

**NORME
INTERNATIONALE**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

747-4

Première édition
First edition
1991-04

Dispositifs à semiconducteurs

Dispositifs discrets

Quatrième partie:

Diodes et transistors hyperfréquences

Semiconductor devices

Discrete devices

Part 4:

Microwave diodes and transistors



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 747-4: 1991

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**

747-4

Première édition
First edition
1991-04

Dispositifs à semiconducteurs
Dispositifs discrets

Quatrième partie:
Diodes et transistors hyperfréquences

Semiconductor devices
Discrete devices

Part 4:
Microwave diodes and transistors

© IEC 1991 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 Varembe 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 XC
PRICE CODE

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
INDEX DES RÉFÉRENCES CROISÉES	8

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Note d'introduction	10
2. Domaine d'application	10
3. Symboles littéraux	10

CHAPITRE II: DIODES À CAPACITÉ VARIABLE ET DIODES À RETOUR RAPIDE

SECTION UN — DIODES À CAPACITÉ VARIABLE

1. Généralités	12
2. Terminologie et symboles littéraux	12
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	14
4. Méthodes de mesure	20

SECTION DEUX — DIODES À RETOUR RAPIDE

1. Généralités	72
2. Terminologie et symboles littéraux	72
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	72
4. Méthodes de mesure	76

CHAPITRE III: DIODES MÉLANGEUSES ET DIODES DÉTECTRICES

SECTION UN — DIODES MÉLANGEUSES UTILISÉES DANS LES APPLICATIONS RADAR

1. Généralités	84
2. Terminologie et symboles littéraux	84
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	84
4. Méthodes de mesure	88

SECTION DEUX — DIODES MÉLANGEUSES UTILISÉES EN TRANSMISSION

1. Généralités	122
2. Terminologie et symboles littéraux	122
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	122
4. Méthodes de mesure	126

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
CROSS-REFERENCE INDEX	9

CHAPTER I: GENERAL

Clause

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

CHAPTER II: VARIABLE CAPACITANCE DIODES AND SNAP-OFF DIODES

SECTION ONE — VARIABLE CAPACITANCE DIODES

1. General	13
2. Terminology and letter symbols	13
3. Essential ratings and characteristics	15
4. Measurement methods	21

SECTION TWO — SNAP-OFF DIODES

1. General	73
2. Terminology and letter symbols	73
3. Essential ratings and characteristics	73
4. Measurement methods	77

CHAPTER III: MIXER DIODES AND DETECTOR DIODES

SECTION ONE — MIXER DIODES USED IN RADAR APPLICATIONS

1. General	85
2. Terminology and letter symbols	85
3. Essential ratings and characteristics	85
4. Measurement methods	89

SECTION TWO — MIXER DIODES USED IN COMMUNICATION APPLICATIONS

1. General	123
2. Terminology and letter symbols	123
3. Essential ratings and characteristics	123
4. Measurement methods	127

SECTION TROIS — DIODES DÉTECTRICES

(A l'étude)

CHAPITRE IV: DIODES IMPATT

SECTION UN — DIODES IMPATT POUR APPLICATIONS EN AMPLIFICATEUR

Articles	Pages
1. Généralités	128
2. Terminologie et symboles littéraux	128
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	134

SECTION DEUX — DIODES IMPATT POUR APPLICATIONS EN OSCILLATEUR

(A l'étude)

CHAPITRE V: DIODES GUNN

(A l'étude)

CHAPITRE VI: TRANSISTORS BIPOLAIRES

(A l'étude)

CHAPITRE VII: TRANSISTORS À EFFET DE CHAMP

1. Généralités	146
2. Terminologie et symboles littéraux	146
3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles	150

CHAPITRE VIII: RÉCEPTION ET FIABILITÉ — EXIGENCES SPÉCIFIQUES

1. Conditions pour les essais électriques	154
2. Critères de défaillance et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de réception	154
3. Critères de défaillance et caractéristiques définissant la défaillance pour les essais de fiabilité	154
4. Procédure à suivre dans le cas d'une erreur d'essai	154
Tableau I	156
Tableau II	158

SECTION THREE — DETECTOR DIODES

(Under consideration)

CHAPTER IV: IMPATT DIODES

SECTION ONE — IMPATT DIODES AMPLIFIERS

Clause	Page
1. General	129
2. Terminology and letter symbols	129
3. Essential ratings and characteristics	135

SECTION TWO — IMPATT DIODES OSCILLATORS

(Under consideration)

CHAPTER V: GUNN DIODES

(Under consideration)

CHAPTER VI: BIPOLAR TRANSISTORS

(Under consideration)

CHAPTER VII: FIELD EFFECT TRANSISTORS

1. General	147
2. Terminology and letter symbols	147
3. Essential ratings and characteristics	151

CHAPTER VIII: ASSESSMENT AND RELIABILITY — SPECIFIC REQUIREMENTS

1. Electrical test conditions	155
2. Failure criteria and failure-defining characteristics for acceptance tests	155
3. Failure criteria and failure-defining characteristics for reliability tests	155
4. Procedure in case of a testing error	155
Table I	157
Table II	159

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

Quatrième partie: Diodes et transistors hyperfréquences

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 747-4 constitue la quatrième partie d'une norme générale sur les dispositifs discrets, la Publication 747.

En plus des normes générales de la Publication 747-1, les normes données dans la présente publication complètent les normes sur les dispositifs discrets.

Le Comité d'Etudes n° 47, réuni à Londres en septembre 1982, a approuvé le remaniement des Publications 147 et 148 qui consiste en une nouvelle articulation en fonction des semiconducteurs traités. Toutes les parties constituant les parties 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 dispositifs discrets figurant dans les Publications 147 et 148 sont incorporées dans la Publication 747-1.

Les informations relatives aux essais mécaniques et climatiques 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 discrets.

Cette norme annule le contenu des Publications 147-1F, 147-2B, 147-2F, 147-2K, 148A et 148B qui concerne les dispositifs discrets hyperfréquences.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR DEVICES

Discrete devices

Part 4: Microwave diodes and transistors

FOREWORD

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

PREFACE

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

Publication 747-4 constitutes the fourth part of a general standard on discrete devices, Publication 747.

In addition to the general standards of Publication 747-1, the standards given in the present publication complete the standards on discrete devices.

The meeting of Technical Committee No. 47, held in London in September 1982, approved the reorganization of 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 discrete devices found in Publications 147 and 148 is included in Publication 747-1.

Material concerning mechanical and climatic test methods is included in Publication 749.

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

This standard supersedes the material in Publications 147-1F, 147-2B, 147-2F, 147-2K, 148A and 148B dealing with microwave discrete devices.

