

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60747-3

Première édition
First edition
1985-07

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs discrets**

**Troisième partie:
Diodes de signal (y compris les diodes de
commutation) et diodes régulatrices**

**Semiconductor devices –
Discrete devices**

**Part 3:
Signal (including switching) and regulator diodes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60747-3: 1985

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**

60747-3

Première édition
First edition
1985-07

**Dispositifs à semiconducteurs –
Dispositifs discrets**

**Troisième partie:
Diodes de signal (y compris les diodes de
commutation) et diodes régulatrices**

**Semiconductor devices –
Discrete devices**

**Part 3:
Signal (including switching) and regulator diodes**

© IEC 1985 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX XA
PRICE CODE

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Note d'introduction	10
2. But	10
3. Symboles littéraux	10

CHAPITRE II: TERMINOLOGIE ET SYMBOLES LITTÉRAUX

SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Termes généraux	12
2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques	12
3. Symboles littéraux	18

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

1. Termes généraux	22
2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques	22
3. Symboles littéraux	22

SECTION TROIS — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

1. Termes généraux	24
2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques	26
3. Symboles littéraux	28

CHAPITRE III: VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES

SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Généralités	32
2. Valeurs limites	32
3. Caractéristiques	34
4. Données d'applications (à l'étude)	36

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

1. Généralités	36
2. Valeurs limites	38
3. Caractéristiques	38

CONTENTS

FOREWORD	Page 7
PREFACE	7

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Introductory note	11
2. Purpose	11
3. Letter symbols	11

CHAPTER II: TERMINOLOGY AND LETTER SYMBOLS

SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. General terms	13
2. Terms related to ratings and characteristics	13
3. Letter symbols	19

SECTION TWO — VOLTAGE REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

1. General terms	23
2. Terms related to ratings and characteristics	23
3. Letter symbols	23

SECTION THREE — CURRENT REGULATOR DIODES

1. General terms	25
2. Terms related to ratings and characteristics	27
3. Letter symbols	29

CHAPTER III: ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS

SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. General	33
2. Ratings (limiting values)	33
3. Characteristics	35
4. Application data (under consideration)	37

SECTION TWO — VOLTAGE-REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

1. General	37
2. Ratings (limiting values)	39
3. Characteristics	39

Articles	SECTION TROIS — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT	Pages
1. Type		40
2. Matériau semiconducteur		40
3. Encombrement		40
4. Valeurs limites (système des limites absolues) dans la gamme des températures de fonctionnement, sauf indication contraire		40
5. Caractéristiques électriques		42

CHAPITRE IV: MÉTHODES DE MESURE

SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Courant inverse	44
2. Tension directe	46
3. Capacité totale	48
4. Paramètres de commutation	50
5. Rendement de détection	64
6. Bruit	68

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

1. Tension de régulation	70
2. Résistance différentielle	74
3. Coefficient de température de la tension de régulation	78
4. Courant inverse	82
5. Tension directe	82
6. Capacité de jonction	82
7. Tension de bruit	84

SECTION TROIS — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

1. Courant de régulation	86
2. Coefficient de température du courant de régulation	86
3. Variation du courant de régulation	88
4. Tension de limitation	90
5. Conductance de régulation en petits signaux	92
6. Conductance au coude	96

CHAPITRE V: RÉCEPTION ET FIABILITÉ

SECTION UN — ESSAIS D'ENDURANCE ÉLECTRIQUES

1. Exigences générales	98
2. Exigences spécifiques	98

Clause	SECTION THREE — CURRENT-REGULATOR DIODES	Page
1. Type		41
2. Semiconductor material		41
3. Outline		41
4. Limiting values (absolute maximum system) over the operating temperature range, unless otherwise specified		41
5. Electrical characteristics		43

CHAPTER IV: MEASURING METHODS

SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. Reverse current	45
2. Forward voltage	47
3. Total capacitance	49
4. Switching parameters	51
5. Detector efficiency	65
6. Noise	69

SECTION TWO — VOLTAGE-REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

1. Working voltage	71
2. Differential resistance	75
3. Temperature coefficient of working voltage	79
4. Reverse current	83
5. Forward voltage	83
6. Junction capacitance	83
7. Noise voltage	85

SECTION THREE — CURRENT-REGULATOR DIODES

1. Regulator current	87
2. Temperature coefficient of regulator current	87
3. Regulator current variation	89
4. Limiting voltage	91
5. Small-signal regulator conductance	93
6. Knee conductance	97

CHAPTER V: ACCEPTANCE AND RELIABILITY

SECTION ONE — ELECTRICAL ENDURANCE TESTS

1. General requirements	99
2. Specific requirements	99

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

**Troisième partie: Diodes de signal (y compris les diodes de commutation)
et diodes régulatrices**

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 747-3 constitue la troisième partie d'une norme générale sur les dispositifs discrets, 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 diodes de signal et régulatrices.

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 constitutives 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, figurant dans les Publications 147 et 148, sont incorporées dans la Publication 747-1 et dans les Publications 748.

Les informations relatives aux essais mécaniques et climatiques, figurant dans les Publications 147-5 et 147-5A, sont incorporées dans 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES

Discrete devices

Part 3: Signal (including switching) and regulator diodes

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 747-3 constitutes the third part of a general standard on discrete 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 signal and regulator diodes.

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, found in Publications 147 and 148, are included in Publication 747-1 and in Publications 748.

Material concerning mechanical and climatic test methods, found in Publications 147-5 and 147-5A, are included in IEC Publication 749.

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

INDEX DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Nouveau paragraphe	Ancien paragraphe	Document ou publication	Nouveau paragraphe	Ancien paragraphe	Document ou publication
<i>Chapitre II</i> <i>Section un</i>			<i>Section trois</i> <i>(suite)</i>		
1.1	4.8	Répétition de 747-1, IV	2.2.1	2.3	147-0F, IE
2.1.1	1.1	147-0, IA	2.2.2	2.5	147-0F, IE
2.1.2	1.2	147-0, IA	2.4.1 à 2.4.3	2.7 à 2.9	147-0F, IE
2.1.3	1.3	147-0, IA	3.2.1 à 3.2.2	de 2.	147-0F, IE
2.1.4	1.5	147-0, IA		2.1.2	
2.1.5	1.14	147-0E, IA	3.3.1	2.1.3	
2.2.1	1.4	147-0, IA		2.1.4	
2.2.2	nouveau	—		2.2.1	148B, XIII
2.3.1	1.6	147-0, IA	3.3.2	2.2.2	
2.3.2	1.15	147-0E, IA		2.4.1	
2.3.3	1.16	147-0E, IA		2.4.2	
2.4.1	1.7	147-0, IA	3.3.3	2.4.3	
2.4.2	1.13	147-0E, IA		de 3d	747-3, IV, Trois
2.4.3	1.12	147-0E, IA			
2.4.4	1.8	147-0, IA	<i>Chapitre III</i> <i>Section un</i>		
2.4.5	1.9	147-0, IA	1.1 et 1.2	1	147-1, I, Un
2.4.6	1.10	147-0, IA	1.3	nouveau	—
2.4.7	1.11	147-0, IA	2 à 4	2 à 4	147-1, I, Un
2.4.8	1.17	147-0, IA			
2.4.9	1.18	147-0, IA	<i>Section deux</i>		
2.4.10	1.19	147-0F, IA	1.1	1	147-1, I, Deux
3.2.1	1.1	148, III	1.2	nouveau	—
3.2.2	2.2	148, III	2 et 3	2 et 3	147-1, I, Deux +47(BC)752
3.3.1	3.1	148+148B, III			
3.3.2	3.2	148, III	<i>Section trois</i>		
3.3.3	3.3	148+148B, III	1 à 5	1 à 5	147-1J, I, Huit
3.3.4	3.4	148, III			
3.3.5	3.5	148+148B, III	<i>Chapitre IV</i> <i>Section un</i>		
<i>Section deux</i>			1 à 3	1 à 3	147-2M, I, Un
1.1 à 1.2	4.10 à 4.11	Répétition de 747-1, IV	4.1	1.1	47(BC)809
1.3	C1	47(BC)950	4.2.1	4.2.1	147-2B, I, Un
1.4	C2	à l'étude	4.2.2	1.1	47(CO)755
2	—	—	4.2.3	1.1	47(CO)810
3.2.1	1.2	148A, IV	4.2.4	4.2.4	147-2M, I, Un
3.2.2	2.2	148A, IV	5	5	147-2M, I, Un
3.3.1	3.1	148A, IV	6	6	147-2B, I, Un
3.3.2	3.2	148A, IV	<i>Section deux</i>		
3.3.3	3.3	148A+148B, IV	1 à 3	1 à 3	147-2M, I, Deux
<i>Section trois</i>			4 à 6	1	47(BC)889
1.1	4.12	Répétition de 747-1, IV	7	2.1	47(BC)888
1.2 à 1.3	1.1 à 1.2	147-0F, IE	<i>Section trois</i>		
2.1.1	2.1	147-0F, IE	1 à 5	1 à 5	47(BC)751
2.1.2	2.2	147-0F, IE	<i>Chapitre V</i>		
2.1.3	2.4	147-0F, IE	1	—	
2.1.4	2.6	147-0F, IE	2	3	147-4, II, Un

CROSS REFERENCES INDEX

New clause number	Old clause number	Document or publication	New clause number	Old clause number	Document or publication
<i>Chapter II</i> <i>Section One</i>			<i>Section Three</i> <i>(cont.)</i>		
1.1	4.8	Repetition of 747-1, IV	2.2.1	2.3	147-0F, IE
2.1.1	1.1	147-0, IA	2.2.2	2.5	147-0F, IE
2.1.2	1.2	147-0, IA	2.4.1 to 2.4.3	2.7 to 2.9	147-0F, IE
2.1.3	1.3	147-0, IA	3.2.1 to 3.2.2	from 2.	147-0F, IE
2.1.4	1.5	147-0, IA		2.1.2	
2.1.5	1.14	147-0E, IA	3.3.1	2.1.3	
2.2.1	1.4	147-0, IA		2.1.4	
2.2.2	new	—		2.2.1	148B, XIII
2.3.1	1.6	147-0, IA	3.3.2	2.2.2	
2.3.2	1.15	147-0E, IA		2.4.1	
2.3.3	1.16	147-0E, IA	3.3.3	2.4.2	
2.4.1	1.7	147-0, IA		2.4.3	
2.4.2	1.13	147-0E, IA		from 3d	747-3, IV, Three
2.4.3	1.12	147-0E, IA	<i>Chapter III</i> <i>Section One</i>		
2.4.4	1.8	147-0, IA	1.1 and 1.2	1	147-1, I, One
2.4.5	1.9	147-0, IA	1.3	new	—
2.4.6	1.10	147-0, IA	2 to 4	2 to 4	147-1, I, One
2.4.7	1.11	147-0, IA	<i>Section Two</i>		
2.4.8	1.17	147-0, IA	1.1	1	147-1, I, Two
2.4.9	1.18	147-0, IA	1.2	new	—
2.4.10	1.19	147-0F, IA	2 and 3	2 and 3	147-1, I, Two +47(CO)752
3.2.1	1.1	148, III	<i>Section Three</i>		
3.2.2	2.2	148, III	1 to 5	1 to 5	147-1J, I, Eight
3.3.1	3.1	148+148B, III	<i>Chapter IV</i> <i>Section One</i>		
3.3.2	3.2	148, III	1 to 3	1 to 3	147-2M, I, One
3.3.3	3.3	148+148B, III	4.1	1.1	47(CO)809
3.3.4	3.4	148, III	4.2.1	4.2.1	147-2B, I, One
3.3.5	3.5	148+148B, III	4.2.2	1.1	47(CO)755
<i>Section Two</i>			4.2.3	1.1	47(CO)810
1.1 to 1.2	4.10 to 4.11	Repetition of 747-1, IV	4.2.4	4.2.4	147-2M, I, One
1.3	C1	47(CO)950	5	5	147-2M, I, One
1.4	C2	under consideration	6	6	147-2B, I, One
2	—	—	<i>Section Two</i>		
3.2.1	1.2	148A, IV	1 to 3	1 to 3	147-2M, I, Two
3.2.2	2.2	148A, IV	4 to 6	1	47(CO)889
3.3.1	3.1	148A, IV	7	2.1	47(CO)888
3.3.2	3.2	148A, IV	<i>Section Three</i>		
3.3.3	3.3	148A+148B, IV	1 to 5	1 to 5	47(CO)751
<i>Section Three</i>			<i>Chapter V</i>		
1.1	4.12	Repetition of 747-1, IV	1	—	
1.2 to 1.3	1.1 to 1.2	147-0E, IE	2	3	147-4, II, One
2.1.1	2.1	147-0E, IE			
2.1.2	2.2	147-0E, IE			
2.1.3	2.4	147-0E, IE			
2.1.4	2.6	147-0E, IE			

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

Troisième partie: Diodes de signal (y compris les diodes de commutation) et diodes régulatrices

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 les 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. But

La présente publication donne les normes pour les catégories et sous-catégories suivantes de dispositifs:

- diodes de signal (y compris les diodes de commutation);
- diodes de tension de référence et diodes régulatrices de tension;
- diodes régulatrices de courant.

3. Symboles littéraux

S'ils existent, les symboles littéraux ont été ajoutés aux termes dans les titres. Lorsqu'il existe plusieurs formes distinctes pour un symbole littéral, la forme la plus souvent utilisée est donnée.

SEMICONDUCTOR DEVICES

Discrete devices

Part 3: Signal (including switching) and regulator diodes

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. Purpose

The present publication gives standards for the following categories and sub-categories of devices:

- signal diodes (including switching diodes);
- voltage-reference diodes and voltage-regulator diodes;
- current-regulator diodes.

3. Letter symbols

Mostly, existing letter symbols are added to the terms in titles. When several distinctive forms exist, the most commonly used form is given.

CHAPITRE II: TERMINOLOGIE ET SYMBOLES LITTÉRAUX

SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Termes généraux

Les termes et définitions correspondants, donnés dans la Publication 747-1, s'appliquent. Le terme du paragraphe 1.1 ci-dessous est répété de cette publication, chapitre IV, paragraphe 4.8.

1.1 Diode de signal

Diode utilisée pour extraire ou acheminer des informations contenues dans un signal électrique qui varie avec le temps et peut être de nature digitale ou analogique.

2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques

Les termes et définitions relatifs de la Publication 747-1, chapitre IV, article 5, s'appliquent.

En complément, d'autres termes et définitions sont donnés ci-dessous.

2.1 Tensions

2.1.1 Tension inverse continue (V_R)

Valeur de la tension constante appliquée à une diode dans le sens inverse.

2.1.2 Tension inverse moyenne ($V_{R(AV)}$)

Valeur moyenne de la tension inverse calculée sur une durée spécifiée.

2.1.3 Tension inverse de pointe (V_{RM})

Valeur instantanée la plus élevée de la tension inverse qui apparaît aux bornes d'une diode, incluant toutes les tensions transitoires répétitives et non répétitives.

2.1.4 Rendement de détection en tension (η_v)

Rapport de la tension continue aux bornes de la charge à la valeur de crête de la tension sinusoïdale d'entrée dans des conditions spécifiées pour le circuit.

2.1.5 Tension de recouvrement direct (v_{FR})

Tension variable qui se produit pendant le temps de recouvrement direct après commutation instantanée à partir de zéro ou d'une tension inverse spécifiée jusqu'à un courant direct spécifié.

2.2 Courants

2.2.1 Courant direct moyen ($I_{F(AV)}$)

Valeur moyenne du courant direct calculée sur une durée spécifiée.

CHAPTER II: TERMINOLOGY AND LETTER SYMBOLS

SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. General terms

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1 apply. The term in Sub-clause 1.1 below is repeated from this publication, Chapter IV, Sub-clause 4.8.

1.1 *Signal diode*

A diode used for the purpose of extracting or processing information contained in an electronic signal which varies with time and may be either analogue or digital in nature.

2. Terms related to ratings and characteristics

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1, Chapter IV, Clause 5, apply.

Additional terms and definitions are given below.

2.1 *Voltages*

2.1.1 *Continuous (direct) reverse voltage (V_R)*

The value of the constant voltage applied to a diode in the reverse direction.

2.1.2 *Mean reverse voltage ($V_{R(AV)}$)*

The value of the reverse voltage averaged over a specified time.

2.1.3 *Peak reverse voltage (V_{RM})*

The highest instantaneous value of the reverse voltage occurring across a diode, including all repetitive and non-repetitive transients.

2.1.4 *Detector voltage efficiency (η_v)*

The ratio of the d.c. load voltage to the peak sinusoidal input voltage under specified circuit conditions.

2.1.5 *Forward recovery voltage (v_{FR})*

The varying voltage occurring during the forward recovery time after instantaneous switching from zero or a specified reverse voltage to a specified forward current.

2.2 *Currents*

2.2.1 *Mean forward current ($I_{F(AV)}$)*

The value of the forward current averaged over a specified time.

2.2.2 Courant direct de pointe (I_{FM})

Valeur instantanée la plus élevée du courant, incluant tous les courants transitoires répétitifs et non répétitifs.

2.3 Dissipation de puissance

2.3.1 Rendement de détection en puissance (η_p)

Rapport de la variation de la puissance continue dissipée dans la résistance de charge, produite par le signal alternatif, à la puissance disponible du générateur de signal sinusoïdal lorsque la diode fonctionne dans des conditions spécifiées.

2.3.2 Energie d'une seule impulsion (E_p) (appliquée à une diode détectrice)

Energie d'une impulsion de courte durée appliquée à la diode dans le sens direct.

Note. — Pour les besoins des valeurs limites, la durée de l'impulsion est normalement spécifiée comme inférieure à 10 ms.

