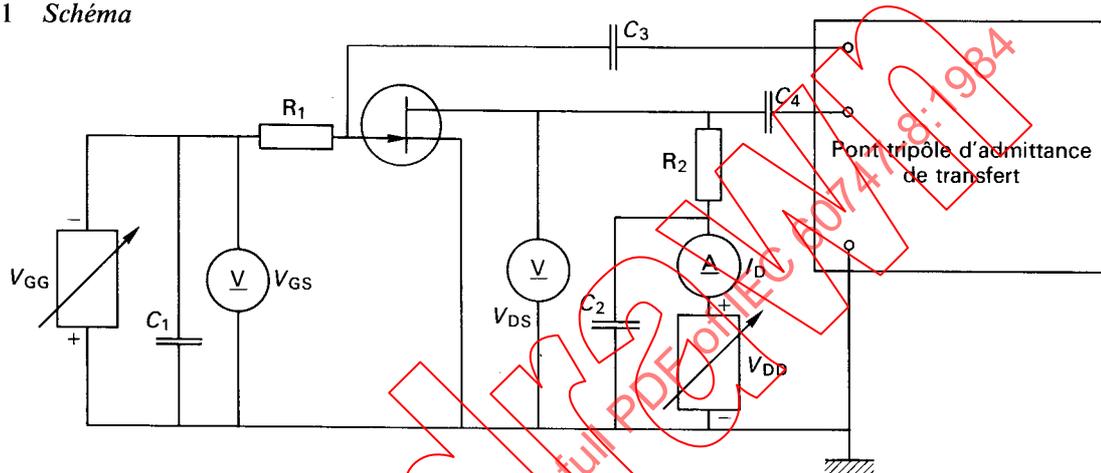
10.2 Généralités

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 de transfert tripôle, mais présente l'avantage que l'on peut mesurer g_{fs} , en basse fréquence, ainsi que $y_{fs} = g_{fs} + jb_{fs}$ en haute fréquence. En outre, elle garantit un court-circuit réel à la sortie.
- La deuxième méthode permet de mesurer simplement le module de y_{fs} , qui se ramène à g_{fs} pour des fréquences suffisamment basses.

10.3 Méthode de zéro

10.3.1 Schéma



317/75

FIG. 15. — Circuit pour la mesure de la transconductance directe, sortie en court-circuit, g_{fs}

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 $|y_{fs}|$ et la valeur de ωC_2 doit être très supérieure à $|y_{fs}|$.

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 .

10.3.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

10.3.4 Exécution

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

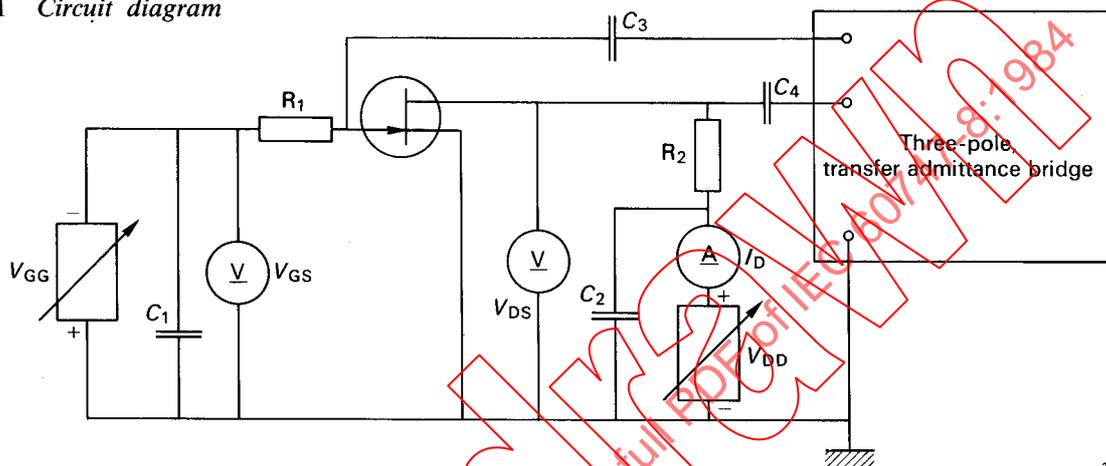
10.2 General

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.

10.3 Null method

10.3.1 Circuit diagram



317175

FIG. 15. — Circuit for the measurement of short-circuit forward transconductance, g_{fs} .