INDEX DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Nouveau paragraphe	Ancien paragraphe	Document ou publication
<i>Chapitre II, Section un</i>		
1	Domaine d'application	147-1F, Cinq
2	Nouveau	Nouveau
3.1 à 3.4	1 à 3.12	147-1F, Cinq
4.1 à 4.3	1 à 3	147-2M, Un 47(BC)889
4.3	3 et 4	147-2B, Cinq
4.4	5	147-2B, Cinq
4.5	6	147-2B, Cinq
4.6	2	147-2B, Cinq
4.7	3.1	47(BC)807
4.8	3.2	47(BC)807
4.9.1	1	147-2F, Cinq
4.9.2	2	147-2K, Cinq
4.10	Annexe A	147-2F, Cinq
4.11	Annexe B	147-2F, Cinq
<i>Chapitre II, Section deux</i>		
1	1	147-1F, Six
2	Nouveau	47(BC)970
3	2 à 4	147-1F, Six
4.1	Nouveau	47(BC)1041
4.2	4.2.4	147-2M, Un
<i>Chapitre III, Section un</i>		
1	1	147-2K, Sept
2	Nouveau	Nouveau
3	1 à 3	147-1F, Sept
4.1 à 4.9	2 à 9	147-2K, Sept
4.10	Annexe A	147-2K, Sept
4.11	Annexe B	147-2K, Sept
<i>Chapitre III, Section deux</i>		
1	1	147-2K, Sept
2	Nouveau	Nouveau
3	1 à 3	147-1F, Sept
4.1 à 4.9	2 à 9	147-2K, Sept

Nouveau paragraphe	Ancien paragraphe	Document ou publication
<i>Chapitre III, Section trois</i> (à l'étude)		
<i>Chapitre IV, Section un</i>		
1	Nouveau	Nouveau
2.1 à 2.1.7	1 à 4.2	47(BC)951
et 2.2	1 à 4.2	47(BC)951
2.2	1 à 8	47(BC)1123
3.2 à 3.5	1 à 4	47(BC)885
<i>Chapitre IV, Section deux</i> (à l'étude)		
<i>Chapitre V</i> (à l'étude)		
<i>Chapitre VI</i> (à l'étude)		
<i>Chapitre VII</i>		
1	Nouveau	Nouveau
2	1 et 2	47(BC)275
	1 à 6	47(BC)1043
	—	47(BC)1068
	—	47(BC)1072
3	1 et 2	47(BC)953
<i>Chapitre VIII</i>		
Tableau I	Tableau I	147-4, ch. II, Un
Tableau II	Tableau II	147-4, ch. II, Un

CROSS-REFERENCE INDEX

New clause number	Old clause number	Document or publication	New clause number	Old clause number	Document or publication
<i>Chapter II, Section One</i>			<i>Chapter III, Section Three</i>		
1	Scope	147-1F, Five	(under consideration)		
2	New	New	<i>Chapter IV, Section One</i>		
3.1 to 3.4	1 to 3.12	147-1F, Five	1	New	New
4.1 to 4.3	1 to 3	147-2M, One	2. 1 to 2.1.7 and 2.2	1 to 4.2	47(CO)951
		47(CO)889	2.2	1 to 4.2	47(CO)951
4.3	3 and 4	147-2B, Five	3.2 to 3.5	1 to 8	47(CO)1123
4.4	5	147-2B, Five		1 to 4	47(CO)885
4.5	6	147-2B, Five	<i>Chapter IV, Section Two</i>		
4.6	2	147-2B, Five	(under consideration)		
4.7	3.1	47(CO)807	<i>Chapter V</i>		
4.8	3.2	47(CO)807	(under consideration)		
4.9.1	1	147-2F, Five	<i>Chapter VI</i>		
4.9.2	2	147-2K, Five	(under consideration)		
4.10	Appendix A	147-2F, Five	<i>Chapter VII</i>		
4.11	Appendix B	147-2F, Five	1	New	New
<i>Chapter II, Section Two</i>			2	1 and 2	47(CO)275
1	1	147-1F, Six		1 to 6	47(CO)1043
2	New	47(CO)970		—	47(CO)1068
3	2 to 4	147-1F, Six		—	47(CO) 1072
4.1	New	47(CO)1041	3	1 and 2	47(CO)953
4.2	4.2.4	147-2M, One	<i>Chapter VIII</i>		
<i>Chapter III, Section One</i>			Table I	Table I	147-4, ch. II, One
1	1	147-2K, Seven	Table II	Table II	147-4, ch. II, One
2	New	New			
3	1 to 3	147-1F, Seven			
4.1 to 4.9	2 to 9	147-2K, Seven			
4.10	Appendix A	147-2K, Seven			
4.11	Appendix B	147-2K, Seven			
<i>Chapter III, Section Two</i>					
1	1	147-2K, Seven			
2	New	New			
3	1 to 3	147-1F, Seven			
4.1 to 4.9	2 to 9	147-2K, Seven			

DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS

Dispositifs discrets

Quatrième partie: Diodes et transistors hyperfréquences

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Note d'introduction

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

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

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

2. Domaine d'application

La présente publication donne les normes pour les catégories suivantes de dispositifs discrets:

- Diodes à capacité variable et diodes à retour rapide (pour accord, transposition ou multiplication de fréquence, commutation, limitation, déphasage, amplification paramétrique...)
- Diodes mélangeuses et diodes détectrices
- Diodes à avalanche (pour génération directe d'harmoniques, amplification...)
- Diodes à effet Gunn (pour génération directe d'harmoniques...)
- Transistors bipolaires (pour amplification, oscillation...)
- Transistors à effet de champ (pour amplification, oscillation...).

3. Symboles littéraux

S'ils existent, les symboles littéraux ont été ajoutés aux termes dans les titres. Quand plusieurs formes distinctives d'un symbole littéral existent, la forme la plus souvent utilisée est donnée.

SEMICONDUCTOR DEVICES

Discrete devices

Part 4: Microwave diodes and transistors

CHAPTER I: GENERAL

1. Introductory note

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

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

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

2. Scope

The present publication gives standards for the following categories of discrete devices:

- Variable capacitance diodes and snap-off diodes (for tuning, up-converter or harmonic multiplication, switching, limiting, phased shift, parametric amplification...)
- Mixer diodes and detector diodes
- Avalanche diodes (for direct harmonic generation, amplification...)
- Gunn diodes (for direct harmonic generation...)
- Bipolar transistors (for amplification, oscillation...)
- Field-effect transistors (for amplification, oscillation...).

3. Letter symbols

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

CHAPITRE II: DIODES À CAPACITÉ VARIABLE ET DIODES À RETOUR RAPIDE

SECTION UN — DIODES À CAPACITÉ VARIABLE

1. Généralités

Les informations données dans cette partie s'appliquent aux diodes (à l'exclusion des diodes à retour rapide) où l'effet de la capacité variable est utilisé; elles couvrent quatre applications: accord, multiplication par génération d'harmoniques, commutation (y compris la limitation), amplification paramétrique.