2.3.3 Energie d'une impulsion répétitive ($E_{p(rep)}$)

Energie contenue dans une seule impulsion qui fait partie d'une série répétitive d'impulsions.

2.4 Caractéristiques diverses

2.4.1 Charge recouvrée (Q_r)

Charge totale recouvrée dans la diode après commutation d'une condition de courant direct spécifiée à une condition inverse spécifiée.

Note. — Cette charge inclut les composantes dues aux porteurs de charge stockée et à la capacité de la couche diélectrique.

2.4.2 Temps de recouvrement inverse (t_{rr})

Intervalle de temps compris entre l'instant où le courant passe par la valeur zéro, au cours du passage du sens direct au sens inverse, et l'instant où le courant inverse, après avoir atteint la valeur de pointe I_{RM} , est réduit à une faible valeur spécifiée (comme il est indiqué dans la figure 1 ou atteint par extrapolation la valeur zéro (comme il est indiqué dans la figure 2, page 16).

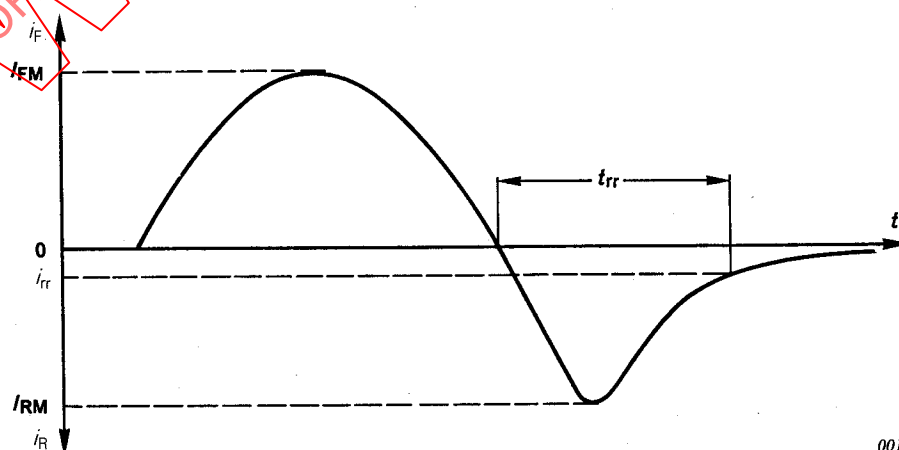


FIGURE 1

2.2.2 Peak forward current (I_{FM})

The highest instantaneous value of the forward current, including all repetitive and non-repetitive transients.

2.3 Power dissipation

2.3.1 Detector power efficiency (η_p)

The ratio of the change in d.c. power in the load resistance produced by the a.c. signal, to the available power from a sinusoidal voltage generator when the diode is operated under specified conditions.

2.3.2 Single-pulse energy (E_p) (applied to a detector diode)

The energy of a pulse of short duration applied to a diode in the forward direction.

Note. — For maximum rating purposes, the pulse duration is normally specified to be less than 10 ms.

2.3.3 Repetitive pulse energy ($E_{p(rep)}$)

The energy contained in a single pulse that occurs in a repetitive series of pulses.

2.4 Sundry characteristics

2.4.1 Recovered charge (Q_r)

The total charge recovered from the diode after switching from a specified forward current condition to a specified reverse condition.

Note. — This charge includes components due to both carrier storage and depletion layer capacitance.

2.4.2 Reverse recovery time (t_{rr})

The time interval between the instant when the current passes through zero, when changing from the forward direction to the reverse direction, and the instant when the reverse current is reduced from its peak value I_{RM} to a specified low value (as shown in Figure 1), or when the extrapolated reverse current reaches zero (as shown in Figure 2, page 17).

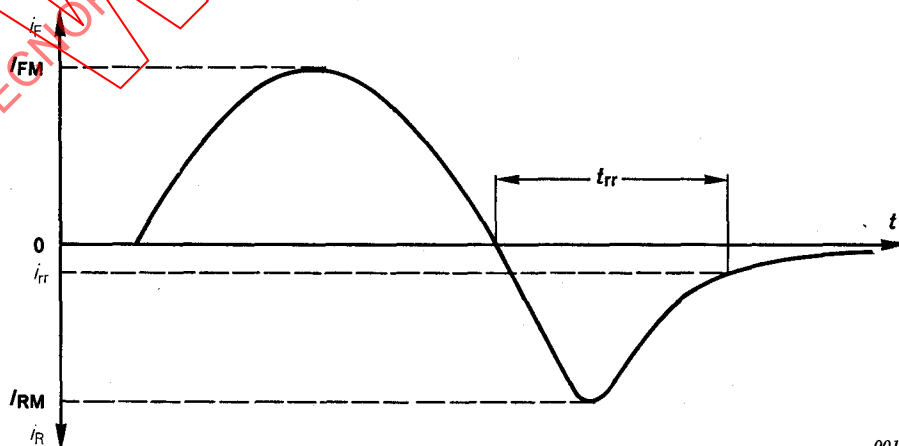


FIGURE 1

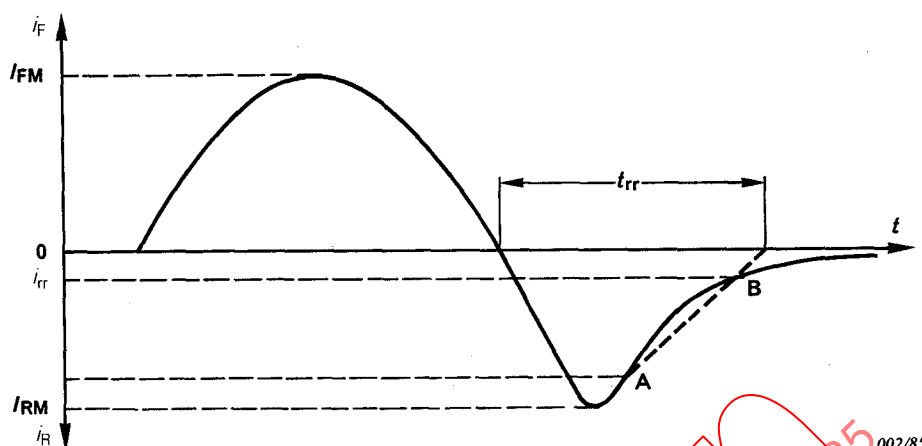


FIGURE 2

Note. — L'extrapolation est effectuée en traçant une droite passant par deux points A et B spécifiés, comme il est indiqué dans la figure 2.

2.4.3 Temps de recouvrement direct (t_{rr})

Temps nécessaire au courant ou à la tension pour reprendre une valeur spécifiée, après commutation instantanée, à partir de zéro ou d'une tension inverse spécifiée jusqu'à une condition de polarisation directe spécifiée.

2.4.4 Résistance différentielle (r)

Résistance différentielle mesurée entre les bornes de la diode dans des conditions spécifiées de mesure.

2.4.5 Résistance directe en courant continu

Quotient de la tension continue directe aux bornes de la diode par le courant continu direct correspondant.

2.4.6 Résistance inverse en courant continu

Quotient de la tension continue inverse aux bornes de la diode par le courant continu inverse correspondant.

2.4.7 Capacité totale (C_{tot})

Capacité différentielle mesurée entre les bornes de la diode dans des conditions de polarisation données.

2.4.8 Sensibilité totale en courant (β_I)

Quotient:

- 1) du courant total redressé de la diode pour une charge spécifiée,
- 2) par la puissance totale du signal délivrée à l'entrée.

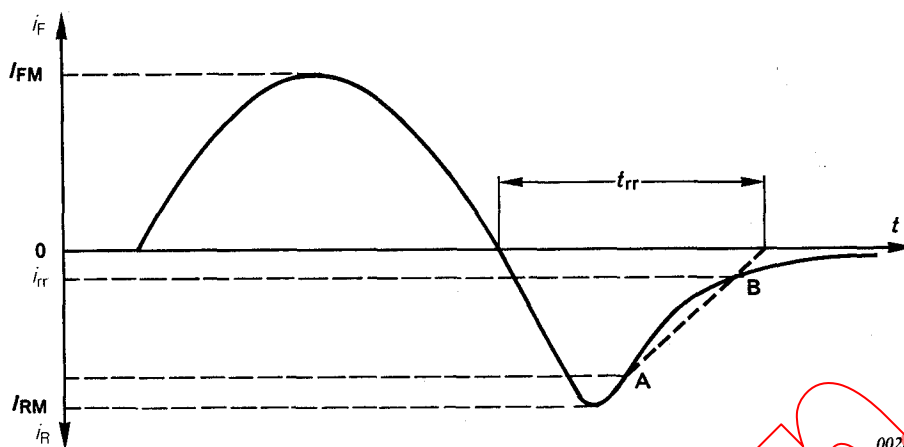


FIGURE 2

Note. — The extrapolation is carried out with respect to specified points A and B, as shown in generalized form in Figure 2.

2.4.3 Forward recovery time (t_{rr})

The time required for the current or voltage to recover to a specified value after instantaneous switching from zero or a specified reverse voltage to a specified forward bias condition.

2.4.4 Differential resistance (r)

The differential resistance measured between the terminals of the diode under specified conditions of measurement.

2.4.5 Forward d.c. resistance

The quotient of d.c. forward voltage across the diode and the corresponding d.c. forward current.

2.4.6 Reverse d.c. resistance

The quotient of the d.c. reverse voltage across the diode and the corresponding d.c. reverse current.

2.4.7 Total capacitance (C_{tot})

The differential capacitance at the diode terminals, measured under given bias conditions.

2.4.8 Total current sensitivity (β_1)

The quotient of:

- 1) the total rectified diode current with a specified load, and
- 2) the total delivered input signal power.

2.4.9 Sensibilité différentielle en courant (β_i)

Quotient:

- 1) de l'accroissement du courant redressé de la diode pour une charge spécifiée,
- 2) par la variation de la puissance du signal délivrée à l'entrée qui provoque cet accroissement.

2.4.10 Facteur de mérite (d'une diode détectrice) (M)

Paramètre qui caractérise la sensibilité d'un dispositif récepteur et qui est défini par la formule:

$$M = \frac{\beta r_{op}}{\sqrt{N_r r_{op} + R_A}}$$

où:

β = soit: sensibilité «différentielle» en courant (β_i)

soit: sensibilité «totale» en courant (β_t)

selon le cas, mais de toute façon pour la diode en court-circuit

r_{op} = résistance au point de fonctionnement

N_r = rapport de température de bruit de la diode

R_A = résistance équivalente de bruit de l'amplificateur à haute impédance qui sert à amplifier le signal de sortie de la diode détectrice

3. Symboles littéraux

3.1 Généralités

Les règles générales de la Publication 747-1, chapitre V, s'appliquent.

3.2 Indices supplémentaires

En complément à la liste des indices généraux donnés aux paragraphes 2.2.1 et 3.3.1 de la Publication 747-1, chapitre V, les indices spécifiques suivants sont recommandés pour:

3.2.1 Courants, tensions et puissances

A, a = anode

K, k = cathode

O = moyen(ne) de sortie redressé(e)

3.2.2 Paramètres électriques

δ , d = amortissement

r = recouvrement, recouvré, redressement

S, s = stockage, stocké

3.3 Liste de symboles littéraux supplémentaires

Les symboles littéraux contenus dans la liste suivante sont recommandés pour être utilisés dans le domaine des diodes de signal; ils ont été établis en accord avec les règles générales.

2.4.9 Incremental current sensitivity (β_i)

The quotient of:

- 1) the rectified diode current increment with a specified load, and
- 2) the change in delivered input signal power that induces this increment.

2.4.10 Figure of merit (of a detector diode) (M)

A parameter characterizing the sensitivity of a receiving device and defined by the formula:

$$M = \frac{\beta r_{op}}{\sqrt{N_r r_{op} + R_A}}$$

where:

β = either incremental current sensitivity (β_i)
or total current sensitivity (β_t)
as appropriate, in either case under short-circuit conditions

r_{op} = operating point resistance

N_r = noise ratio of the diode

R_A = equivalent noise resistance of the high-impedance amplifier that is used to amplify the output of the detector diode

3. Letter symbols

3.1 General

The general rules of Publication 747-1, Chapter V, apply.

3.2 Additional subscripts

In addition to the relevant recommended general subscripts (see Sub-clauses 2.2.1 and 3.3.1 of Publication 747-1, Chapter V), the following specific subscripts are recommended for:

3.2.1 Currents, voltages and powers:

A, a = anode
K, k = cathode
O = average output rectified

3.2.2 Electrical parameters:

δ , d = damping
r = recovery, recovered, rectified
S, s = storage, stored

3.3 Additional list of letter symbols

The letter symbols contained in the following list are recommended for use in the field of signal diodes; they have been compiled in accordance with the general rules.

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
3.3.1 Tensions		
Tension directe continue	V_F	
Tension directe totale instantanée	v_F	
Tension directe moyenne	$V_{F(AV)}$	
Tension inverse continue	V_R	
Tension inverse totale instantanée	v_R	
Tension inverse de pointe	V_{RM}	
Tension inverse de surcharge accidentelle	V_{RSM}	
Tension de claquage	$V_{(BR)}$	
Tension de recouvrement direct	v_{FR}	
Valeur de pointe de la tension de recouvrement direct	V_{FRM}	
3.3.2 Courants		
Courant direct continu	I_F	
Courant direct instantané	i_F	
Courant direct de pointe	I_{FM}	
Courant direct de surcharge accidentelle	I_{FSM}	
Courant moyen de sortie redressé	I_O	
Courant inverse continu	I_R	
Courant inverse instantané	i_R	
Courant inverse de crête	I_{RM}	
3.3.3 Puissances		
Puissance de surcharge accidentelle	P_{SM}	
Dissipation de puissance dans le cas d'une onde r.f. entretenue	P_{CW}	Pour les diodes détectrices
Dissipation de puissance dans le cas de trains d'onde r.f.	P_{RFP}	
3.3.4 Paramètres de commutation		
Temps de recouvrement direct	t_{fr}	
Temps de recouvrement inverse	t_{rr}	
Courant inverse de recouvrement	i_{rr}	
Charge recouvrée	Q_r	
3.3.5 Grandeurs diverses		
Résistance différentielle	r	
Coefficient d'amortissement	δ ou d	
Résistance d'amortissement	r_δ ou r_d	
Efficacité	η	
Rendement de détection (en tension)	η_v	
Sensibilité différentielle en courant	β_i	
Sensibilité totale en courant	β_l	
Energie d'une seule impulsion	E_p, W_p	
Energie d'une impulsion répétitive	$E_{p(rep)}$	Pour les diodes détectrices
Résistance différentielle au point de fonctionnement	r_{op}	
Facteur de mérite	M	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
3.3.1 Voltages		
Continuous (direct) forward voltage	V_F	
Instantaneous total forward voltage	v_F	
Average forward voltage	$V_{F(AV)}$	
Continuous (direct) reverse voltage	V_R	
Instantaneous total reverse voltage	v_R	
Peak reverse voltage	V_{RM}	
Surge reverse voltage	V_{RSM}	
Breakdown voltage	$V_{(BR)}$	
Forward recovery voltage	v_{FR}	
Peak value of forward recovery voltage	V_{FRM}	
3.3.2 Currents		
Continuous (direct) forward current	I_F	
Instantaneous forward current	i_F	
Peak forward current	I_{FM}	
Surge forward current	I_{FSM}	
Average output rectified current	I_O	
Continuous (direct) reverse current	I_R	
Instantaneous reverse current	i_R	
Peak reverse current	I_{RM}	
3.3.3 Powers		
Surge power	P_{SM}	
R.F. c.w. power dissipation	P_{CW}	For detector diodes
Pulse r.f. power dissipation	P_{RFP}	
3.3.4 Switching parameters		
Forward recovery time	t_{fr}	
Reverse recovery time	t_{rr}	
Reverse recovery current	i_{rr}	
Recovered charge	Q_r	
3.3.5 Sundry quantities		
Differential resistance	r	
Damping coefficient	δ or d	
Damping resistance	r_δ or r_d	
Efficiency	η	
Detector voltage efficiency	η_v	
Incremental current sensitivity	β_i	
Total current sensitivity	β_I	
Single-pulse energy	E_p, W_p	
Repetitive pulse energy	$E_{P(rep)}$	For detector diodes
Operating point differential resistance	r_{op}	
Figure of merit	M	

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

1. Termes généraux

Les termes et définitions correspondants donnés dans la Publication 747-1 s'appliquent. Les termes des paragraphes 1.1 et 1.2 ci-dessous sont répétés de cette publication, chapitre IV, paragraphes 4.10 et 4.11.

D'autres termes spécifiques sont donnés ci-dessous.

1.1 *Diode de tension de référence*

Diode qui développe entre ses bornes une tension de référence de précision spécifiée quand elle est polarisée pour fonctionner dans une gamme de courants spécifiée.

1.2 *Diode régulatrice de tension*

Diode qui développe entre ses bornes une tension essentiellement constante pour une gamme de courants spécifiée.

1.3 *Sens direct*

A l'étude.

1.4 *Sens inverse*

A l'étude.

2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques

Les termes et définitions correspondants de la Publication 747-1, chapitre IV, article 5, s'appliquent.

3. Symboles littéraux

3.1 *Généralités*

Les règles générales de la Publication 747-1, chapitre V, s'appliquent.