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 $|y_{fs}|$ 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 .

10.3.3 Precautions to be observed

See general precautions.

10.3.4 Measurement procedure

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

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

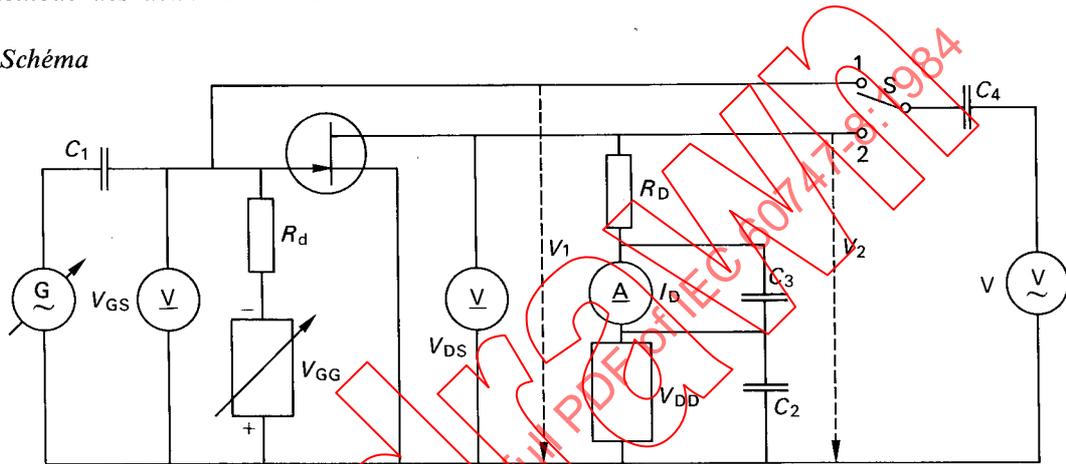
Rééquilibrer le pont et lire alors les valeurs de g_{fs} , ou de $Re(y_{fs})$ et de $Im(y_{fs})$ si besoin.

10.3.5 Conditions spécifiées

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

10.4 Méthode des deux voltmètres

10.4.1 Schéma



318/75

FIG. 16. — Circuit pour la mesure de la transconductance directe g_{fs} (méthode des deux voltmètres).

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_G 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 $\frac{1}{y_{os}}$.

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.

10.4.3 Précautions à prendre

Voir les précautions générales.

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: $|y_{fs}| \simeq g_{fs}$.

10.4.5 Conditions spécifiées

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

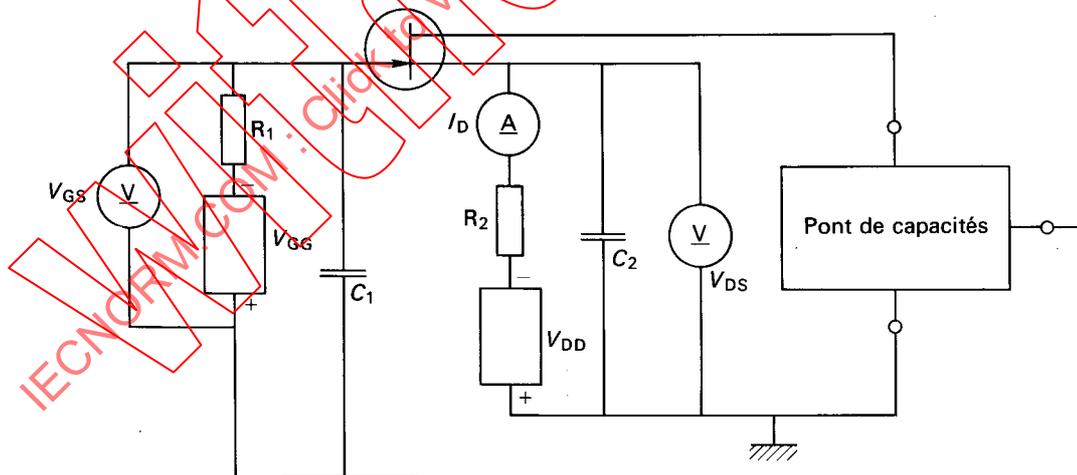
11. Capacité de réaction, entrée en court-circuit, en petits signaux (types A, B et C) (C_{rs})

11.1 But

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

11.2 Schéma

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



319/75

FIG. 17. — Circuit pour la mesure de la capacité de réaction C_{rs} .

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, page 76.