Les dispositifs pour ces applications sont définis comme suit:

Diodes d'accord

Diodes utilisées pour modifier la fréquence d'un circuit accordé.

Ces diodes sont généralement caractérisées par une fréquence de résonance très supérieure à la fréquence d'utilisation et ont une relation connue entre la capacité et la tension.

Diodes pour multiplication par génération d'harmoniques

Ces diodes doivent avoir une relation non linéaire entre la capacité et la tension, à la fréquence de fonctionnement, ainsi qu'un rapport élevé de la fréquence de coupure à la fréquence de fonctionnement.

Diodes pour commutation (y compris la limitation)

Ces diodes ont une transition rapide de l'état à haute impédance à celui à basse impédance et vice versa; elles peuvent servir à moduler ou à commander le niveau de puissance des systèmes hyperfréquences.

Diodes pour amplification paramétrique

Ces diodes sont destinées à fonctionner avec des signaux de faible amplitude et le plus souvent sont utilisées dans des amplificateurs à faible bruit.

2. Terminologie et symboles littéraux

Voir paragraphe 3.3.

CHAPTER II: VARIABLE CAPACITANCE DIODES AND SNAP-OFF DIODES

SECTION ONE — VARIABLE CAPACITANCE DIODES

1. General

The provisions of this part deal with diodes (excluding snap-off diodes) in which the variable capacitance effect is used; they cover four applications: tuning, harmonic multiplication, switching (including limiting), parametric amplification.

The devices for these applications are defined as follows:

Diodes for tuning

Diodes which are used to vary the frequency of a tuned circuit.

These diodes are usually characterized by a frequency of resonance much higher than the frequency of use and have a known capacitance/voltage relationship.

Diodes for harmonic multiplication

These diodes must have a non-linear capacitance/voltage relationship at the frequency of operation and a high ratio of cut-off frequency to operating frequency.

Diodes for switching (including limiting)

These diodes exhibit a fast transition from a high impedance state to a low impedance state and vice versa and can be used to modulate or control the power level in microwave systems.

Diodes for parametric amplification

These diodes are intended to handle small amplitude signals and are most often used in low-noise amplifiers.

2. Terminology and letter symbols

See Sub-clause 3.3.

3. Valeurs limites et caractéristiques essentielles

3.1 Généralités

3.1.1 Conditions pour les valeurs limites

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

Les valeurs limites figurant au paragraphe 3.2 devront être indiquées aux températures suivantes:

Dispositifs à température ambiante spécifiée

A une température ambiante de 25 °C et à une température plus élevée choisie dans la liste donnée dans la Publication 147-0 de la CEI.

Dispositifs à température de boîtier spécifiée

A une température du point de référence de 25 °C et à une autre température du point de référence choisie dans la liste donnée dans la Publication 147-0 de la CEI.

3.1.2 Catégories d'applications

Les valeurs limites et les caractéristiques essentielles à indiquer pour chaque catégorie de diode sont marquées par un signe + dans le tableau suivant:

- colonne 1: applications pour accord;
- colonne 2: applications pour multiplication par génération d'harmoniques;
- colonne 3: applications pour commutation (y compris la limitation);
- colonne 4: applications pour amplification paramétrique.

3.2 Valeurs limites

Les valeurs limites suivantes devront être indiquées:

3.2.1 Températures

Domaine de températures de fonctionnement

Domaine de températures de stockage

3.2.2 Tensions et courants

Tension inverse de pointe maximale

Courant direct moyen maximal, s'il y a lieu

Courant direct de pointe maximal, s'il y a lieu

3.2.3 Dissipation de puissance

Dissipation maximale, dans des conditions indiquées, pour le domaine des températures de fonctionnement

3.3 Caractéristiques électriques

Sauf spécification contraire, les caractéristiques suivantes devront être données à 25 °C (voir figure 1, page 18)

3.3.1 Capacité parasite (C_p)

Valeur typique dans les conditions spécifiées

3.3.2 Inductance série (L_s)

Valeur typique et, s'il y a lieu, valeur maximale dans des conditions spécifiées

Catégories			
1	2	3	4
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
	+	+	+
	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+

3. Essential ratings and characteristics

3.1 General

3.1.1 Rating conditions

Variable capacitance diodes may be specified either as ambient rated or case rated devices or, where appropriate, as both.

The ratings listed in Sub-clause 3.2 should be stated at the following temperatures:

Ambient-rated devices

At an ambient temperature of 25 °C and at one higher temperature chosen from the list given in IEC Publication 147-0.

Case-rated devices

At a reference point temperature of 25 °C and at another reference point temperature chosen from the list given in IEC Publication 147-0.

3.1.2 Application categories

The essential ratings and characteristics to be stated for each category of diode are marked with a + sign in the following table:

- column 1: tuning applications;
- column 2: harmonic multiplication applications;
- column 3: switching (including limiting) applications;
- column 4: parametric amplification applications.

3.2 Ratings (limiting values)

The following ratings should be stated:

3.2.1 Temperatures

Range of operating temperatures
Range of storage temperatures

3.2.2 Voltages and currents

Maximum peak reverse voltage
Maximum mean forward current, where appropriate
Maximum peak forward current, where appropriate

3.2.3 Power dissipation

Maximum dissipation, under stated conditions, over the operating temperature range

3.3 Electrical characteristics

Unless otherwise specified, the following characteristics should be given at 25 °C (see Figure 1, page 19)

3.3.1 Stray capacitance (C_p)

Typical value under specified conditions

3.3.2 Series inductance (L_s)

Typical value and, where appropriate, maximum value under specified conditions

Categories			
1	2	3	4
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
	+	+	+
	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+

		Catégories			
		1	2	3	4
3.3.3	<i>Capacité aux bornes (C_{tot})</i>				
	a) Valeurs minimale et maximale pour une tension de polarisation spécifiée et pour une fréquence spécifiée (note 1)	+	+	+	+
	b) Courbe typique montrant la relation entre la capacité aux bornes et la tension de polarisation	+	+	+	+
3.3.4	<i>Capacité de la jonction (C_j)</i>				
	Valeurs minimale et maximale pour une tension de polarisation spécifiée (notes 1 et 2). Dans le cas où l'ordre de grandeur de C_p est le même que celui de la capacité aux bornes C_{tot} , on devra donner une valeur typique pour C_j au lieu des valeurs minimale et maximale	+	+	+	+
3.3.5	<i>Facteur de qualité effectif (Q)</i>				
	Valeurs minimales pour deux ou plusieurs fréquences spécifiées dans des conditions de polarisation spécifiées (note 3)	+			
3.3.6	<i>Fréquence de coupure</i>				
	Valeur minimale dans les conditions spécifiées (notes 3 et 4)		+	+	+
3.3.7	<i>Résistance série (r_s)</i>				
	Valeurs maximale et/ou typique dans les conditions spécifiées (note 3)	+	+	+	+
3.3.8	<i>Courant inverse</i>				
	Valeur maximale pour une tension inverse spécifiée	+	+	+	+
3.3.9	<i>Résistance thermique</i>				
	Valeur maximale entre la jonction et l'ambiance, ou entre la jonction et un point de référence spécifié	+	+	+	
3.3.10	<i>Temps de commutation</i>				
	Valeur typique dans les conditions spécifiées			+	
3.3.11	<i>Charge stockée ou durée de vie des porteurs de charge minoritaires</i>				
	Valeur typique, soit de la charge stockée dans les conditions spécifiées incluant la polarisation, soit de la durée de vie des porteurs de charge minoritaires dans les conditions spécifiées		+	+	
3.3.12	<i>Temps de transition</i>				
	Valeur typique dans les conditions spécifiées, le circuit de mesure étant également spécifié		+		

Note. — Voir la définition dans la Section deux.