3.2 *Indices supplémentaires*

En complément à la liste des indices généraux donnés aux paragraphes 2.2.1 et 3.3.1 de la Publication 747-1, chapitre V, les indices spécifiques suivants sont recommandés pour:

3.2.1 *Courants, tensions et puissances*

Z, z = de régulation

3.2.2 *Paramètres électriques*

Z, z = de régulation

SECTION TWO — VOLTAGE-REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

1. General terms

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1, apply. The terms in Sub-clauses 1.1 and 1.2 below are repeated from this publication, Chapter IV, Sub-clauses 4.10 and 4.11.

Further specific terms are given below.

1.1 *Voltage-reference diode*

A diode which develops across its terminals a reference voltage of specified accuracy, when biased to operate within a specified current range.

1.2 *Voltage-regulator diode*

A diode which develops across its terminals an essentially constant voltage throughout a specified current range.

1.3 *Forward direction*

Under consideration.

1.4 *Reverse direction*

Under consideration.

2. Terms related to ratings and characteristics

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1, Chapter IV, Clause 5, apply.

3. Letter symbols

3.1 *General*

The general rules of Publication 747-1, Chapter V, apply.

3.2 *Additional subscripts*

In addition to the relevant recommended general subscripts (see Sub-clauses 2.2.1 and 3.3.1 of Publication 747-1, Chapter V), the following specific subscripts are recommended for:

3.2.1 *Currents, voltages and powers*

Z, z = working

3.2.2 *Electrical parameters*

Z, z = working

3.3 Liste de symboles littéraux supplémentaires

Les symboles littéraux contenus dans la liste suivante sont recommandés pour être utilisés dans le domaine des diodes de tension de référence et des diodes régulatrices de tension; ils ont été établis en accord avec les règles générales.

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
3.3.1 Tensions		
Tension de régulation	V_Z	
Tension continue inverse en-dessous de la gamme des tensions de régulation	V_R	
Tension de bruit dans la gamme des tensions de régulation	V_{nz}	On peut aussi utiliser le symbole V_n si aucune confusion n'est possible
3.3.2 Courants		
Courant continu inverse dans la gamme des tensions de régulation	I_Z	
Courant continu inverse pour une tension inférieure à celles de la gamme des tensions de régulation	I_R	
3.3.3 Grandeurs diverses		
Résistance différentielle dans la gamme des tensions de régulation	r_z	
Coefficient de température de la tension de régulation	α_{vZ}	Symbole de réserve: S_Z
Instabilité à long terme de la tension de régulation	δ_{vZ}	Pour les diodes de tension de référence

SECTION TROIS — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

1. Termes généraux

Les termes et définitions correspondants, donnés dans la Publication 747-1, s'appliquent. Le terme du paragraphe 1.1 ci-dessous est répété de cette publication, chapitre IV, paragraphe 4.12.

D'autres termes spécifiques sont donnés ci-dessous.

1.1 Diode régulatrice de courant

Diode qui limite le courant à une valeur pratiquement constante dans une gamme spécifiée de tensions.

1.2 Anode

Electrode à partir de laquelle le courant circule dans la diode quand celle-ci est polarisée pour fonctionner comme régulatrice de courant.

3.3 Additional list of letter symbols

The letter symbols contained in the following list are recommended for use in the field of voltage-reference and voltage-regulator diodes; they have been compiled in accordance with the general rules.

Name and designation	Letter symbol	Remarks
3.3.1 Voltages		
Working voltage	V_Z	
Continuous (direct) reverse voltage below the working voltage range	V_R	
Noise voltage within the working voltage range	V_{nz}	The symbol V_n is also acceptable if no misunderstanding is possible
3.3.2 Currents		
Continuous (direct) reverse current within the working voltage range	I_Z	
Continuous (direct) reverse current at a voltage below the working voltage range	I_R	
3.3.3 Sundry quantities		
Differential resistance within the working voltage range	r_z	
Temperature coefficient of working voltage	α_{vZ}	Reserve symbol: S_Z
Working voltage long-term instability	δ_{vZ}	For voltage-reference diodes

SECTION THREE — CURRENT-REGULATOR DIODES

1. General terms

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1, apply. The term in Sub-clause 1.1 below is repeated from this publication, Chapter IV, Sub-clause 4.12.

Further specific terms are given below.

1.1 Current-regulator diode

A diode that limits current to an essentially constant value over a specified voltage range.

1.2 Anode

The electrode from which current flows within the diode when it is biased to operate as a current regulator.

1.3 *Cathode*

Electrode vers laquelle le courant circule dans la diode quand celle-ci est polarisée pour fonctionner comme régulatrice de courant.

2. Termes relatifs aux valeurs limites et aux caractéristiques

Les termes et définitions correspondants de la Publication 747-1, chapitre IV, article 5, s'appliquent.

En complément, d'autres termes et définitions sont donnés ci-dessous.

2.1 *Tensions*

2.1.1 *Gamme de régulation*

Gamme de tensions à l'intérieur de laquelle le courant est compris entre deux étroites limites spécifiées.

2.1.2 *Tension de régulation (tension de fonctionnement) (V_s)*

Tension dans la gamme de régulation d'une diode régulatrice de courant.

2.1.3 *Tension de limitation (V_L)*

Tension au point I_L sur la caractéristique courant-tension.

2.1.4 *Tension au coude (V_k)*

Tension proche du coude inférieur de la caractéristique courant-tension.

2.2 *Courants*

2.2.1 *Courant de régulation (courant de fonctionnement) (I_s)*

Courant dans la gamme de régulation d'une diode régulatrice de courant.

2.2.2 *Courant de limitation (I_L)*

Courant spécifié au-dessous de la gamme de régulation.

2.3 *Dissipation de puissance*

2.4 *Grandeurs diverses*

2.4.1 *Conductance de régulation en petits signaux (g_s)*

Conductance en petits signaux dans la gamme de régulation d'une diode régulatrice de courant.

2.4.2 *Conductance au coude (g_k)*

Conductance de régulation en petits signaux à la tension au coude.

1.3 Cathode

The electrode to which current flows within the diode when it is biased to operate as a current regulator.

2. Terms related to ratings and characteristics

The relevant terms and definitions given in Publication 747-1, Chapter IV, Clause 5, apply.

Additional terms and definitions are given below.

2.1 Voltages

2.1.1 Regulating range

The range of voltages within which the current is maintained between specified narrow limits.

2.1.2 Regulator voltage (working voltage) (V_s)

A voltage within the regulating range of a current-regulator diode.

2.1.3 Limiting voltage (V_L)

The voltage at point I_L on the current-voltage characteristic.

2.1.4 Knee voltage (V_K)

A voltage near the lower knee of the current-voltage characteristic.

2.2 Currents

2.2.1 Regulator current (working current) (I_s)

A current within the regulating range of a current-regulator diode.

2.2.2 Limiting current (I_L)

A specified current below the regulating range.

2.3 Power dissipation

2.4 Sundry characteristics

2.4.1 Small-signal regulator conductance (g_s)

The small-signal conductance within the regulating range of a current-regulator diode.

2.4.2 Knee conductance (g_K)

The small-signal regulator conductance at the knee voltage.

2.4.3 Coefficient de température du courant de régulation (α_{IS})

Quotient de la variation du courant de régulation entre deux valeurs spécifiées de température par la variation de température.

Note. — La variation du courant de régulation s'exprime généralement en pourcentage du courant de régulation.

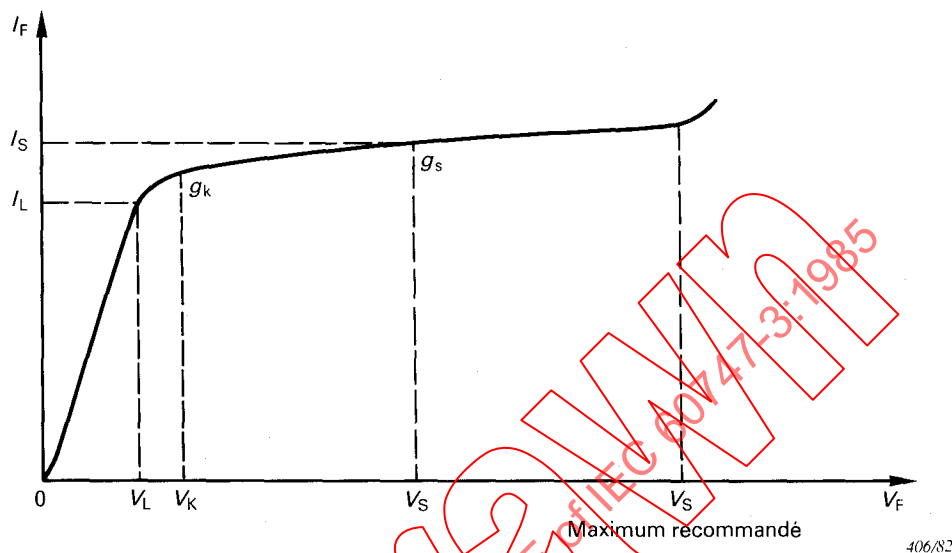


FIG. 3. — Caractéristique d'une diode régulatrice de courant avec indication des symboles.

3. Symboles littéraux

3.1 Généralités

Les règles générales de la Publication 747-1, chapitre V, s'appliquent.

3.2 Indices supplémentaires

En complément à la liste des indices généraux donnés aux paragraphes 2.2.1 et 3.3.1 de la Publication 747-1, chapitre V, les indices spécifiques suivants sont recommandés pour:

3.2.1 Courants, tensions et puissances

S, s = régulation
L = limitation
K = coude

3.2.2 Paramètres électriques

S, s = régulation
k = coude

3.3 Liste de symboles littéraux supplémentaires

Les symboles littéraux contenus dans la liste suivante sont recommandés pour être utilisés dans le domaine des diodes régulatrices de courant; ils ont été établis en accord avec les règles générales.

2.4.3 Temperature coefficient of regulator current (working current) (α_{IS})

The quotient of the change in regulator current (working current) between two specified values of temperature and that change of temperature.

Note. — The change in regulator current (working current) is usually expressed as a percentage of regulator current (working current).

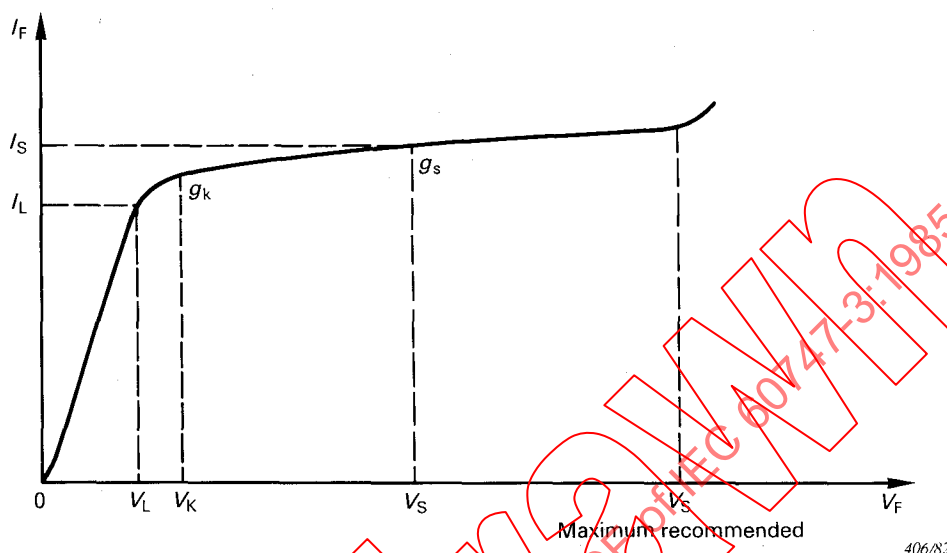


FIG. 3. — Current-regulator diode characteristic with symbol identification.

3. Letter symbols

3.1 General

The general rules of Publication 747-1, Chapter V, apply.

3.2 Additional subscripts

In addition to the relevant recommended general subscripts (see Sub-clauses 2.2.1 and 3.3.1 of Publication 747-1, Chapter V), the following specific subscripts are recommended for:

3.2.1 Currents, voltages and powers

S, s = regulator (working)
L = limiting
K = knee

3.2.2 Electrical parameters

S, s = regulator (working)
k = knee

3.3 Additional list of letter symbols

The symbols contained in the following list are recommended for use in the field of current-regulator diodes; they have been compiled in accordance with the general rules.

Nom et désignation	Symbole littéral	Observations
3.3.1 Tensions		
Tension de régulation	V_s	
Tension de limitation	V_L	
Tension au coude	V_K	
3.3.2 Courants		
Courant de régulation	I_s	
Courant de limitation	I_L	
3.3.3 Grandeurs diverses		
Conductance de régulation en petits signaux	g_s	
Conductance au coude	g_K	
Coefficient de température du courant de régulation	α_s	
Variation du courant de régulation	ΔI_s	

Name and designation	Letter symbol	Remarks
3.3.1 Voltages		
Regulator voltage (working voltage)	V_s	
Limiting voltage	V_L	
Knee voltage	V_k	
3.3.2 Currents		
Regulator current (working current)	I_s	
Limiting current	I_L	
3.3.3 Sundry quantities		
Small-signal regulator conductance	g_s	
Knee conductance	g_k	
Temperature coefficient of regulator current (working current)	α_{I_s}	
Regulator current variation	ΔI_s	

Withdrawing
IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60747-3:1985

CHAPITRE III: VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES

SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Généralités

1.1 Gamme d'application

Les informations données dans cette section ne couvrent pas les diodes conçues pour fonctionner à des fréquences au-delà de quelques centaines de MHz.

1.2 Méthodes de spécification

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

1.3 Températures recommandées

Plusieurs des valeurs limites et des caractéristiques doivent être indiquées à une température de 25 °C et à une autre température spécifiée. Sauf indication contraire, cette autre température doit être choisie par le fabricant dans la liste donnée dans la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.

2. Valeurs limites

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 Températures

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

2.1.2 Températures de fonctionnement, ambiantes ou de boîtier, minimale et maximale (T_{amb} ou T_{case})

2.2 Tensions et courants

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

2.2.1 Tension inverse continue maximale (V_R)

2.2.2 Tension inverse de crête maximale pour des conditions d'impulsion spécifiées (pour diodes de commutation) (V_{RM})

2.2.3 Courant direct continu maximal (I_F)

2.2.4 A l'exclusion des diodes de commutation, courant direct de pointe maximal dans des conditions spécifiées (I_{FM})

CHAPTER III: ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS

SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. General

1.1 *Range of application*

The provisions of this section are not intended to cover diodes designed to operate at frequencies above several hundred MHz.

1.2 *Rating methods*

Signal diodes should be specified as ambient-rated or case-rated devices or, where appropriate, as both.

1.3 *Recommended temperatures*

Many of the ratings and characteristics are required to be quoted at a temperature of 25 °C, and at another specified temperature. Unless otherwise stated, the one other temperature should be chosen by the manufacturer from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.

2. Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated:

2.1 *Temperatures*

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

2.1.2 *Minimum and maximum operating ambient or case temperatures (T_{amb} or T_{case})*

2.2 *Voltages and currents*

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

2.2.1 *Maximum continuous (direct) reverse voltage (V_{R})*

2.2.2 *Maximum peak reverse voltage at specified pulse conditions (for switching diodes) (V_{RM})*

2.2.3 *Maximum continuous (direct) forward current (I_{F})*

2.2.4 *Excluding switching diodes, maximum peak forward current under specified conditions (I_{FM})*

2.2.5 Pour les diodes de commutation, courant de pointe direct pour une durée d'impulsion spécifiée et pour un facteur d'utilisation spécifié (I_{FM})

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

Dissipation de puissance maximale en fonction de la température (P), ou

Résistance thermique maximale entre la jonction et le boîtier ($R_{th(j-c)}$), ou la jonction et l'ambiance ($R_{th(j-amb)}$), température virtuelle maximale de la jonction (T_{vj}) et valeur maximale de la dissipation de puissance (P).

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

3. Caractéristiques

Les paramètres suivants doivent être indiqués. Les valeurs doivent être indiquées pour une des tensions et/ou pour un des courants choisis dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 6.

3.1 Courant inverse (I_R)

Valeur maximale, pour la valeur limite spécifiée de la tension inverse continue et pour une faible tension inverse, à 25 °C et à une température plus élevée choisie dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.

3.2 Tension directe (V_F)

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

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

3.3 Capacité totale (C_{tot})

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

3.4 Paramètres de commutation

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

3.4.1 Soit: a) Charge recouvrée (Q_r)

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

Soit: b) Temps de recouvrement inverse (t_{rr}).

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

3.4.2 Tension directe transitoire (V_{FRM}) (s'il y a lieu)

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

2.2.5 For switching diodes, peak forward current for a specified pulse duration and at a specified duty cycle (I_{FM})

2.3 Power dissipation (where appropriate)

Maximum power dissipation as a function of temperature (P), or

Maximum thermal resistance junction-to-case ($R_{th(j-c)}$) or junction-to-ambient ($R_{th(j-amb)}$), maximum virtual junction temperature (T_{vj}) and maximum value of power dissipation (P).

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

3. Characteristics

The following characteristics shall be stated. The values shall be stated at one of the voltages and/or currents taken from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 6.

3.1 Reverse current (I_R)

Maximum value at the maximum continuous (direct) reverse voltage and at a low value of reverse voltage at 25 °C and one higher temperature taken from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.

3.2 Forward voltage (V_F)

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

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

3.3 Total capacitance (C_{tot})

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

3.4 Switching parameters

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

3.4.1 Either: a) Recovered charge (Q_r)

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

Or: b) Reverse recovery time (t_{rr}).

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

3.4.2 Peak forward recovery voltage (V_{FRM}) (where appropriate)

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

3.4.3 Temps de recouvrement direct (t_{tr}) (s'il y a lieu)

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

3.5 Rendement de détection

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

Soit a) Rendement de détection en tension (η_v)

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

Cette caractéristique est généralement indiquée pour les détecteurs r.f. à fort niveau.

Soit b) Rendement de détection en puissance (η_p)

Valeur minimale dans des conditions de polarisation spécifiées à 25 °C et à une température plus élevée choisie dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 5. Les conditions de circuit et la fréquence de mesure doivent également être spécifiées.

Cette caractéristique est généralement indiquée pour des détecteurs r.f. à faible niveau.

3.6 Bruit (V_n , I_n) (s'il y a lieu)

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

4. Données d'applications

A l'étude.

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

1. Généralités

1.1 Méthodes de spécification

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

1.2 Températures recommandées

Plusieurs des valeurs limites et des caractéristiques doivent être indiquées à une température de 25 °C et à une autre température spécifiée. Sauf indication contraire, cette autre température doit être choisie par le fabricant dans la liste donnée dans la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.

3.4.3 Forward recovery time (t_{fr}) (where appropriate)

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

3.5 Detector efficiency

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

Either: a) Detector voltage efficiency (η_v)

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

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

Or: b) Detector power efficiency (η_p)

Minimum value under specified bias conditions at 25 °C and at one higher temperature taken from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5. The circuit conditions and the frequency of measurement shall also be specified.

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

3.6 Noise (V_n , I_n) (where appropriate)

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

4. Application data

Under consideration.

SECTION TWO — VOLTAGE-REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

1. General

1.1 Rating methods

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

1.2 Recommended temperatures

Many of the ratings and characteristics are required to be quoted at a temperature of 25 °C, and at another specified temperature. Unless otherwise stated, the one other temperature should be chosen by the manufacturer from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.

2. Valeurs limites

Les valeurs limites suivantes doivent être indiquées:

2.1 Températures

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

2.1.2 Températures de fonctionnement, ambiantes ou de boîtier, minimale et maximale (T_{amb} ou T_{case})

2.2 Courants

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

2.2.1 Courant inverse continu maximal (I_Z) (pour les diodes destinées à fonctionner dans la région de claquage)

2.2.2 Courant direct continu maximal (I_F) (pour les diodes destinées à fonctionner dans la région de conductivité directe)

3. Caractéristiques

3.1 Généralités

Les caractéristiques doivent être indiquées à 25 °C et, s'il y a lieu, à une autre température spécifiée, choisie dans la liste de la Publication 747-1, chapitre VI, article 5.

3.2 Tension de régulation (V_Z)

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

Pour les diodes de tension de référence fonctionnant dans le mode de claquage inverse, les valeurs préférées pour les tensions nominales ainsi que leurs limites respectives sont données dans la Publication 747-1, chapitre VI, paragraphes 6.3 et 6.4.

3.3 Résistance différentielle dans la gamme des tensions de régulation (r_Z)

3.3.1 Valeur maximale pour le courant spécifié au paragraphe 3.2

3.3.2 Valeur maximale pour un courant de fonctionnement minimal recommandé

3.4 Coefficient de température de la tension de régulation (α_{V_Z})

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

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

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

2. Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated:

2.1 Temperatures

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

2.1.2 Minimum and maximum operating ambient or case temperatures (T_{amb} or T_{case})

2.2 Currents

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

2.2.1 Maximum continuous (direct) reverse current (I_Z) (for diodes intended for operation in the breakdown region)

2.2.2 Maximum continuous (direct) forward current (I_F) (for diodes intended for operation in the forward conductivity region)

3. Characteristics

3.1 General

Characteristics shall be stated at 25 °C and, where appropriate, at one other specified temperature, taken from the list in Publication 747-1, Chapter VI, Clause 5.

3.2 Working voltage (V_Z)

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

For voltage-reference diodes operating in the reverse breakdown mode, the preferred nominal values of voltages and their respective limits are given in Publication 747-1, Chapter VI, Sub-clauses 6.3 and 6.4.

3.3 Differential resistance within the working voltage range (r_z)

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

3.3.2 Maximum value at a recommended minimum operating current

3.4 Temperature coefficient of working voltage (α_{VZ})

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

3.5 Junction capacitance (where appropriate)

Maximum value at a specified reverse voltage below the breakdown voltage.

3.6 Courant inverse (I_R)

Valeur maximale pour une tension inverse spécifiée inférieure à la tension de claquage.

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

Valeur typique ou valeur maximale pour un courant direct continu maximal en régime permanent pour les diodes destinées à fonctionner dans la région de claquage.

3.8 Tension de bruit dans la gamme des tensions de régulation (V_{nz}) (s'il y a lieu)

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

SECTION TROIS — DIODES RÉGULATRICES DE COURANT

1. Type

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

2. Matériau semiconducteur

Silicium, etc.

3. Encombrement

- 3.1 Référence CEI, soit 1) dessin d'encombrement du dispositif (code A);
soit 2) embase (code B) suivi du boîtier (code C).

(On peut y ajouter les références nationales.)

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

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

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

- 4.1 Températures de stockage minimale et maximale (T_{sg})

- 4.2 Températures de fonctionnement, ambiantes ou de boîtier, minimale et maximale (T_{amb} ou T_{case})

- 4.3 Dissipation totale de puissance maximale à une température ambiante ou de boîtier de 25 °C (P_{tot}) et courbe de réduction ou facteur de réduction

3.6 Reverse current (I_R)

Maximum value at a specified reverse voltage below the breakdown voltage.

3.7 Forward voltage (V_F) (for voltage-regulator diodes only) (where appropriate)

Typical or maximum value at the maximum continuous (direct) forward current for diodes intended for operation in the breakdown region.

3.8 Noise voltage within the working voltage range (V_{nz}) (where appropriate)

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

SECTION THREE — CURRENT-REGULATOR DIODES

1. Type

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

2. Semiconductor material

Silicon, etc.

3. Outline

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

(National references may be added.)

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

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

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

- 4.1 Minimum and maximum storage temperatures (T_{sg})

- 4.2 Minimum and maximum operating ambient or case temperatures (T_{amb} or T_{case})

- 4.3 Maximum total power dissipation at an ambient or case temperature of 25 °C (P_{tot}) and a derating curve or derating factor

4.4 S'il y a lieu, tension inverse maximale (tension négative anode-cathode) (V_R) ou courant inverse maximal (I_R)

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

5. Caractéristiques électriques

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

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

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

4.5 Where appropriate, maximum forward voltage (V_F)

5. Electrical characteristics

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

* "Maximum" is the most positive (least negative) limit; "minimum" is the least positive (most negative) limit. The signs (+/−) associated with each limit shall be given.

CHAPITRE IV: MÉTHODES DE MESURE

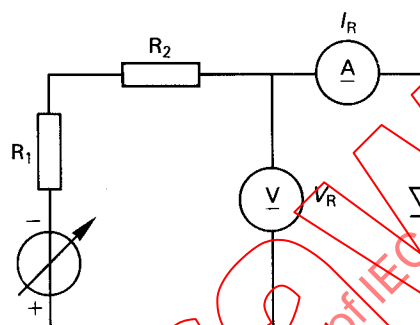
SECTION UN — DIODES DE SIGNAL (Y COMPRIS LES DIODES DE COMMUTATION)

1. Courant inverse I_R

a) But

Mesurer le courant inverse d'une diode pour une tension inverse spécifiée.

b) Schéma



003/85

D = diode en mesure

FIG. 4. — Schéma pour la mesure de I_R .

c) Description et exigences du circuit

R_1 est une résistance étalonée (pour la mesure en impulsions seulement).

R_2 est une résistance de protection.

Pour la mesure en impulsions, on remplace le générateur de tension variable par un générateur d'impulsions de tension, le voltmètre par un appareil de mesure de pointe et l'ampèremètre par un voltmètre de pointe branché aux bornes de la résistance étalonée R_1 .

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Régler le générateur de tension variable de façon à obtenir, aux bornes de la diode, la tension inverse spécifiée V_R .

L'ampèremètre A indique la valeur du courant inverse I_R .

e) Conditions spécifiées

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- tension inverse (V_R);
- largeur des impulsions et facteur d'utilisation, si applicable.

CHAPTER IV: MEASURING METHODS

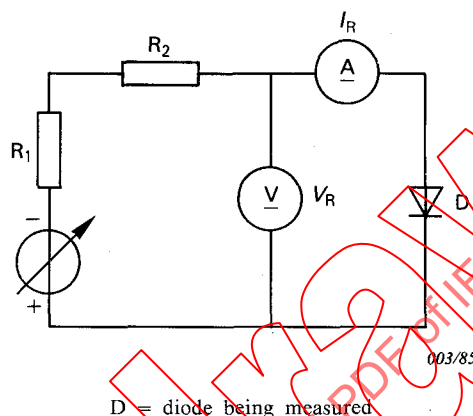
SECTION ONE — SIGNAL DIODES (INCLUDING SWITCHING DIODES)

1. Reverse current I_R

a) Purpose

To measure the reverse current of a diode under specified reverse voltage.

b) Circuit diagram

FIG. 4. — Circuit diagram for the measurement of I_R .

c) Circuit description and requirements

R_1 is a calibrated resistor (pulse measurement only).

R_2 is a protective resistor.

If a pulse measurement is required, the variable voltage generator is replaced by a voltage pulse generator, the voltmeter is replaced by a peak-reading instrument and the ammeter is replaced by a peak-reading voltmeter across the calibrated resistor R_1 .

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The variable voltage generator is adjusted to obtain the specified value of reverse voltage V_R across the diode.

The reverse current I_R is read from the ammeter A.

e) Specified conditions

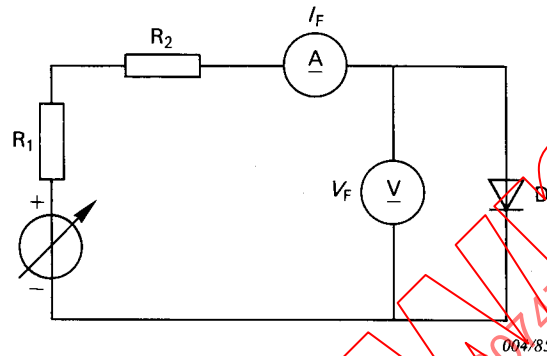
- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- reverse voltage (V_R);
- pulse width and duty cycle, where applicable.

2. Tension directe V_F

a) But

Mesurer la tension directe aux bornes d'une diode de signal ou de commutation dans des conditions spécifiées.

b) Schéma



D = diode en mesure

FIG. 5. — Schéma pour la mesure de V_F .

c) Description et exigences du circuit

R_1 est une résistance étalonée (pour la mesure en impulsions seulement).

R_2 est une résistance de valeur élevée.

Pour la mesure en impulsions, on remplace le générateur de tension variable par un générateur d'impulsions de tension, le voltmètre par un appareil de mesure de pointe et l'ampèremètre par un voltmètre de pointe branché aux bornes de la résistance étalonée R_1 .

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Régler le générateur de tension variable de façon à obtenir la valeur spécifiée du courant direct I_F .

Le voltmètre V indique la tension directe V_F .

e) Conditions spécifiées

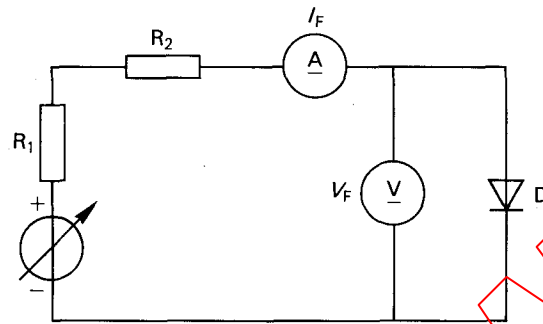
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant direct (I_F);
- largeur des impulsions et facteur d'utilisation, si applicable.

2. Forward voltage V_F

a) Purpose

To measure the forward voltage across a signal or switching diode under specified conditions.

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 5. — Circuit diagram for the measurement of V_F .

c) Circuit description and requirements

R_1 is a calibrated resistor (pulse measurement only).

R_2 is a high-value resistor.

If a pulse measurement is required, the variable voltage generator is replaced by a voltage pulse generator, the voltmeter is replaced by a peak-reading instrument and the ammeter is replaced by a peak-reading voltmeter across the calibrated resistor R_1 .

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The variable voltage generator is adjusted to obtain the specified value of forward current I_F .

The forward voltage V_F is read from the voltmeter V.

e) Specified conditions

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- forward current (I_F);
- pulse width and duty cycle, where applicable.

3. Capacité totale C_{tot}

a) But

Mesurer la capacité totale d'une diode dans des conditions spécifiées.

b) Schéma

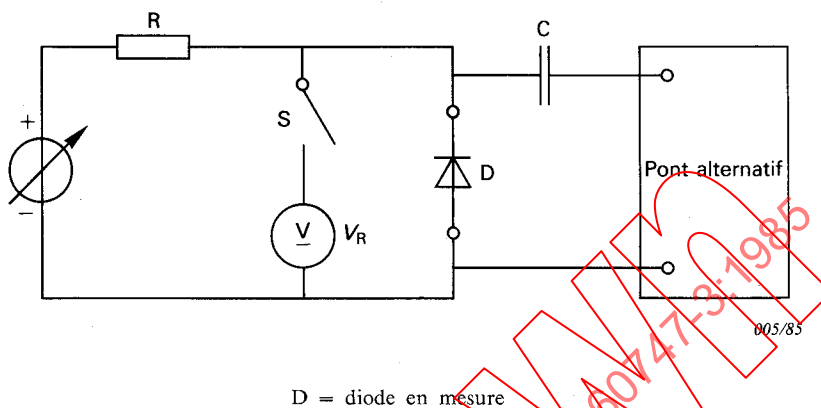


FIG. 6. — Schéma pour la mesure de C_{tot} .

c) Description et exigences du circuit

La conductance de la résistance R doit être faible vis-à-vis de l'admittance de la diode en mesure.

Le condensateur C doit pouvoir supporter la tension de polarisation inverse de la diode et doit être équivalent à un court-circuit à la fréquence de mesure.

d) Précautions à prendre

Si la capacité mesurée est très petite, les conditions de montage ont une influence sur la précision des résultats et elles doivent être spécifiées.

e) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Ajuster la tension aux bornes de la diode à la valeur spécifiée V_R . Mettre alors le voltmètre V hors circuit; déterminer la capacité de la diode en mesure, à l'aide du pont alternatif, en soustrayant la valeur sans la diode dans la monture de la valeur avec présence de la diode dans la monture.

f) Conditions spécifiées

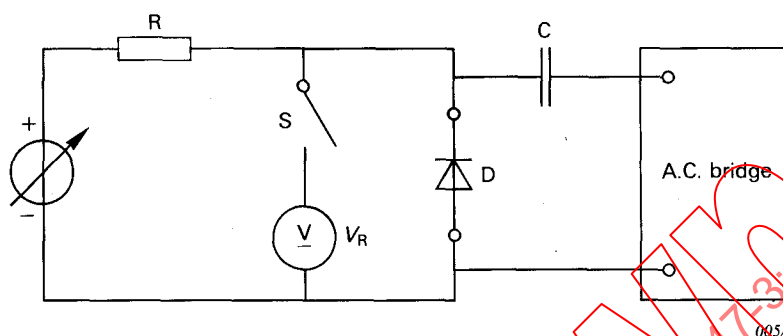
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- tension inverse (V_R);
- fréquence de mesure, si elle diffère de 1 MHz;
- conditions de montage de la diode, si nécessaire.

3. Total capacitance C_{tot}

a) Purpose

To measure the total capacitance of a diode under specified conditions.

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 6. — Circuit diagram for the measurement for C_{tot} .

c) Circuit description and requirements

The conductance of resistor R should be low compared with the admittance of the diode being measured.

The capacitor C should be able to withstand the reverse bias voltage of the diode and should present a short-circuit at the frequency of measurement.

d) Precautions to be observed

If the measured capacitance is very small, the mounting conditions will affect the accuracy of the results and they should be specified.

e) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The voltage across the diode is adjusted to the specified value V_R . Then the voltmeter V is taken out of the circuit and the capacitance of the diode being measured is determined, using the a.c. bridge, by subtracting the value without the diode in its mounting from the value with the diode in its mounting.

f) Specified conditions

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- reverse voltage (V_R);
- measurement frequency, if different from 1 MHz;
- mounting conditions of the diode, if necessary.

4. Paramètres de commutation

4.1 Temps de recouvrement direct t_{fr} et valeur de pointe de la tension de recouvrement direct V_{FRM}

a) But

Mesurer le temps de recouvrement direct et la valeur de pointe de la tension de recouvrement direct d'une diode de commutation.

b) Schéma

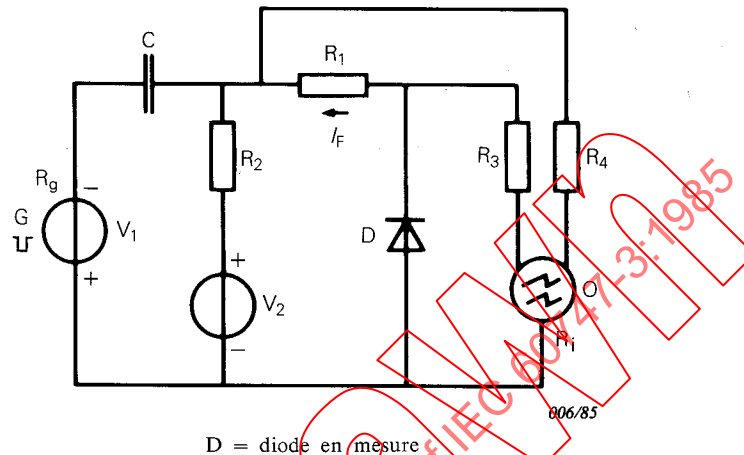


FIG. 7. — Schéma pour la mesure de t_{fr} et de V_{FRM} .

c) Description et exigences du circuit

Le générateur d'impulsions G fournit les impulsions de courant direct spécifiées I_{FM} ; le générateur de tension V_2 permet d'appliquer, à travers la résistance R_2 , la tension de polarisation inverse spécifiée V_F si celle-ci n'est pas nulle.