Notes 1. — Pour les catégories 1, 2 et 3, la tension de polarisation spécifiée devra être de -6 V, et pour la catégorie 4, la tension de polarisation spécifiée devra être de 0 V.

2. — La relation entre la capacité de jonction et la tension de polarisation devra être représentée soit sous forme d'une courbe typique, soit sous forme mathématique. Cette dernière devra être exprimée comme suit:

$$C_j = K (V + \phi)^{-\gamma}$$

où V est la valeur absolue de la tension inverse appliquée et K , ϕ , γ sont trois constantes.
Le fabricant devra spécifier les valeurs typiques de K , ϕ et γ .

3.3.3 *Terminal capacitance* (C_{tot})

- a) Minimum and maximum values, at a specified bias voltage and at a specified frequency (Note 1)
- b) Typical curve showing the relationship between terminal capacitance and bias voltage

3.3.4 *Junction capacitance* (C_j)

Minimum and maximum values at a specified bias voltage (Notes 1 and 2). When the order of magnitude of C_p is the same as that of the terminal capacitance C_{tot} , a typical value should be given for C_j instead

3.3.5 *Effective quality factor* (Q)

Minimum values at two or more specified frequencies under specified bias conditions (Note 3)

3.3.6 *Cut-off frequency*

Minimum value under specified conditions (Notes 3 et 4)

3.3.7 *Series resistance* (r_s)

Maximum and/or typical values under specified conditions (Note 3)

3.3.8 *Reverse current*

Maximum value at a specified reverse voltage

3.3.9 *Thermal resistance*

Maximum value between junction and ambient, or between the junction and a specified reference point

3.3.10 *Switching time*

Typical value under specified conditions

3.3.11 *Stored charge or minority carrier life time*

Typical value, for either stored charge under specified conditions including bias, or minority carrier life time under specified conditions

3.3.12 *Transition time*

Typical value, under specified conditions, together with a specified measurement circuit

Categories			
1	2	3	4
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
+			
	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	+
+	+	+	
	+	+	
	+		

Note. — See definition in Section Two.

Notes 1. — For categories 1, 2 and 3, the specified bias voltage should be -6 V and for category 4, the specified bias voltage should be 0 V .

2. — The relationship between the junction capacitance and bias voltage should be represented either by a typical curve or by a mathematical form. The mathematical form should be as follows:

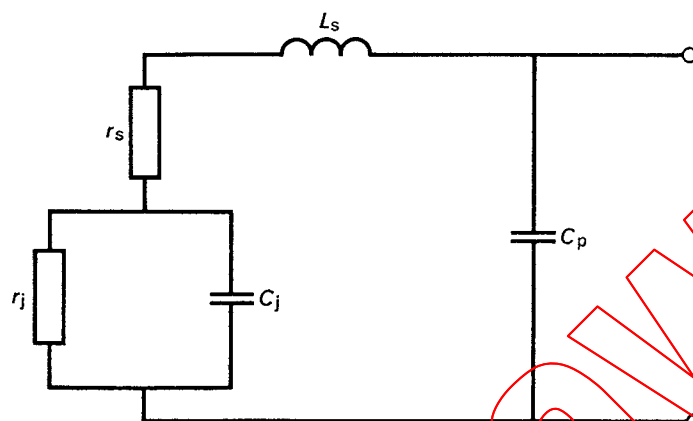
$$C_j = K(V + \phi)^{-\gamma}$$

where V is the magnitude of the applied reverse voltage and K , ϕ and γ are three constants. The manufacturer should specify the typical values for K , ϕ and γ .

3. — Si la valeur du facteur Q et la résistance série ne sont pas spécifiées pour la catégorie 1, la fréquence de coupure doit alors être spécifiée.
4. — La fréquence de coupure f_c est définie par:

$$f_c = \frac{1}{2\pi r_s C_j}$$

où r_s est la résistance série et C_j est la capacité de la jonction mesurée à un point de polarisation spécifié. r_s est déterminée par le circuit équivalent représenté à la figure 1 ci-dessous et sa valeur dépend de la méthode de mesure utilisée et de la tension de polarisation.



C_j = capacité de la jonction

r_s = résistance série

r_j = résistance en basse fréquence de la jonction. En général, r_j a une valeur suffisamment élevée pour être négligeable

C_p = capacité parasite

L_s = inductance série

Figure 1 — Circuit équivalent

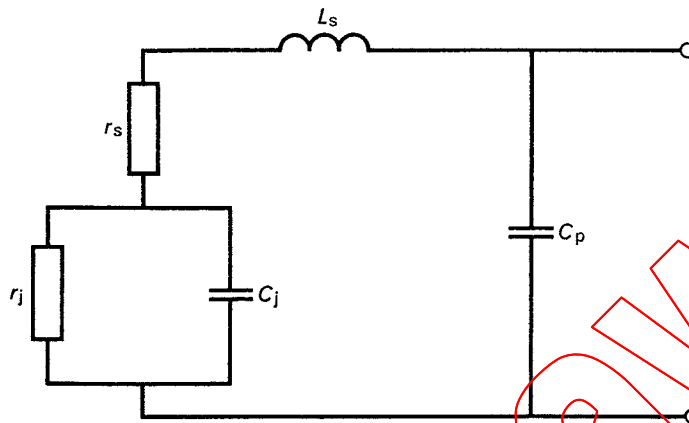
3.4 Données d'applications

Dans le cas de multiplication par génération d'harmoniques, on devra indiquer le rendement.

3. — If the Q value and the series resistance are not specified for category 1, then the cut-off frequency must be specified.
4. — The cut-off frequency f_c is defined as:

$$f_c = \frac{1}{2\pi r_s C_j}$$

where r_s is the series resistance and C_j is the capacitance of the junction measured at a specified bias point. r_s is determined by the equivalent circuit shown in Figure 1 below; its value depends on the measuring method used and on the bias voltage.