La valeur de R_1 doit être choisie de façon que le produit $I_{FM} \times R_1$ soit grand par rapport à la chute de tension directe aux bornes de la diode; la valeur de C doit être choisie de façon que la constante de temps $C(R_1 + R_g)$ soit grande par rapport à la largeur de l'impulsion, R_g étant l'impédance de sortie du générateur G. Le condensateur C n'est pas nécessaire s'il n'y a pas de polarisation inverse.

La valeur de R_2 doit être grande par rapport à R_1 et R_g , mais suffisamment faible pour que la chute de tension à ses bornes, due au courant inverse de la diode, soit négligeable.

R_3 et R_4 sont deux résistances à faible inductance et leur valeur, associée à l'impédance d'entrée R_i de l'oscilloscope, doit être grande par rapport à l'impédance directe de la diode.

O est un oscilloscope à double trace ayant une résistance interne R_i .

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Augmenter la tension de sortie du générateur V_1 depuis zéro jusqu'à la valeur de courant direct spécifiée:

$$I_{FM} \approx \frac{V_1}{R_1 + R_g}$$

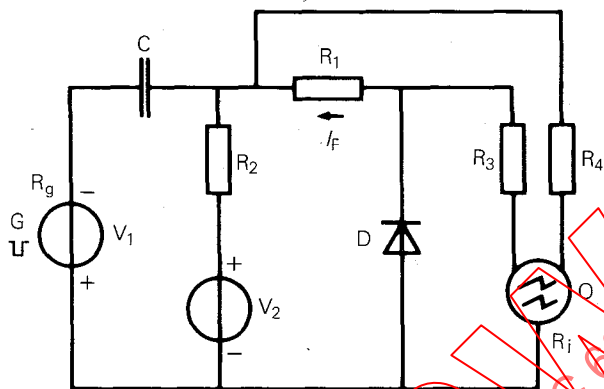
4. Switching parameters

4.1 Forward recovery time t_{fr} and peak forward recovery voltage V_{FRM}

a) Purpose

To measure the forward recovery time and the peak forward recovery voltage of a switching diode.

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 7. — Circuit diagram for the measurement of t_{fr} and V_{FRM} .

c) Circuit description and requirements

Pulse generator G supplies the specified forward current pulses I_{FM} ; voltage generator V_2 and resistor R_2 supply the specified reverse voltage bias V_R if different from zero.

The value of R_1 should be chosen so that $I_{FM} \times R_1$ is large compared with the forward voltage drop across the diode; the value of C should be chosen so that the time constant $C(R_1 + R_g)$ is large compared with the pulse width, where R_g is the output impedance of generator G. Capacitor C is not required if no reverse bias is applied.

The value of R_2 should be large compared with R_1 and R_g but small enough so that the voltage drop across it caused by the reverse current of the diode is negligible.

R_3 and R_4 are low-inductance resistors and should have values that are large together with the input impedance R_i of the oscilloscope in comparison with the forward impedance of the diode.

O is a double-trace oscilloscope with internal resistance R_i .

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The generator output voltage V_1 is increased from zero until the specified forward current value:

$$I_{FM} \approx \frac{V_1}{R_1 + R_g}$$

is reached.

Mesurer le temps de recouvrement direct et la valeur de pointe de la tension de recouvrement direct sur l'oscilloscope.

e) *Conditions spécifiées*

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- tension inverse (V_R), si elle n'est pas nulle;
- courant direct de pointe (I_{FM});
- tension de recouvrement direct V_{FR} , définissant la fin du temps de recouvrement direct, si elle diffère de 110% de V_F ;
- caractéristiques des impulsions: durée, temps de croissance et fréquence de répétition;
- valeurs de R_i et R_g .

4.2 Charge recouvrée Q_r , temps de recouvrement inverse t_{rr}

4.2.1 Introduction

Lorsqu'une diode est instantanément commutée du fonctionnement dans le sens direct à celui dans le sens inverse, il se produit un courant inverse transitoire qui décroît ensuite jusqu'à la valeur finale du courant inverse de la diode comme il est indiqué sur la figure 10, page 60.

Ce phénomène peut limiter la vitesse des circuits de commutation.

Il existe deux méthodes usuelles pour spécifier la caractéristique de recouvrement inverse d'une diode.

Dans la première méthode, la diode est montée dans un circuit dans lequel le courant direct, la tension inverse, les impédances du circuit et la forme de l'impulsion sont spécifiés avec précision. L'intervalle de temps entre le début de la chute du courant direct et l'instant où le courant inverse atteint une valeur spécifiée, après être passé par une pointe, est mesuré; il est défini comme étant le temps de recouvrement inverse (voir figure 10). L'inconvénient de cette méthode est que le temps de recouvrement inverse ainsi défini est seulement valable pour le circuit spécifié et n'est pas directement applicable dans des conditions de circuit différentes.

La seconde méthode utilise le fait que la cause fondamentale du recouvrement inverse est la charge stockée par la diode. Cette charge comprend deux parties: la première due aux porteurs de charge minoritaires, l'autre due à la charge de la capacité de la diode. La charge totale extraite de la diode, lorsque celle-ci est commutée d'un courant direct spécifié à une tension inverse spécifiée dans un circuit spécifié, est appelée charge recouvrée.

Pour autant que la proportion de charge due à la capacité de la diode soit négligeable et que l'impédance du circuit soit faible, la charge recouvrée est approximativement proportionnelle au courant direct au moment de la commutation et relativement indépendante de la tension inverse appliquée.

Dans ces conditions, la charge recouvrée par unité de courant direct est une caractéristique de la diode et est relativement indépendante du circuit considéré. Il est préférable, en conséquence, de spécifier la diode en termes de charge recouvrée chaque fois que cela est possible.

The forward recovery time and the peak forward recovery voltage are measured on the oscilloscope.

e) Specified conditions

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- reverse voltage (V_R), if different from zero;
- peak forward current (I_{FM});
- forward recovery voltage V_{FR} , defining the end of the reverse recovery time, if different from 110% V_F ;
- pulse characteristics: duration, rise time and repetition frequency;
- values of R_i and R_g .

4.2 Recovered charge Q_r , reverse recovery time t_{rr}

4.2.1 Introduction

When a diode is switched suddenly from operation in the forward direction to the reverse direction, there is an initial transient of reverse current which then decays to the final value of the reverse current of the diode as shown in Figure 10, page 61.

This phenomenon may limit the speed of switching circuits.

There are two methods in common use of specifying the reverse recovery characteristic of a diode.

The first method is to operate the diode in a circuit in which the forward current, reverse voltage, circuit impedances and switching pulse shape are fully specified. The time between the commencement of the fall of forward current and the instant when the reverse current falls to a specified value, after passing through a peak, is measured and is quoted as the reverse recovery time (see Figure 10). The disadvantage of this method is that the quoted value of reverse recovery time applies only in the circuit conditions specified, and is not directly applicable to a different set of circuit conditions.

The second method uses the fact that the basic cause of the reverse recovery characteristic is the charge stored by the diode. This charge comprises two parts: the first due to minority carriers, and the second due to the charge of the diode capacitance. The total charge extracted from the diode, when switching from a specified forward current to a specified reverse voltage in a specified circuit, is termed the recovered charge.

Provided the proportion of the charge due to the diode capacitance is negligible and the circuit impedance is low, the recovered charge will be approximately proportional to the diode forward current at the instant of switching and substantially independent of the applied reverse voltage.

Under these conditions, the recovered charge for unit forward current is a characteristic of the diode, and is substantially independent of the circuit conditions. It is preferable, therefore, to specify diodes in terms of recovered charge whenever possible.

L'exemple suivant est donné pour montrer l'emploi du concept de charge recouvrée:

Considérons une diode ayant une charge recouvrée de 500 pC lorsqu'elle est commutée à partir d'un courant direct de 10 mA, dans les conditions spécifiées pour cette méthode de mesure.

Le temps de recouvrement de cette diode, si elle est commutée à partir de 2 mA pour une tension inverse de 10 V dans un circuit ayant une impédance de 10000 ohms, est calculé comme suit:

$$\text{La charge recouvrée est: } 500 \text{ pC} \times \frac{2 \text{ mA}}{10 \text{ mA}} = 100 \text{ pC.}$$

Jusqu'à ce que la charge stockée dans la diode disparaisse, le courant inverse après commutation est limité par le circuit extérieur. Il est de:

$$\frac{10 \text{ V}}{10\,000 \text{ ohms}} = 1 \text{ mA.}$$

Le temps nécessaire pour éliminer la charge est de $\frac{100 \text{ pC}}{1 \text{ mA}} = 100 \text{ ns.}$

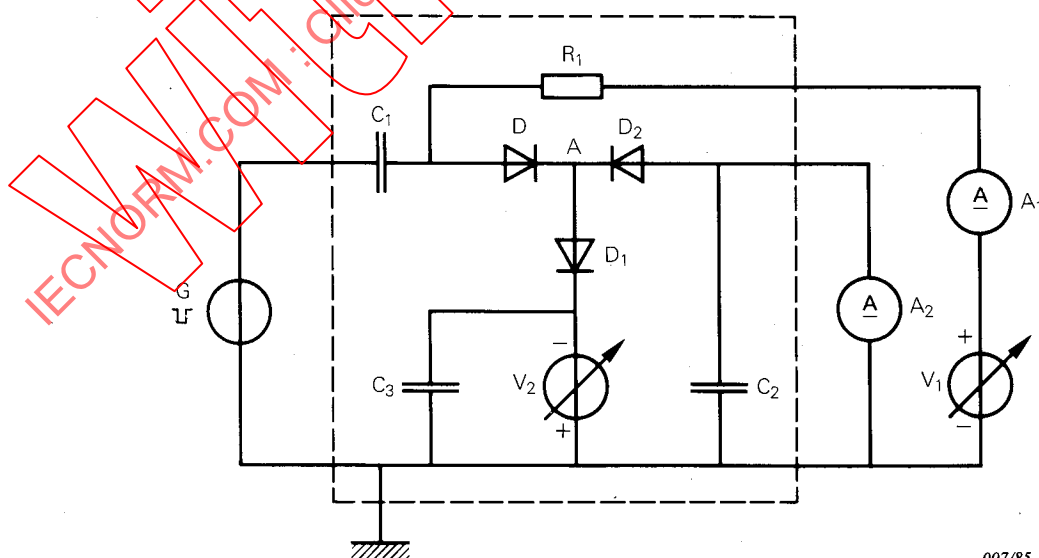
C'est la valeur calculée pour le temps de recouvrement inverse de la diode dans ces conditions.

4.2.2 Charge recouvrée Q_r

a) But

Mesurer la charge recouvrée d'une diode commutée rapidement d'une condition de polarisation directe à une condition de polarisation inverse.

b) Schéma



007/85

D = diode en mesure

FIG. 8. — Schéma pour la mesure de Q_r .

The following example is given to demonstrate the use of the recovered charge concept:

Consider a diode which is specified as having a recovered charge of 500 pC when switching off a forward current of 10 mA, under the conditions specified in this measuring method.

The recovery time of this diode when switching off 2 mA with a reverse voltage of 10 V in a circuit of loop impedance of 10000 ohms can be calculated as follows:

$$\text{The recovered charge is: } 500 \text{ pC} \times \frac{2 \text{ mA}}{10 \text{ mA}} = 100 \text{ pC}.$$

Until the stored charge in the diode is exhausted, the reverse current after switching will be limited by the external circuit, and will be:

$$\frac{10 \text{ V}}{10\,000 \text{ ohms}} = 1 \text{ mA}.$$

$$\text{The time taken to remove the charge is } \frac{100 \text{ pC}}{1 \text{ mA}} = 100 \text{ ns}.$$

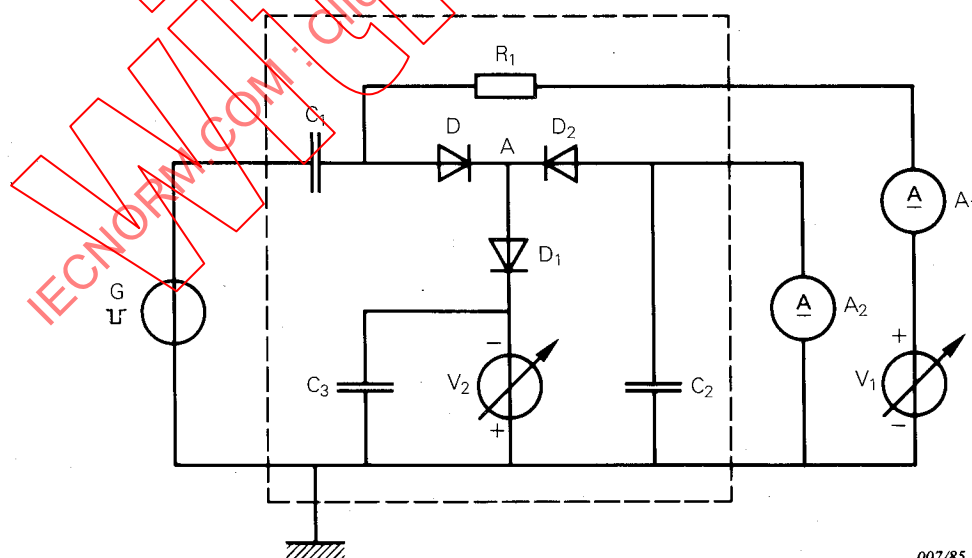
This is the derived value of the reverse recovery time of the diode under these conditions.

4.2.2 Recovered charge Q_r

a) Purpose

To measure the charge recovered from a diode when it is rapidly switched from a forward biased condition to a reverse biased condition.

b) Circuit diagram



007/85

D = diode being measured

FIG. 8. — Circuit diagram for the measurement of Q_r .

c) *Description et exigences du circuit*

C_1 doit être suffisamment petit de façon à être complètement déchargé pendant l'intervalle de temps séparant deux impulsions:

$$R_g C_1 \ll \frac{1}{f}$$

où R_g est la résistance interne du générateur d'impulsions G.

R_1 doit être suffisamment élevée de façon à obtenir un courant constant dans la diode en mesure.

Les diodes D_1 et D_2 doivent avoir un courant inverse négligeable dans les conditions de mesure. La diode D_1 doit avoir une charge recouverte beaucoup plus faible que celle de la diode en mesure. C_2 est choisi de façon à obtenir une valeur moyenne du courant dans l'ampèremètre A_2 telle que:

$$R_a C_2 \gg t_p,$$

où R_a est la résistance interne de l'ampèremètre A_2 .

d) *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Le générateur d'impulsions n'étant pas branché, régler V_1 de façon à obtenir le courant direct spécifié I_F sur A_1 et ajuster V_2 de façon à obtenir une tension comprise entre celle existant au point A et la masse, juste inférieure à la tension directe de seuil de la diode D_2 , par exemple environ 0,6 V pour les diodes au silicium.

Régler le générateur d'impulsions aux conditions spécifiées pour l'amplitude V_g , la durée d'impulsion t_p , le temps de montée t_r et la fréquence f .

Débrancher le générateur de tension V_1 et déclencher le générateur d'impulsions G. Mesurer le courant I_1 à l'aide de l'ampèremètre A_2 .

Le générateur de tension V_1 et le générateur d'impulsions G étant tous deux branchés, mesurer le courant I_2 à l'aide de l'ampèremètre A_2 .

Calculer la charge recouverte en utilisant l'expression suivante:

$$Q_r = \frac{I_2 - I_1}{f}$$

e) *Précautions à prendre*

La partie du circuit située à l'intérieur des lignes pointillées doit être réalisée suivant les règles applicables aux circuits à commutation rapide. On doit chercher particulièrement à réduire le plus possible les inductances du circuit, y compris les branchements à la diode en mesure.

f) *Conditions spécifiées*

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant direct (I_F);
- amplitude des impulsions (V_g), durée (t_p), temps de montée (t_r) et fréquence de répétition (f).

c) *Circuit description and requirements*

C_1 should be small enough to be fully discharged during the interval between pulses:

$$R_g C_1 \ll \frac{1}{f}$$

where R_g is the internal resistance of the pulse generator G.

R_1 should be large enough to ensure a constant current through the diode being measured.

Diodes D_1 and D_2 should have negligible reverse current under the measuring circuit conditions. Diode D_1 should have a much smaller recovered charge than the device being measured. C_2 is chosen to average out the current through ammeter A_2 :

$$R_a C_2 \gg t_p,$$

where R_a is the internal resistance of the ammeter A_2 .

d) *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

With the pulse generator out of circuit, V_1 is adjusted to obtain the specified forward current I_F read on A_1 , and V_2 is adjusted to give a voltage between point A and ground, just below the forward threshold voltage of D_2 , e.g. 0.6 V for silicon diodes.

The pulse generator is adjusted to the specified conditions of amplitude V_g , pulse width t_p , rise time t_r and frequency f .

With the voltage generator V_1 out of circuit and the pulse generator G switched on, a current I_1 is read on ammeter A_2 .

With both the voltage generator V_1 and the pulse generator G switched on, a current I_2 is read on ammeter A_2 .

The recovered charge is calculated using the following expression:

$$Q_r = \frac{I_2 - I_1}{f}$$

e) *Precautions to be observed*

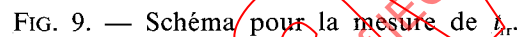
The portion of the circuit within the dotted lines should be constructed in accordance with good practice for fast-switching circuits. Particular attention should be paid to minimize the circuit inductances including the connections to the diode being measured.

f) *Specified conditions*

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- forward current (I_F);
- pulse amplitude (V_g), pulse width (t_p), rise time (t_r) and repetition frequency (f).

a) But

b) Schéma



d) Exécution

Appliquer les impulsions délivrées par le générateur G à la diode; augmenter leur amplitude jusqu'à atteindre, sur l'oscilloscope O₁, la valeur spécifiée V_R appliquée à la diode quand on la bloque.

4.2.3 Reverse recovery time t_{rr} (for a specified V_R)

a) Purpose

To measure the reverse recovery time of a diode under specified switching conditions.

b) Circuit diagram

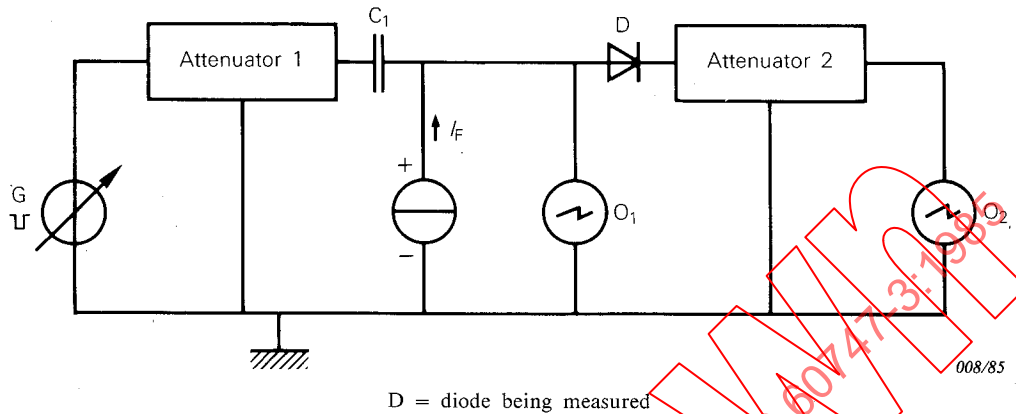


FIG. 9. — Circuit diagram for the measurement of t_{rr} .

c) Circuit description and requirements

The output impedance R_G of the generator G and the input impedance R_S of the oscilloscope O_2 are equal to 50 ohms unless otherwise specified. The rise times of the generator and of the oscilloscope should be small compared to t_{rr} .

The pulse width t_p should be larger than 3 times the specified value of $t_{rr, \max}$.

Attenuators 1 and 2 are optional and may be used to improve the matching of the pulse generator and of the oscilloscope and should have an attenuation higher than or equal to 6 dB.

The time constant $R_L C_L$ should be lower than $0.1 t_{rr, \max}$, unless otherwise specified, with:

$R_L = R_G + R_S$ = real part of the total impedance, as seen by the diode, that is 100 ohms unless otherwise specified

C_L = total capacitance of the circuit including the diode.

C_1 should be high compared to $t_{rr, \max}/R_L$.

The impedance Z_i of the current generator should be high compared to R_L .

The input impedance of oscilloscope O_1 that measures the voltage V_R applied to the diode should be high compared to R_L .

A dual-trace oscilloscope may be used instead of oscilloscopes O_1 and O_2 .

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The current generator delivers the specified forward current I_F to the diode.

Pulses delivered by generator G are applied to the diode; the magnitude of the pulses is increased until, on oscilloscope O_1 , the specified value V_R applied to the diode in the off-state is reached.

Sur l'oscilloscope O_2 , mesurer le temps de recouvrement inverse t_{rr} depuis l'instant où le courant est nul jusqu'à celui où le courant inverse est réduit au courant de recouvrement spécifié i_{rr} (voir figure 10).

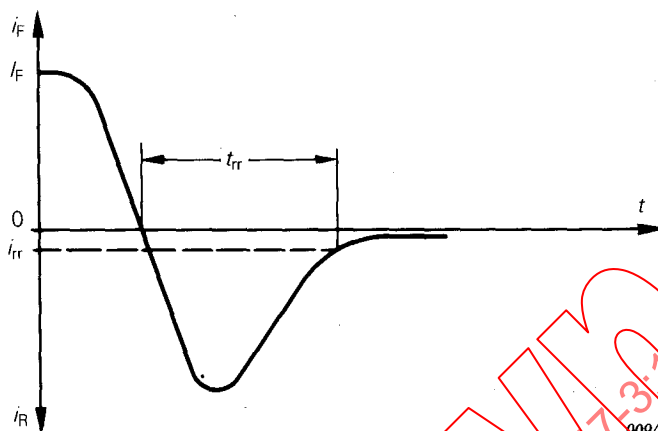


FIG. 10. — Forme d'onde du courant de la diode pour la mesure de t_{rr} .

e) Conditions spécifiées

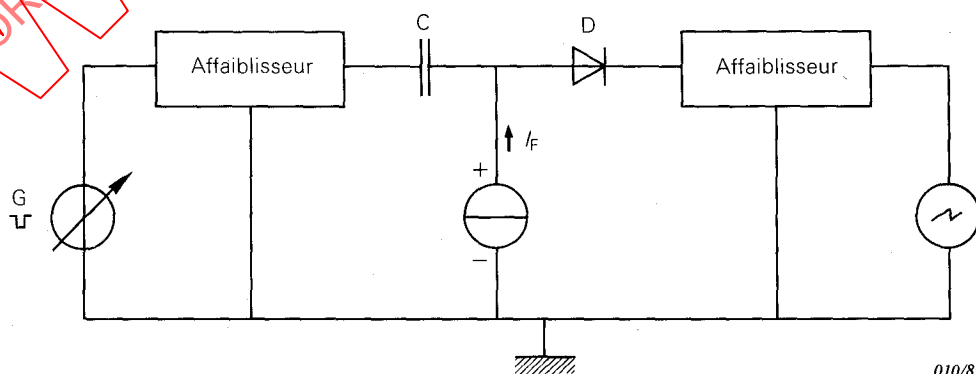
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant direct (I_F);
- courant de recouvrement (i_{rr}), soit $0,1 I_F$ typique, sauf indication contraire;
- tension inverse (V_R) appliquée à la diode;
- résistance totale de charge vue par la diode, R_L (ou R_G et R_S), si elle diffère de 100 ohms.

4.2.4 Temps de recouvrement inverse t_{rr} (pour un I_{RM} spécifié)

a) But

Mesurer le temps de recouvrement inverse d'une diode rapide, par exemple lorsque le temps de recouvrement inverse est inférieur à 100 ns.

b) Schéma



010/85

D = diode en mesure

FIG. 11. — Schéma pour la mesure de t_{rr} .

On the oscilloscope O_2 , the reverse recovery time t_{rr} is measured from the instant when the current is equal to zero to the instant when the reverse current is reduced to the specified recovery current i_{rr} (see Figure 10).

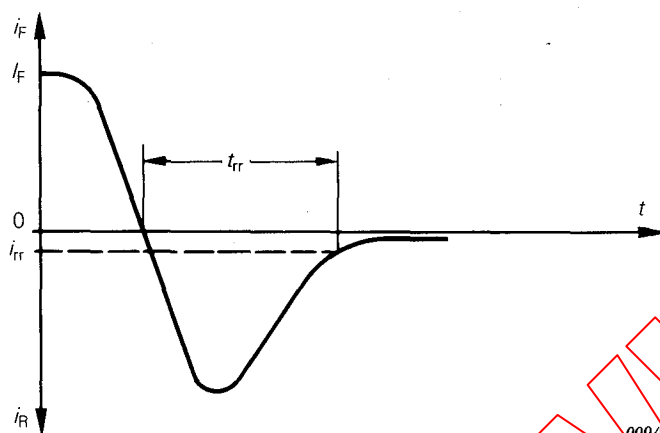


FIG. 10. — Diode current waveform in the measurement of t_{rr} .

e) Specified conditions

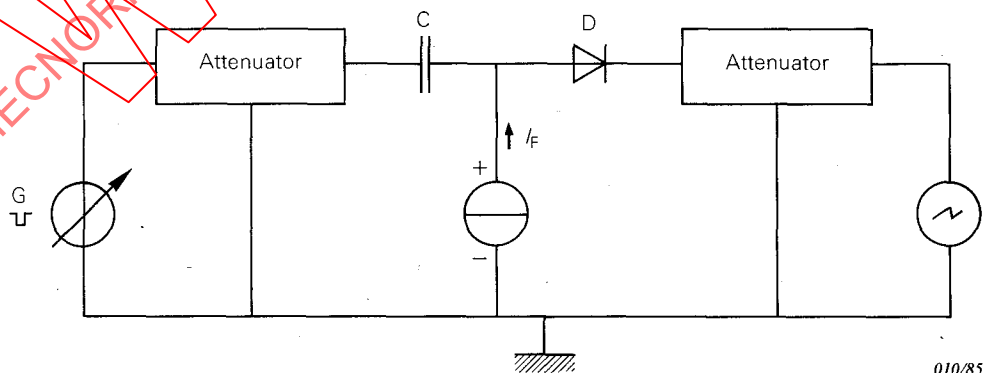
- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- forward current (I_F);
- recovery current (i_{rr}), $0.1 I_F$ typical unless otherwise stated;
- reverse voltage (V_R) applied to the diode;
- total load resistance as seen by the diode, R_L (or R_G and R_S), if different from 100 ohms.

4.2.4 Reverse recovery time t_{rr} (for a specified I_{RM})

a) Purpose

To measure the reverse recovery time of a fast diode, e.g. with reverse recovery time less than 100 ns.

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 11. — Circuit diagram for the measurement of t_{rr} .

c) *Description et exigences du circuit*

L'impédance de sortie du générateur G et l'impédance d'entrée de l'oscilloscope sont égales à 50 ohms sauf spécification contraire. Les temps de montée du générateur et de l'oscilloscope doivent être faibles devant t_{rr} .

La largeur de l'impulsion doit être supérieure à $3 t_{rr \max}$.

Les affaiblisseurs doivent avoir une impédance caractéristique de 50 ohms sauf spécification contraire, avoir un affaiblissement supérieur ou égal à 6 dB et pouvoir laisser passer le courant continu.

La constante de temps $R_L C_L$ doit être inférieure à $0,1 t_{rr \max}$, sauf spécification contraire, avec:

R_L = partie réelle de l'impédance totale vue par la diode.

C_L = capacité totale du circuit incluant la diode.

C doit être grand devant $t_{rr \max}/R_L$.

L'impédance Z_i du générateur de courant doit être supérieure à R_L .

d) *Précautions à prendre*

Aucune précaution spéciale.

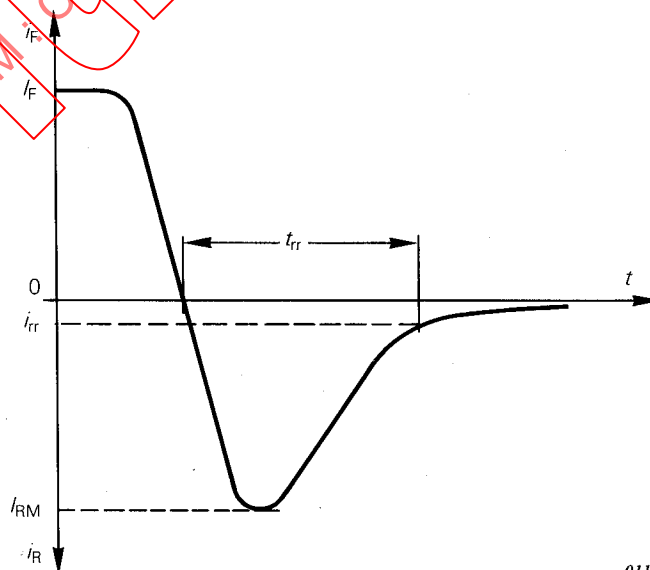
e) *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Le générateur de courant fournit à la diode le courant direct spécifié I_F .

Appliquer à la diode des impulsions fournies par le générateur G; augmenter leur amplitude jusqu'à ce que le courant inverse de pointe I_{RM} spécifié soit atteint.

Le temps de recouvrement inverse t_{rr} est l'intervalle de temps qui existe entre l'instant où le courant s'annule et l'instant où le courant est réduit (après avoir atteint I_{RM}) au courant de recouvrement spécifié i_{rr} (voir figure 12).



011/85

FIG. 12. — Forme d'onde du courant de la diode pour la mesure de t_{rr} .

c) *Circuit description and requirements*

The output impedance of the generator G and the input impedance of the oscilloscope are equal to 50 ohms unless otherwise specified. The rise times of the generator and of the oscilloscope should be small compared with t_{rr} .

The pulse width should be larger than $3 t_{rr \max}$.

Attenuators should have a characteristic impedance of 50 ohms unless otherwise specified, should have an attenuation higher than or equal to 6 dB and should be able to carry d.c.

The time constant $R_L C_L$ should be lower than $0.1 t_{rr \max}$, unless otherwise specified, with:

R_L = real part of the total impedance, as seen by the diode.

C_L = total capacitance of the circuit including the diode.

C should be high compared with $t_{rr \max}/R_L$.

The impedance Z_i of the current generator should be greater than R_L .

d) *Precautions to be observed*

No special precaution.

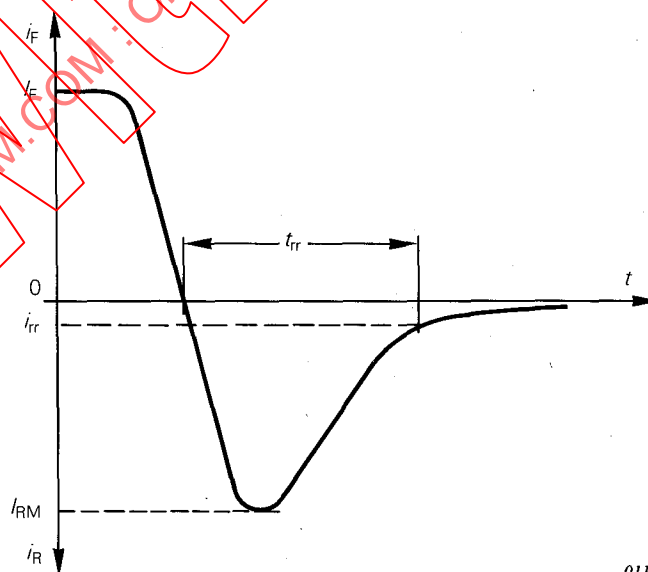
e) *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The current generator delivers the specified forward current I_F to the diode.

Pulses, delivered by generator G, are applied to the diode; the magnitude of the pulses is increased until the specified peak reverse current I_{RM} is reached.

The reverse recovery time t_{rr} is the time interval between the instant at which the current passes through zero and the instant when the current is reduced from I_{RM} to the specified recovery current i_{rr} (see Figure 12).



011/85

FIG. 12. — Diode current waveform in the measurement of t_{rr} .

f) Conditions spécifiées

- température ambiante ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{ref});
- courant direct (I_F);
- courant inverse de pointe (I_{RM});
- courant de recouvrement inverse (i_{tr}).

Exemple de conditions spécifiées: $I_F = 10 \text{ mA}$

$$I_{RM} = 10 \text{ mA}$$

$$i_{tr} = 1 \text{ mA}$$

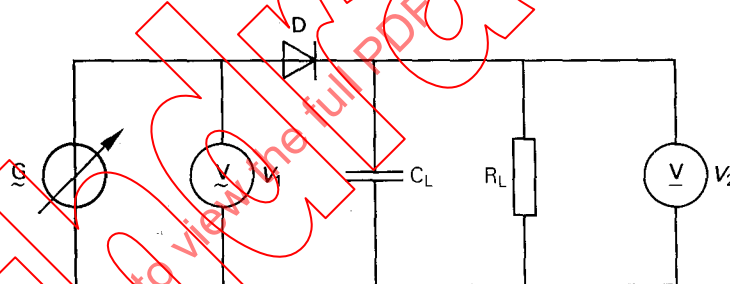
5. Rendement de détection

5.1 Rendement de détection en tension η_v

a) But

Mesurer le rendement de détection en tension d'une diode de signal dans des conditions spécifiées.

b) Schéma



012/85

D = diode en mesure

FIG. 13. — Schéma pour la mesure de η_v .

c) Description et exigences du circuit

G est un générateur à faible impédance.

V est un voltmètre pour la mesure des tensions efficaces.

La valeur de R_L doit être élevée par rapport à la valeur de l'impédance de sortie du générateur et à la valeur de l'impédance directe de la diode.

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Régler le générateur de façon à obtenir la valeur efficace spécifiée de V_1 .

Lire V_2 sur le voltmètre; calculer le rendement de détection à partir de l'expression suivante:

$$\eta_v = \frac{V_2}{V_1 \sqrt{2}} (\times 100\%)$$

f) Specified conditions

- ambient or reference-point temperature (T_{amb} , T_{ref});
- forward current (I_F);
- peak reverse current (I_{RM});
- reverse recovery current (i_{rr}).