C_j = junction capacitance
 r_s = series resistance
 r_j = low frequency resistance of the junction. In general, r_j is sufficiently high to be neglected
 C_p = stray capacitance
 L_s = series inductance

Figure 1 — Equivalent circuit

3.4 Application data

For harmonic multiplication applications, the *efficiency* should be stated.

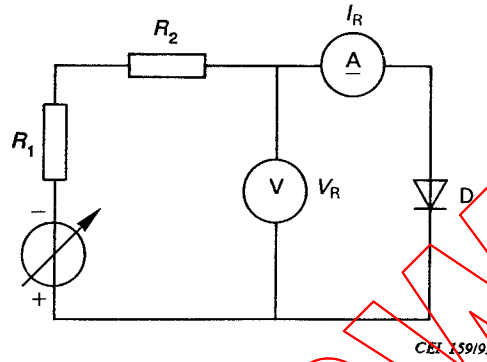
4. Méthodes de mesure

4.1 Courant inverse I_R

a) But

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

b) Schéma



D = diode en mesure

Figure 2

c) Description et exigences du circuit

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

R_2 est une résistance de protection.

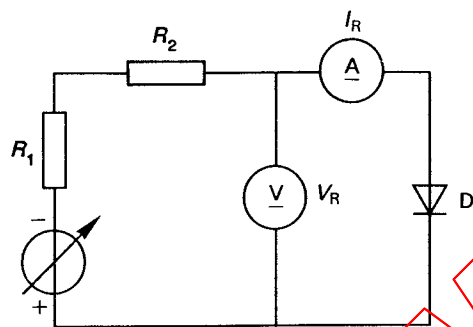
4. Measurement methods

4.1 Reverse current I_R

a) Purpose

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

b) Circuit diagram



D = diode being measured

Figure 2

c) Circuit description and requirements

R_1 is a calibrated resistor (pulse measurement only).

R_2 is a protective resistor.

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 des valeurs de pointe et l'ampèremètre par un voltmètre des valeurs 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.

4.2 Tension directe V_F

a) *But*

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

b) *Schéma*

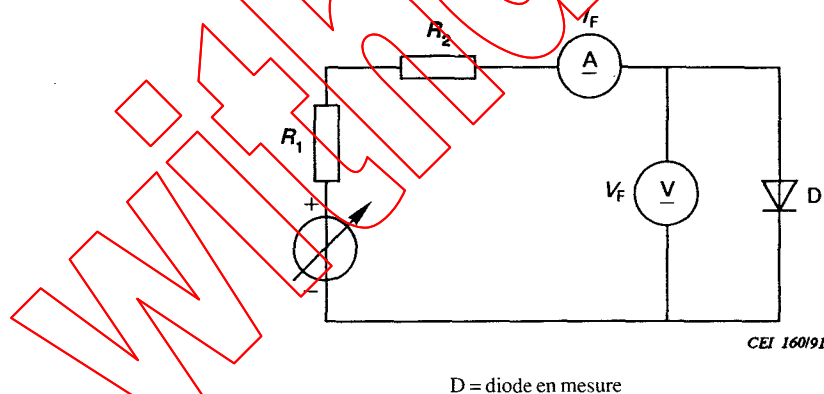


Figure 3

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 des valeurs de pointe, et l'ampèremètre par un voltmètre des valeurs de pointe branché aux bornes de la résistance étalonée R_1 .

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

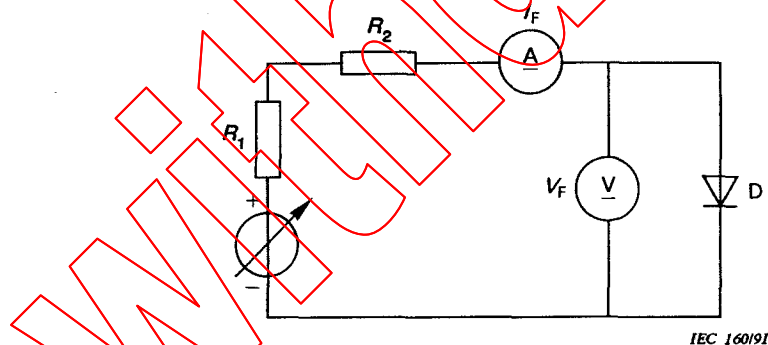
- Ambient, case or reference-point temperature (t_{amb} , t_{case} , t_{ref}).
- Reverse voltage (V_R).
- Pulse width and duty cycle, where applicable.

4.2 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

Figure 3

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) *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 ou température de boîtier (t_{amb} , t_{case}).
- Courant direct (I_F).
- Largeur des impulsions et facteur d'utilisation, si applicable.

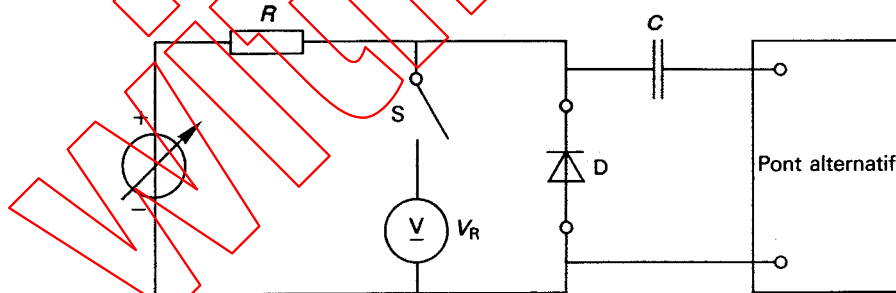
4.3 *Capacité C_{tot}*

La mesure de la capacité totale ($C_{tot} = C_j + C_p$) doit être faite à une fréquence suffisamment basse (inférieure aux hyperfréquences), de façon que les effets de l'inductance des conducteurs puissent être négligés. Dans ces conditions, la valeur mesurée de la capacité aux bornes est indépendante de la fréquence.

La capacité totale, pour une condition de polarisation donnée, est obtenue par la méthode décrite ci-après.

a) *But*

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

b) *Schéma*

CEI 161/91

D = diode en mesure

Figure 4

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) *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 or case temperature (t_{amb} , t_{case}).
- Forward current (I_F).
- Pulse width and duty cycle, where applicable.

4.3 Capacitance C_{tot}

The measurement of total capacitance ($C_{tot} = C_j + C_p$) should be made at a sufficiently low frequency (below microwave frequencies) so that the effects of the lead inductance may be neglected. Under these conditions, the measured value of terminal capacitance is independent of frequency.

The total capacitance at a given bias condition is obtained by the method stated hereafter.

a) *Purpose*

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

b) *Circuit diagram*

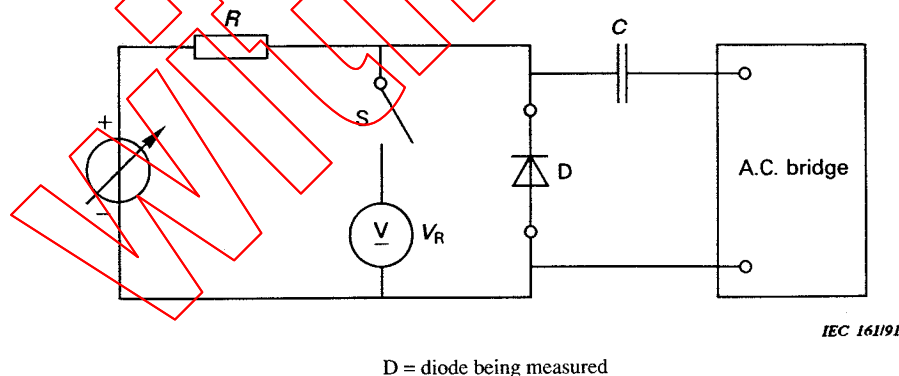


Figure 4

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

d) *Précautions à prendre*

Le pont doit être capable de supporter la tension de polarisation inverse de la diode sans altérer la précision de la mesure. 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 en l'absence de la diode dans la monture de la valeur avec présence de la diode dans la monture.

f) *Conditions spécifiées*

Température ambiante ou température de boîtier (t_{amb} , t_{case}).

— Tension inverse (V_R).

— Fréquence de mesure, si elle diffère de 1 MHz.

— Conditions de montage de la diode, si nécessaire.

Note. — On peut déterminer la variation de la capacité totale en fonction de la tension de polarisation par des mesures telles que celle décrite ci-dessus, effectuées à plusieurs points de polarisation.

Withdrawn

d) *Precautions to be observed*

The bridge must be able to withstand the reverse bias voltage of the diode without affecting the accuracy of the measurement. 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 or case temperature (t_{amb} , t_{case}).

— Reverse voltage (V_R).

— Measurement frequency, if different from 1 MHz.

— Mounting conditions of the diode, if necessary.

Note. — The variation of total capacitance with bias voltage may be found by measurements as described above, made at a number of bias points.

Withdrawn

4.4 Facteur de qualité effectif Q

Le facteur de qualité effectif Q d'une diode à capacité variable peut être mesuré en employant un «Q-mètre» ou un pont d'impédance (voir figure 5).

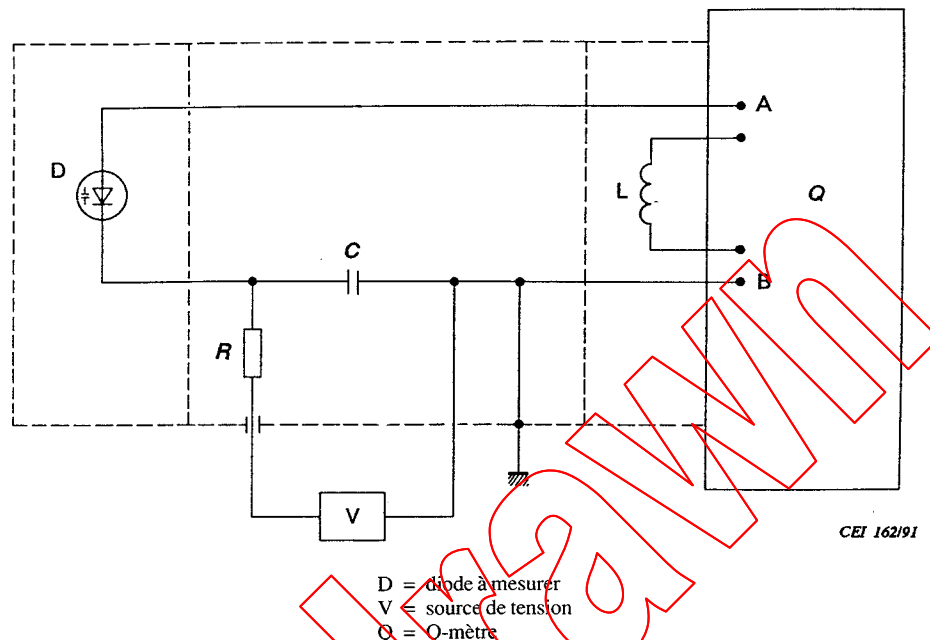


Figure 5 — Circuit de base pour la mesure du facteur de qualité effectif

Description

- 1) La source de tension doit présenter une impédance élevée à la fréquence de mesure par rapport à celle du condensateur C; on réalise cette condition à l'aide de la résistance série R.
- 2) C est un condensateur de découplage présentant une impédance faible à la fréquence de mesure.
- 3) L est une inductance choisie pour résonner avec la capacité en parallèle du circuit, à la fréquence de mesure.
- 4) Il est supposé qu'il existe un chemin de faible résistance dans le Q-mètre entre les points A et B.

Le circuit de base d'un tel appareil comprend un générateur de signal à impédance de sortie négligeable attaquant une inductance à Q élevé en série avec une capacité variable de très bonne qualité. On peut mesurer le facteur Q de ce circuit à une fréquence donnée en accordant la capacité variable pour obtenir la résonance.

Q est donné par le rapport de la tension aux bornes de la capacité à la tension fournie par le générateur. Pour mesurer le facteur Q d'une diode à capacité variable, on doit la connecter en parallèle avec la capacité variable qui est dans le Q-mètre. On doit utiliser des composants ne laissant pas passer le courant continu, de façon à ce que la tension de polarisation désirée puisse être appliquée à la diode en mesure, mais le circuit de polarisation doit rester connecté au Q-mètre pendant toute la mesure.

On effectue quatre mesures: Q_1 et C_1 , le facteur Q du circuit et la grandeur de la capacité variable, la diode étant hors circuit; Q_2 et C_2 , le facteur Q du circuit et la valeur de la capacité variable pour la résonance à la même fréquence avec la diode connectée dans le circuit.

Le facteur Q de la diode est alors calculé par l'expression:

$$Q = \left(\frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2} \right) \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right)$$

4.4 Effective quality factor Q

The effective quality factor Q of a variable capacitance diode can be measured using a “Q-meter” or an impedance bridge (see Figure 5).