Example of specified conditions: $I_F = 10 \text{ mA}$

$I_{RM} = 10 \text{ mA}$

$i_{rr} = 1 \text{ mA}$

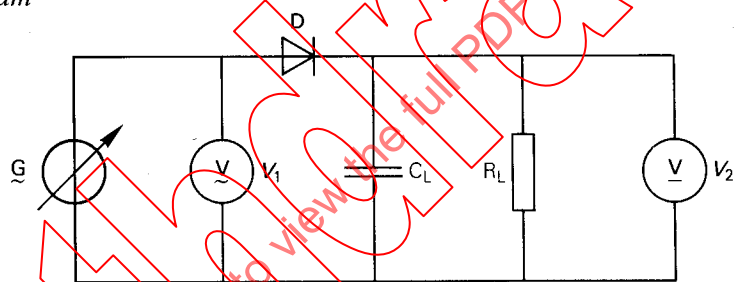
5. Detector efficiency

5.1 Detector voltage efficiency η_v

a) Purpose

To measure the detector voltage efficiency of a signal diode under specified conditions.

b) Circuit diagram



012/85

D = diode being measured

FIG. 13. — Circuit diagram for the measurement of η_v .

c) Circuit description and requirements

G is a low-impedance generator.

V is a r.m.s. reading voltmeter.

The value of R_L should be high compared with the value of the output impedance of the generator and the value of the forward impedance of the diode.

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The generator is adjusted to give the specified r.m.s. value of V_1 .

V_2 is read from the voltmeter and the detector voltage efficiency is calculated using the expression:

$$\eta_v = \frac{V_2}{V_1 \sqrt{2}} (\times 100 \%)$$

e) Conditions spécifiées

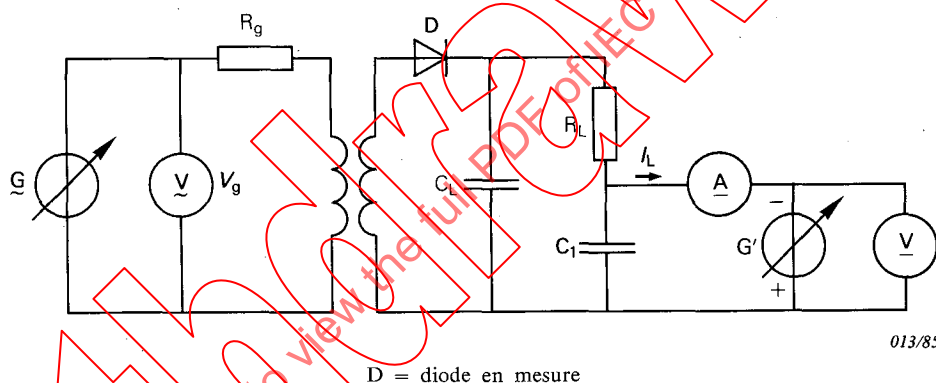
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- fréquence de mesure (généralement 100 MHz);
- paramètres du circuit (R_L et C_L);
- tension V_1 (valeur efficace).

5.2 Rendement de détection en puissance η_p

a) But

Mesurer le rendement de détection en puissance d'une diode de signal dans des conditions spécifiées.

b) Schéma



D = diode en mesure

Fig. 14. — Schéma pour la mesure de η_p .

c) Description et exigences du circuit

G est un générateur à faible impédance.

V est un voltmètre électronique.

Le transformateur doit avoir de faibles pertes et la valeur de la résistance de pertes équivalente doit être incluse dans R_g .

Le transformateur doit avoir un rapport de transformation tel que l'impédance R_g soit adaptée à R_L .

La valeur de R_L doit être élevée par rapport à celle de l'impédance directe de la diode. La constante de temps $C_L R_L$ doit être grande par rapport à l'inverse de la fréquence de mesure.

Le condensateur C_1 doit présenter un court-circuit à la fréquence de mesure.

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

e) *Specified conditions*

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- measurement frequency (usually 100 MHz);
- circuit parameters (R_L and C_L);
- voltage V_i (r.m.s. value).

5.2 Detector power efficiency η_p

a) *Purpose*

To measure the detector power efficiency of a signal diode under specified conditions.

b) *Circuit diagram*

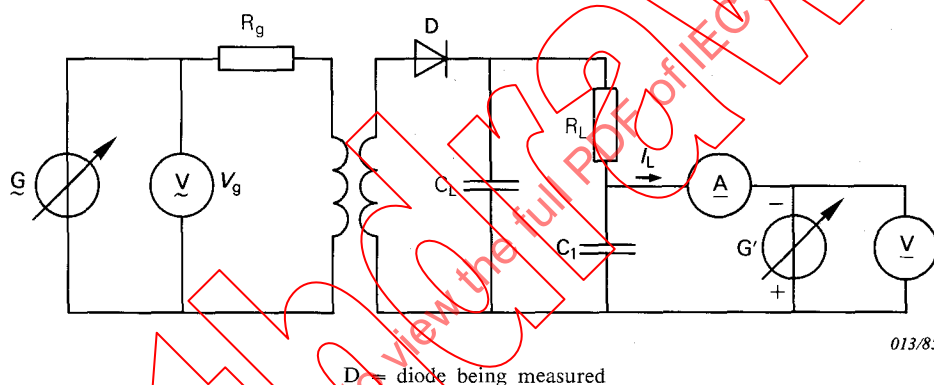


FIG. 14. — Circuit diagram for the measurement of η_p .

c) *Circuit description and requirements*

G is a low-impedance generator.

V is an electronic voltmeter.

The transformer should have a low loss, and the equivalent value of the loss resistance should be included in R_g .

The turns ratio of the transformer should be such as to ensure impedance matching between R_g and R_L .

The value of R_L should be high compared with the value of the forward impedance of the diode. The time constant $C_L R_L$ should be large compared to the reciprocal of the measurement frequency.

Capacitor C_1 should provide a short-circuit at the measurement frequency.

d) *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

Régler le générateur de tension alternative à zéro et le générateur de tension continue aux conditions de polarisation directe spécifiées. Lire le courant I_{L1} sur l'ampèremètre continu A.

Régler le générateur de tension alternative à la valeur efficace spécifiée V_g et mesurer la nouvelle valeur I_{L2} sur l'ampèremètre.

Calculer le rendement de détection en puissance à partir de l'expression suivante:

$$\eta_p = \frac{4(I_{L2} - I_{L1})^2 \cdot R_L \cdot R_g}{V_g^2} (\times 100\%)$$

e) Conditions spécifiées

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- fréquence (f) et tension (V_g) de mesure;
- conditions de polarisation en continu;
- paramètres du circuit (R_L et C_L);
- impédance du générateur (R_g).

6. Bruit V_n , I_n

Le bruit d'une diode peut être représenté soit par une source de tension de bruit V_n en série soit, de préférence, par une source de courant de bruit I_n en parallèle avec la diode comme il est indiqué dans la figure 15, page 70.

La figure 16, page 70, correspond à un exemple de circuit fondamental pour la mesure de I_n .

Les valeurs recommandées pour les limites de la bande passante du filtre sont: 900 Hz et 1 100 Hz.

On mesure la chute de tension produite par le courant de bruit de la diode dans une résistance de charge, après amplification par un amplificateur passe-bande de largeur de bande et de gain déterminés. A la sortie de l'amplificateur, la tension de bruit est observée à l'aide d'un voltmètre quadratique. Le courant de bruit dans la bande passante est donné par:

$$\sqrt{I_n^2} = \frac{\sqrt{V_n^2}}{A_v R}$$

où:

A_v = amplification en tension de l'amplificateur plus le filtre.

Le courant de bruit peut être ramené par le calcul à 1 Hz de largeur de bande passante.

La diode peut être polarisée dans chaque direction pour obtenir le bruit soit en direct, soit en inverse.

Le bruit introduit par l'amplificateur, par la résistance de charge et par la source de courant continu doit être négligeable. Dans le cas contraire, il est nécessaire d'introduire une correction obtenue par une mesure de bruit en remplaçant la diode par une résistance appropriée.

The a.c. voltage generator is set to zero, and the d.c. voltage generator is set to give the specified forward bias conditions. The current I_{L1} is read from the d.c. ammeter A.

The a.c. voltage generator is set to the specified r.m.s. voltage V_g and the new value I_{L2} is read from the ammeter.

The detector power efficiency is calculated using the expression:

$$\eta_p = \frac{4(I_{L2} - I_{L1})^2 \cdot R_L \cdot R_g}{V_g^2} (\times 100\%)$$

e) *Specified conditions*

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- measurement frequency (f) and voltage (V_g);
- d.c. bias conditions;
- circuit parameters (R_L and C_L);
- generator impedance (R_g).

6. Noise V_n , I_n

The noise of a diode can be represented either by a noise voltage source V_n in series with the diode or, preferably, by a noise current source I_n in parallel with the diode as shown in Figure 15, page 71.

Figure 16, page 71, shows an example of a basic circuit for measuring I_n .

The recommended values for the limits of the pass-band of the filter are: 900 Hz and 1 100 Hz.

The voltage drop produced by the noise current of the diode is measured in the load resistor after amplification by means of a pass-band amplifier having a determined bandwidth and gain. At the output, the noise voltage is observed with a square-law voltmeter. The noise current in the pass-band is given as follows:

$$\sqrt{I_n^2} = \frac{\sqrt{V_n^2}}{A_v R}$$

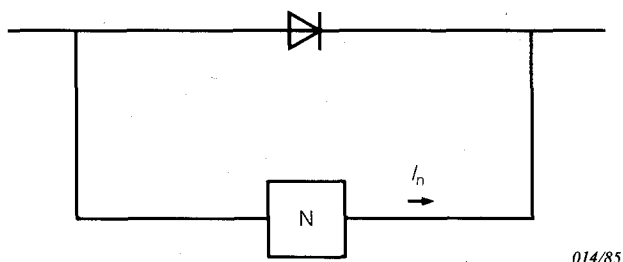
where:

A_v = voltage amplification of the amplifier plus filter.

The noise current may be brought back by calculation to 1 Hz of bandwidth.

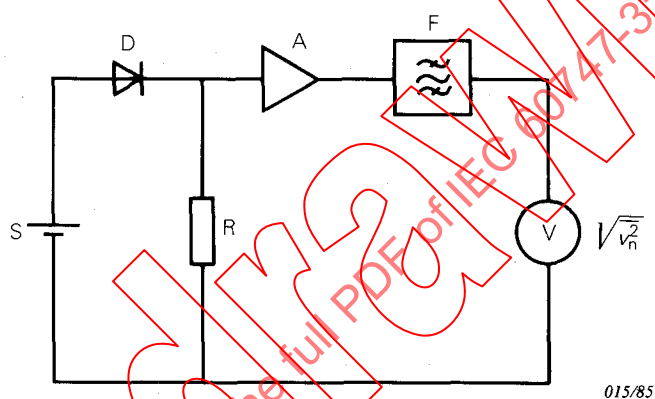
The diode may be biased in either direction to obtain noise values in either forward or reverse directions.

The noise introduced by the amplifier, the load resistance and the d.c. source shall be negligible. If this is not the case, it is necessary to make a correction obtained by measuring the noise with the diode replaced by an appropriate resistor.



N = source de courant de bruit

FIG. 15. — Circuit équivalent pour la représentation du bruit dans une diode.



A = amplificateur à faible bruit
D = diode en mesure
F = filtre passe-bande
S = source de courant continu
V = voltmètre quadratique

FIG. 16. — Circuit pour la mesure du courant de bruit.

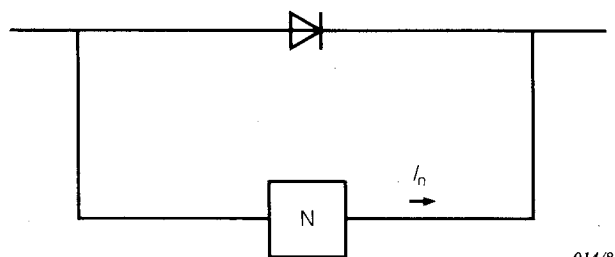
SECTION DEUX — DIODES DE TENSION DE RÉFÉRENCE ET DIODES RÉGULATRICES DE TENSION

1. Tension de régulation V_z

1.1 Tension de régulation (méthode en courant continu)

a) But

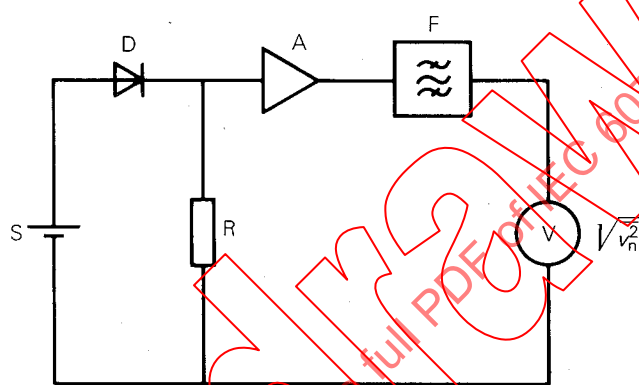
Mesurer la tension de régulation correspondant à un courant de régulation spécifié.



014/85

N = noise current source

FIG. 15. — Circuit for the representation of the noise in a diode.



015/85

A = low-noise amplifier
 D = diode being measured
 F = pass-band filter
 S = d.c. source
 V = square-law voltmeter

FIG. 16. — Circuit for the measurement of noise current.

SECTION TWO — VOLTAGE-REFERENCE DIODES AND VOLTAGE-REGULATOR DIODES

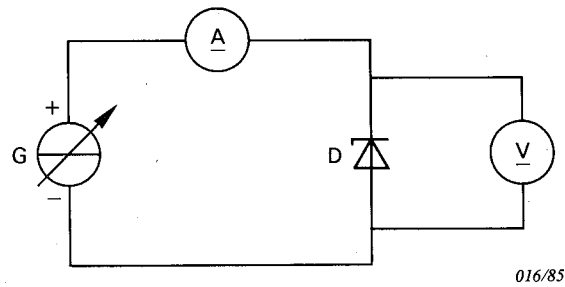
1. Working voltage V_Z

1.1 Working voltage (d.c. method)

a) Purpose

To measure the working voltage corresponding to a specified working current.

b) Schéma



016/85

D = diode en mesure

FIG. 17. — Schéma pour la mesure de V_Z (méthode en courant continu).

c) Description et exigences du circuit

Le voltmètre V doit avoir une résistance élevée par rapport à la résistance de la diode pour la tension de régulation.

d) Exécution

Régler la température à la valeur spécifiée.

Ajuster le courant continu de régulation à la valeur spécifiée I_Z indiquée par l'ampèremètre A et mesurer la tension de régulation V_Z aux bornes de la diode.

e) Conditions spécifiées

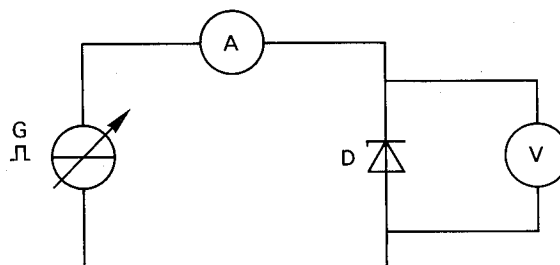
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant de régulation (I_Z);
- conditions de montage y compris la longueur des connexions, s'il y a lieu.

1.2 Tension de régulation (méthode en impulsions)

a) But

Mesurer en impulsions la tension de régulation correspondant à un courant de régulation spécifié.

b) Schéma

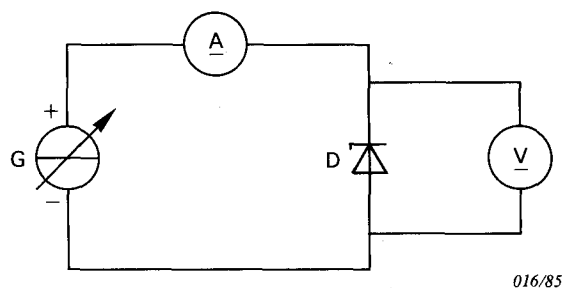


017/85

D = diode en mesure

FIG. 18. — Schéma pour la mesure de V_Z (méthode en impulsions).

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 17. — Circuit diagram for the measurement of V_Z (d.c. method).

c) Circuit description and requirements

The voltmeter V should have a high resistance compared with the resistance of the diode at the working voltage.

d) Measurement procedure

The temperature is set to the specified value.

The working d.c. current is set to the specified value I_Z as read on ammeter A, and the working voltage V_Z across the diode is measured.

e) Specified conditions

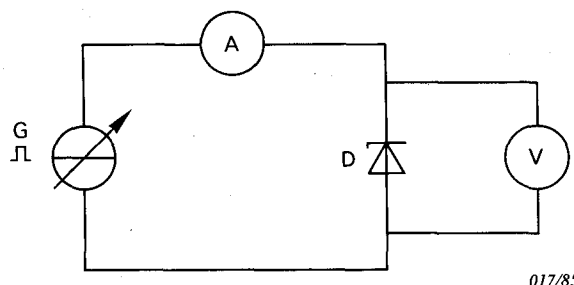
- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- working current (I_Z);
- mounting conditions including length of leads, if necessary.

1.2 Working voltage (pulse method)

a) Purpose

To measure the working voltage corresponding to a specified working current under pulse conditions.

b) Circuit diagram



D = diode being measured

FIG. 18. — Circuit diagram for the measurement of V_Z (pulse method).

c) *Description et exigences du circuit*

G est un générateur d'impulsions en courant.

A est un ampèremètre de lecture de pointe.

V est un voltmètre de lecture de pointe.

Le voltmètre V doit avoir une grande résistance par rapport à la résistance différentielle de la diode pour la tension de régulation.

d) *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Augmenter le courant de sortie du générateur d'impulsions jusqu'à ce que l'ampèremètre indique le courant de régulation spécifié. Le voltmètre indique la tension de régulation aux bornes de la diode.

e) *Conditions spécifiées*

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant de régulation (I_Z);
- largeur des impulsions et facteur d'utilisation (t_p , δ), de préférence: $t_p = 300 \mu s$, $\delta \leq 2\%$.