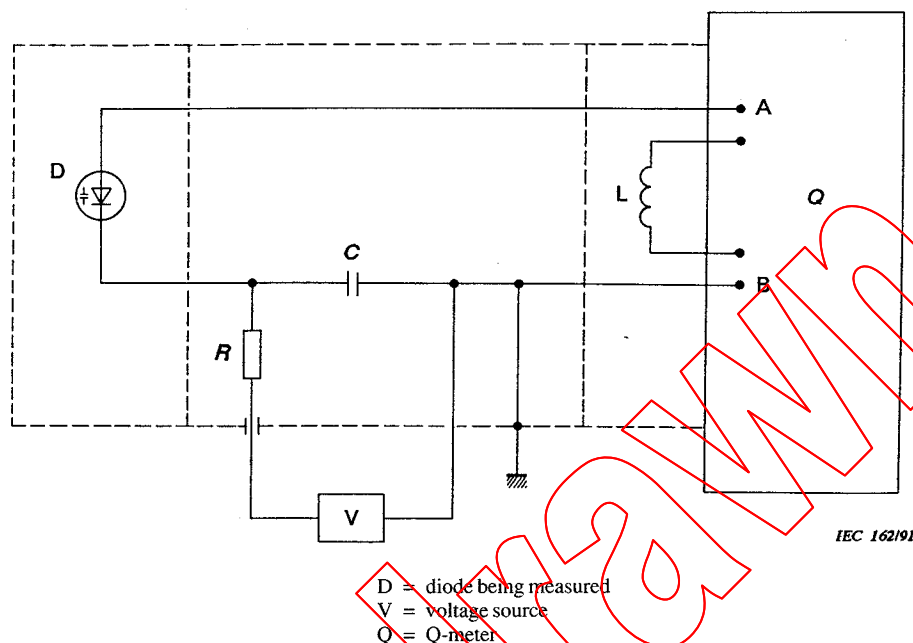


Figure 5 — Basic circuit for the measurement of effective quality factor

Description

- 1) The voltage source should present a high impedance at the frequency of measurement compared to that of the capacitor C; this is obtained by means of series resistor R.
- 2) C is a decoupling capacitor having a low impedance at the frequency of measurement.
- 3) L is an inductor chosen to resonate with the parallel circuit capacitor at the frequency of measurement.
- 4) It is assumed that there is a low resistance path through the Q-meter between points A and B.

The basic circuit of such a meter consists of a signal generator of negligible output impedance driving a high Q inductance in series with a high-quality variable capacitance. The factor Q of this circuit can be measured at a given frequency by tuning the variable capacitance for resonance.

Q is given by the ratio of the voltage across the capacitance to the voltage supplied by the generator. In order to measure the factor Q of a variable capacitance diode, it must be connected in parallel with the variable capacitance in the Q-meter. D.C. isolating components must be used so that the desired bias voltage may be applied to the diode being measured, but the biasing circuit must remain connected to the Q-meter throughout the measurement.

Four measurements are made: Q_1 and C_1 , the factor Q of the circuit and the magnitude of the variable capacitance with the diode not in circuit; and Q_2 and C_2 , the factor Q of the circuit and the value of the variable capacitance for resonance at the same frequency with the diode connected to the circuit.

The factor Q of the diode is then calculated using the expression:

$$Q = \left(\frac{Q_1 Q_2}{Q_1 - Q_2} \right) \left(\frac{C_1 - C_2}{C_1} \right)$$

Deux précautions sont nécessaires:

- 1) La mesure doit être faite à une fréquence pour laquelle la réactance de self-inductance de la diode est négligeable par rapport à la réactance de la capacité.
- 2) On doit maintenir à une valeur relativement faible la grandeur du signal appliqué à la diode à capacité variable, de manière à ce que l'excursion dans la région non linéaire de la caractéristique de capacité soit petite. (Le résultat doit être indépendant du niveau du signal.)

Note.—

$$Q = \frac{1}{2\pi f \cdot C_j \cdot r_s} = \frac{f_c}{f}$$

Comme $C_p \ll C_j$ pour ces diodes, C_i et C_j peuvent être employées l'une pour l'autre dans cette section.

4.5 Résistance série r_s

La valeur effective de la résistance série r_s peut être déduite des valeurs de C_j et de f_c en employant la formule donnée au paragraphe 4.4.

4.6 Inductance série L_s

Les mesures doivent être effectuées dans la région de fréquences dans laquelle l'effet de la capacité parasite C_p par rapport à l'impédance aux bornes de la diode peut être négligé.

La diode est insérée dans la tête de mesure comme l'indique la figure 6 qui est elle-même montée à l'extrémité du conducteur intérieur de la ligne coaxiale fendue.

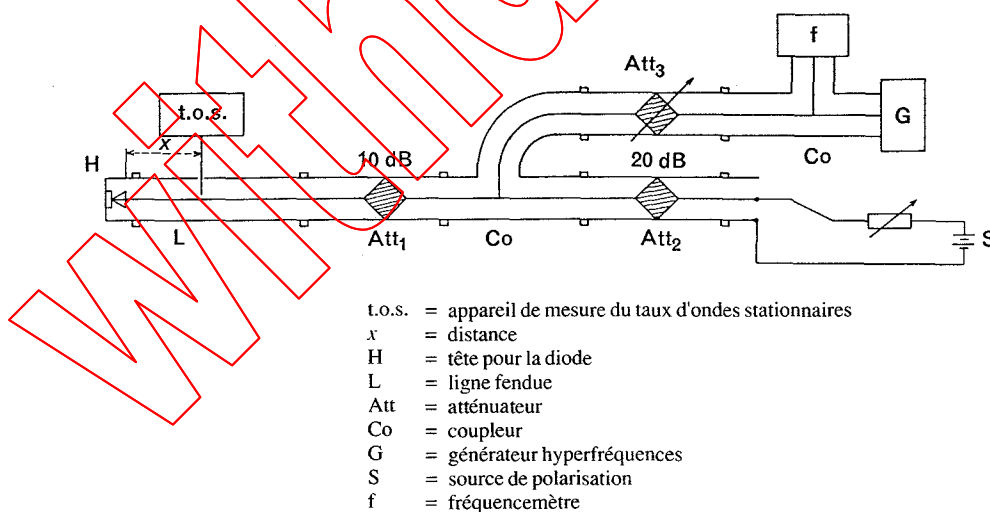


Figure 6 — Circuit de base pour la mesure de l'inductance série

Les mesures sont effectuées de la manière suivante:

On détermine d'abord la position x_m pour laquelle la tension d'ondes stationnaires est minimale; elle est mesurée pour une tension de polarisation dans la région de conductance directe où la capacité aux bornes devient indépendante des variations de la tension de polarisation. La tension de polarisation doit être suffisamment élevée, de sorte que l'augmentation de cette tension ne modifie pas le résultat de la mesure. (Cette condition peut être satisfaite pour une tension de polarisation correspondant à un courant direct d'environ 5 mA.)

Two precautions are necessary:

- 1) The measurement must be made at a frequency at which the reactance of the self-inductance of the diode is negligible compared with the reactance of the capacitor.
- 2) The magnitude of the signal applied to the variable capacitance diode must be kept relatively small so that only a small excursion is made over the non-linear capacitance characteristic. The result must be independent of the signal level.

Note.—

$$Q = \frac{1}{2\pi f \cdot C_j \cdot r_s} = \frac{f_c}{f}$$

Since $C_p \ll C_j$ for these diodes, C_t and C_j can be used interchangeably in this section.