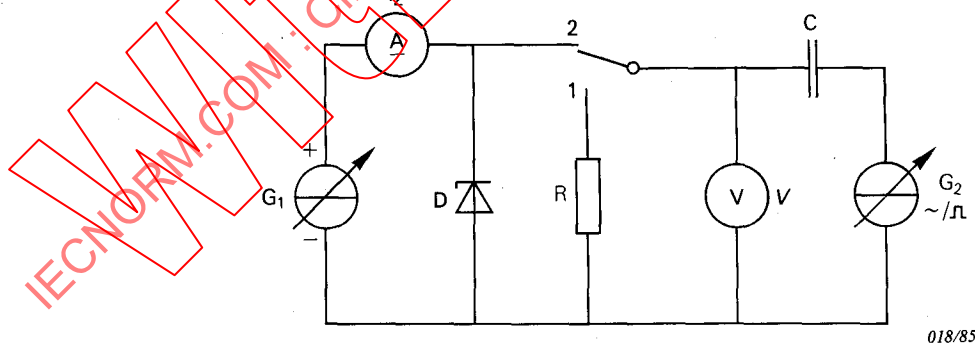
2. Résistance différentielle r_z

2.1 Résistance différentielle dans le domaine de tensions de régulation r_z (méthode en courant continu)

a) *But*

Mesurer la résistance différentielle correspondant à un courant de régulation spécifié.

b) *Schéma*



D = diode en mesure

FIG. 19. — Schéma pour la mesure de r_z (méthode en courant continu).

c) *Description et exigences du circuit*

V est un voltmètre efficace ou de lecture de pointe.

C est un condensateur de blocage.

G_2 est un générateur de courant, alternatif ou d'impulsions.

c) *Circuit description and requirements*

G is a pulse current generator.

A is a peak-reading ammeter.

V is a peak-reading voltmeter.

The voltmeter V should have a high resistance compared with the differential resistance of the diode at the working voltage.

d) *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The output of the pulse generator is increased until the specified working current is indicated on the ammeter. The working voltage across the diode is then read from the voltmeter.

e) *Specified conditions*

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- working current (I_z);
- pulse width and duty cycle of pulses (t_p , δ), preferably: $t_p = 300 \mu\text{s}$, $\delta \leq 2\%$.

2. Differential resistance r_z

2.1 Differential resistance within the working voltage range r_z (d.c. method)

a) *Purpose*

To measure the differential resistance at a specified working current.

b) *Circuit diagram*

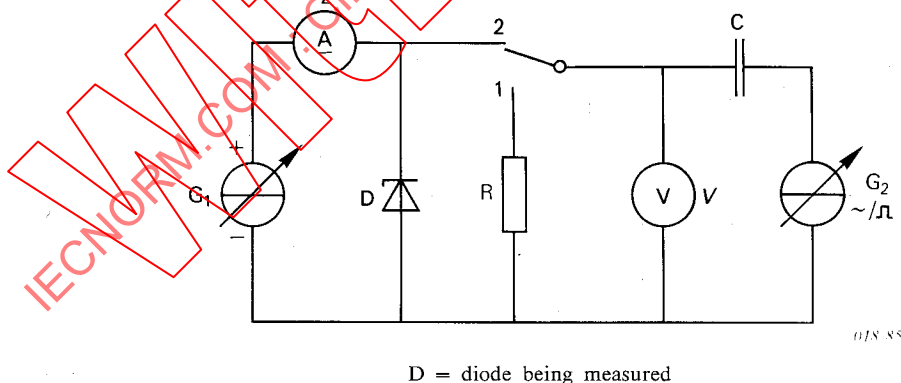


FIG. 19. — Circuit diagram for the measurement of r_z (d.c. method).

c) *Circuit description and requirements*

V is an r.m.s. or peak-reading voltmeter.

C is a blocking capacitor.

G_2 is an alternating or pulse-current generator.

L'impédance du voltmètre doit être grande par rapport à la résistance différentielle mesurée.

La valeur efficace du courant alternatif ne doit pas dépasser 10% de la valeur du courant continu de fonctionnement; ou bien, dans le cas d'un générateur de courant en impulsions, la valeur pointe à pointe ne doit pas dépasser 30% de la valeur du courant continu de régulation. R doit être approximativement égal à la résistance différentielle de la diode.

d) *Exécution*

Régler la température à la valeur spécifiée.

Ajuster le générateur de courant continu pour obtenir la valeur spécifiée du courant de régulation I_z .

Le commutateur étant en position 1, ajuster le générateur de courant G_2 de manière que la valeur indiquée par le voltmètre soit:

$$V_1 = R I_z$$

où:

I_z est la valeur efficace spécifiée du courant alternatif en petits signaux (par exemple 10% du courant continu de régulation).

Le commutateur étant en position 2, on obtient une deuxième lecture V_2 . Calculer la résistance différentielle à partir de l'expression suivante:

$$r_z = \frac{V_2}{I_z} = \frac{V_2}{V_1} R$$

e) *Conditions spécifiées*

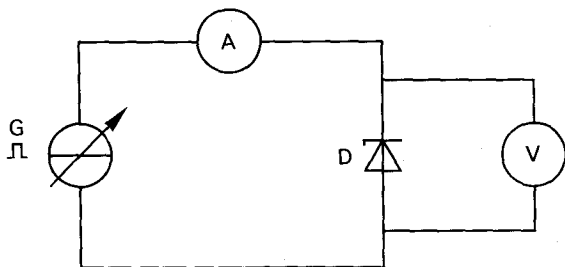
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant de régulation (I_z);
- fréquence de mesure (si elle diffère de 1 kHz);
- conditions de montage y compris la longueur des connexions, s'il y a lieu.

2.2 *Résistance différentielle dans le domaine de tensions de régulation r_z (méthode en impulsions)*

a) *But*

Mesurer en impulsions la résistance différentielle correspondant à un courant de régulation spécifié.

b) *Schéma*



017/85

D = diode en mesure

FIG. 20. — Schéma pour la mesure de r_z (méthode en impulsions).

The voltmeter impedance should be high compared with the differential resistance being measured.

The r.m.s. value of the alternating current should not be greater than 10% of the direct working current value; alternatively, for a pulse current generator, the peak-to-peak value should not exceed 30% of the direct working current value. R should be approximately equal to the differential resistance of the diode.

d) *Measurement procedure*

The temperature is set to the specified value.

The direct current generator is adjusted to give the specified value of the working current I_z .

With the switch in position 1, the constant current generator is adjusted until the reading of the voltmeter is:

$$V_1 = R I_z$$

where:

I_z is the r.m.s. value of the specified small-signal alternating current (e.g. 10% of the direct working current).

With the switch in position 2, a second reading V_2 is obtained. The differential resistance is calculated using the expression:

$$r_z = \frac{V_2}{I_z} = \frac{V_2}{V_1} R$$

e) *Specified conditions*

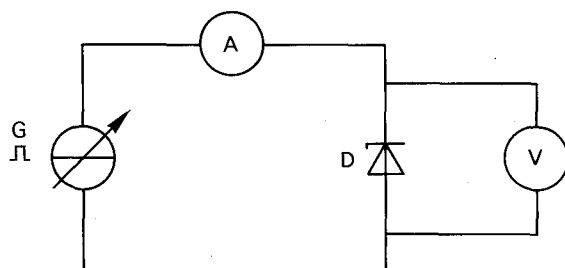
- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- working current (I_z);
- measurement frequency (if different from 1 kHz);
- mounting conditions, including length of leads, if necessary.

2.2 *Differential resistance within the working voltage range r_z (pulse method)*

a) *Purpose*

To measure the differential resistance at a specified working current under pulse conditions.

b) *Circuit diagram*



017/85

D = diode being measured

FIG. 20. – Circuit diagram for the measurement of r_z (pulse method).

c) *Description et exigences du circuit*

G est un générateur d'impulsions en courant.

A est un ampèremètre de lecture de pointe.

V est un voltmètre de lecture de pointe.

La tension de régulation V_Z est mesurée pour deux valeurs du courant de régulation I_{ZL} et I_{ZH} , dont la moyenne est égale au courant de régulation spécifié I_Z .

La différence entre I_{ZL} et I_{ZH} ne doit pas dépasser 30 % de I_Z . Cependant, puisque la différence de tension à mesurer est faible par rapport à la tension de régulation, la tension doit être mesurée par une méthode précise à impédance élevée.

d) *Exécution*

Régler avec soin la température à la valeur spécifiée et l'y maintenir pendant la mesure.

Mesurer la tension de régulation V_{ZL} au courant de régulation le plus bas I_{ZL} . Mesurer la tension de régulation V_{ZH} au courant de régulation le plus élevé I_{ZH} .

Calculer la résistance différentielle à partir de l'expression suivante:

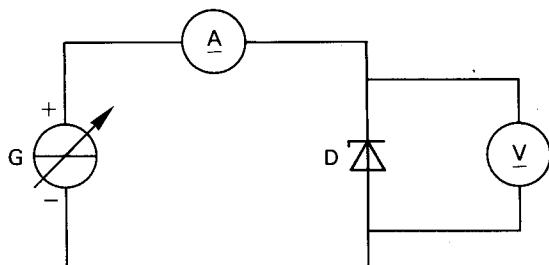
$$r_z = \frac{V_{ZH} - V_{ZL}}{I_{ZH} - I_{ZL}}$$

e) *Conditions spécifiées*

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant de régulation (I_Z);
- largeur des impulsions et facteur d'utilisation (t_p , δ), de préférence: $t_p = 300 \mu s$, $\delta \leq 2\%$.

3. Coefficient de température de la tension de régulation α_{vZ} 3.1 Coefficient de température de la tension de régulation α_{vZ} (méthode en courant continu)a) *But*

Mesurer le coefficient de température de la tension de régulation correspondant à un courant de régulation spécifié dans une gamme de températures spécifiée.

b) *Schéma*

016/85

D = diode en mesure

FIG. 21. — Schéma pour la mesure de α_{vZ} (méthode en courant continu).

c) *Circuit description and requirements*

G is a pulse current generator.

A is a peak-reading ammeter.

V is a peak-reading voltmeter.

The working voltage V_Z is measured at two values of working current I_{ZL} and I_{ZH} , the average of which is the specified working current I_Z .

The difference between I_{ZL} and I_{ZH} should not exceed 30% of I_Z . However, since the voltage difference to be measured is small relative to the working voltage, an accurate high-impedance method of measuring voltage shall be used.

d) *Measurement procedure*

The temperature shall be accurately set to the specified value and controlled during the measurement.

The working voltage V_{ZL} is measured at the lower working current I_{ZL} . The working voltage V_{ZH} is measured at the higher working current I_{ZH} .

The differential resistance is calculated using the expression:

$$r_z = \frac{V_{ZH} - V_{ZL}}{I_{ZH} - I_{ZL}}$$

e) *Specified conditions*

- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- working current (I_Z);
- pulse width and duty cycle of pulses (t_p , δ), preferably: $t_p = 300 \mu s$, $\delta \leq 2\%$.

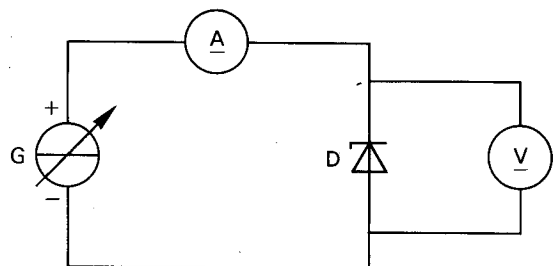
3. **Temperature coefficient of working voltage α_{vZ}**

3.1 *Temperature coefficient of working voltage α_{vZ} (d.c. method)*

a) *Purpose*

To measure the temperature coefficient of working voltage at a specified working current and over a specified temperature range.

b) *Circuit diagram*



016/85

D = diode being measured

FIG. 21. — Circuit diagram for the measurement of α_{vZ} (d.c. method).

c) *Description et exigences du circuit*

On mesure la tension de régulation V_Z à deux températures spécifiées T_1 et T_2 .

Cependant, puisque la différence de tension à mesurer est faible par rapport à la tension de régulation, la tension doit être mesurée par une méthode précise à impédance élevée.

De plus, il peut être nécessaire d'utiliser des contacts séparés pour mesurer le courant et la tension.

d) *Exécution*

Mesurer la tension de régulation correspondant au courant de régulation spécifié I_Z lu sur l'ampèremètre A, pour deux valeurs spécifiées T_1 et T_2 de la température (température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence); ces températures doivent être réglées avec soin et contrôlées pendant la mesure.

Calculer le coefficient de température à partir de l'expression suivante:

$$\alpha_{vZ} = \frac{100(V_{Z2} - V_{Z1})}{(T_2 - T_1)V_{Z1}} \quad (\% \text{ par degré Celsius})$$

où:

V_{Z1} est la tension mesurée à la température la plus basse T_1 , et

V_{Z2} est la tension mesurée à la température la plus élevée T_2 .

e) *Conditions spécifiées*

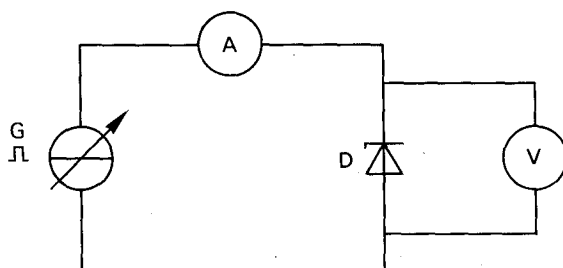
- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- courant de régulation (I_Z);
- conditions de montage y compris la longueur des connexions, s'il y a lieu.

3.2 Coefficient de température de la tension de régulation α_{vZ} (méthode en impulsions)

a) *But*

Mesurer en impulsions le coefficient de température de la tension de régulation correspondant à un courant de régulation spécifié, dans une gamme de températures spécifiée.

b) *Schema*



017/85

D = diode en mesure

FIG. 22. — Schéma pour la mesure de α_{vZ} (méthode en impulsions).

c) *Circuit description and requirements*

The working voltage V_Z is measured at two specified temperatures T_1 and T_2 .

However, since the voltage difference to be measured is small relative to the working voltage, an accurate high-impedance method of measuring voltage shall be used.

In addition, separate current-carrying and voltage-measuring contacts may need to be used.

d) *Measurement procedure*

For a specified working current I_Z as read from ammeter A, the working voltage is measured at two specified values of ambient, case or reference-point temperatures, T_1 and T_2 , that shall be accurately set and controlled during the measurement.

The temperature coefficient is calculated using the expression:

$$\alpha_{VZ} = \frac{100(V_{Z2} - V_{Z1})}{(T_2 - T_1)V_{Z1}} \text{ (\% per degree Celsius)}$$

where:

V_{Z1} is the voltage measured at the lower temperature T_1 , and

V_{Z2} is the voltage measured at the higher temperature T_2 .

e) *Specified conditions*

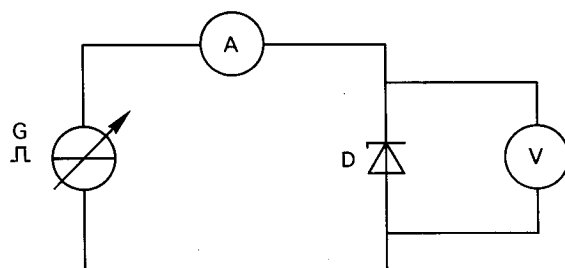
- ambient, case or reference-point temperature (T_{amb} , T_{case} , T_{ref});
- working current (I_Z);
- mounting conditions including length of leads, if necessary.

3.2 Temperature coefficient of working voltage α_{VZ} (pulse method)

a) *Purpose*

To measure the temperature coefficient of working voltage at a specified working current and over a specified temperature range, under pulse conditions.

b) *Circuit diagram*



017/85

D = diode being measured

FIG. 22. — Circuit diagram for the measurement of α_{VZ} (pulse method).

c) *Description et exigences du circuit*

G est un générateur d'impulsions en courant.

A est un ampèremètre de lecture de pointe.

V est un voltmètre de lecture de pointe.

On mesure la tension de régulation V_Z conformément à la méthode en impulsions décrite dans le paragraphe 1.2, à deux températures spécifiées T_1 et T_2 .

Cependant, puisque la différence de tension à mesurer est faible par rapport à la tension de régulation, la tension doit être mesurée par une méthode précise à impédance élevée.

De plus, il peut être nécessaire d'utiliser des contacts séparés pour mesurer le courant et la tension.

d) *Exécution*

Pour un courant de régulation spécifié I_Z lu sur l'ampèremètre A, mesurer la tension de régulation pour deux valeurs T_1 et T_2 de la température ambiante, de la température de boîtier ou de la température d'un point de référence; ces températures doivent être réglées avec soin et contrôlées pendant la mesure.

Calculer le coefficient de température à partir de l'expression suivante:

$$\alpha_{VZ} = \frac{100(V_{Z2} - V_{Z1})}{(T_2 - T_1)V_{Z1}} \text{ (\% par degré Celsius)}$$

où:

V_{Z1} est la tension mesurée à la température la plus basse T_1 , et

V_{Z2} est la tension mesurée à la température la plus élevée T_2

e) *Conditions spécifiées*

- température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence (T_{amb} , T_{base} , T_{ref});
- courant de régulation (I_Z);
- largeur des impulsions et facteur d'utilisation (t_p , δ), de préférence: $t_p = 300 \mu\text{s}$, $\delta \leq 2\%$.

4. **Courant inverse I_R**

La méthode pour les diodes de signal, décrite dans la section un, article 1, s'applique.

5. **Tension directe V_F**

La méthode pour les diodes de signal, décrite dans la section un, article 2, s'applique.

6. **Capacité de jonction C_{tot}**

La méthode pour les diodes de signal, décrite dans la section un, article 3, s'applique.