4.5 Series resistance r_s

The effective value of series resistance r_s can be deduced from the values of C_j and f using the formula given in Sub-clause 4.4.

4.6 Series inductance L_s

Measurements should be conducted in the frequency region where the effect of stray capacitance C_p relative to the terminal impedance of the diode can be neglected.

The diode is inserted in the measuring head as shown in Figure 6 which is set on the tip of the inner conductor of the coaxial slotted line.

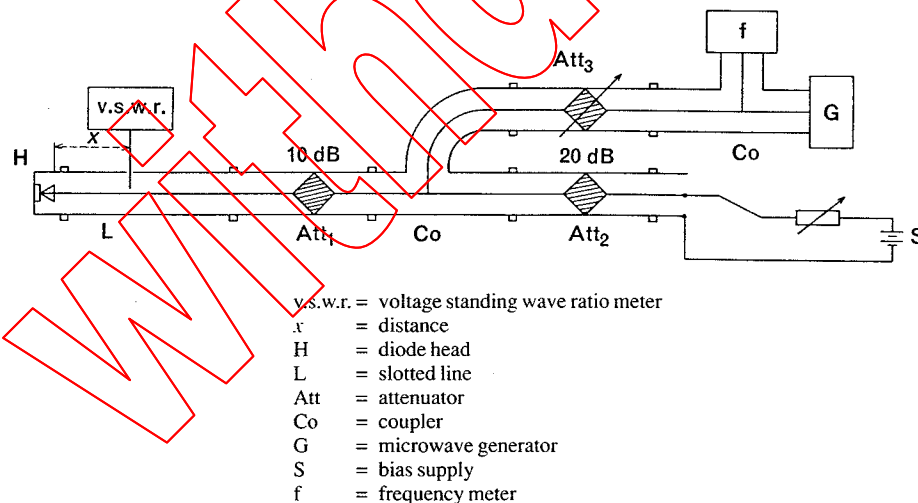


Figure 6 — Basic circuit for the measurement of series inductance

Measurements are as follows:

First, determine position x_m where the standing wave voltage is minimum as measured at a bias voltage in the forward region where the terminal capacitance becomes independent of the change of bias voltage. This bias voltage should be sufficiently high so that an increase of this voltage would not affect the result of the measurement. (This condition may be satisfied when about 5 mA forward current flows.)

Ensuite, sans modification dans l'impédance de la ligne, on insère un bloc métallique dans la tête de mesure à la place de la diode afin d'effectuer un court-circuit pour la position du plan de référence qui doit être défini et spécifié par le fabricant de la diode. Dans cette condition, on détermine la position x_s qui est la plus voisine de x_m , avec $x_s > x_m$, position à laquelle la tension d'ondes stationnaires est minimale.

On obtient la réactance de la diode par l'équation suivante:

$$X = Z_0 \tan \frac{2 \pi (x_s - x_m)}{\lambda}$$

où:

Z_0 = impédance caractéristique de la ligne coaxiale

λ = longueur d'onde correspondant à la fréquence de mesure

L'inductance série L_s peut être obtenue en employant l'équation suivante:

$$L_s = \frac{X}{2 \pi f}$$

Note. — A cause de la structure de certains dispositifs, cette méthode peut ne pas donner des résultats corrects. Dans ce cas, le fabricant devra indiquer une valeur pour cette inductance.

4.7 Résistance thermique R_{th}

4.7.1 But

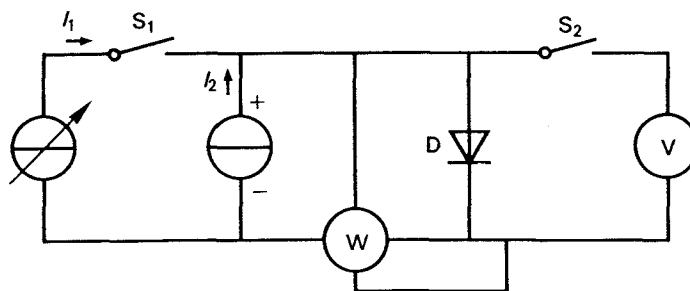
Mesurer la résistance thermique entre la jonction et un point de référence (de préférence sur le boîtier) du dispositif en mesure.

4.7.2 Principe de la méthode

On mesure les températures T_1 et T_2 d'un point de référence du dispositif pour deux dissipations de puissance P_1 et P_2 et pour des conditions de refroidissement telles que la température de jonction soit la même. On utilise la tension directe pour un courant de référence donné, pour vérifier qu'on a bien la même température de jonction.

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{P_2 - P_1}$$

4.7.3 Schéma de base



D = dispositif en mesure

Figure 7

Next, without any break in the impedance of the line, a metal block is inserted in the measuring head in place of the diode. This is done in order to provide a short-circuit at the reference plane position which is defined and should be specified by the manufacturer of the diode. In this condition, position x_s nearest to x_m and larger than x_m is found where the standing wave voltage is minimum.

The reactance of the diode is obtained by the following equation:

$$X = Z_0 \tan \frac{2 \pi (x_s - x_m)}{\lambda}$$

where:

Z_0 = characteristic impedance of the coaxial line

λ = wavelength of the measuring frequency

The series inductance L_s can be obtained by use of the following equation:

$$L_s = \frac{X}{2 \pi f}$$

Note. — The structure of some devices may prevent this method of measurement from giving correct results. In this case, a value for the inductance will have to be given by the manufacturer.

4.7 Thermal resistance R_{th}

4.7.1 Purpose

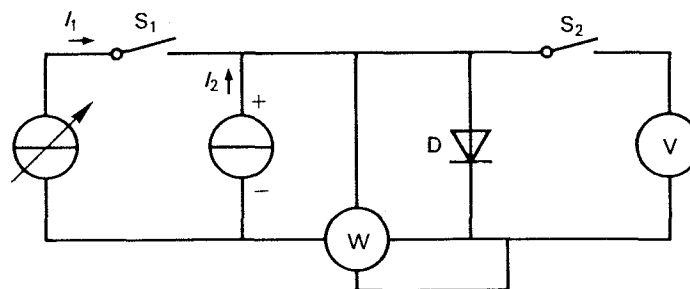
To measure the thermal resistance between the junction and a reference point (preferably at the case) of the device being measured.

4.7.2 Principle of the method

The temperatures T_1 and T_2 of the reference point of the device are measured for two different power dissipations P_1 and P_2 and cooling conditions causing the same junction temperature. The forward voltage at a reference current is used to verify that the same junction temperature has been reached.

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{P_2 - P_1}$$

4.7.3 Basic circuit diagram



D = device being measured

Figure 7

4.7.4 Description et exigences du circuit

- I_1 = courant de charge provoquant la perte de puissance P dans la jonction, soit un courant continu soit un courant alternatif
- I_2 = courant continu de référence contrôlé lorsque le courant de charge I_1 est interrompu périodiquement pendant de courts intervalles de temps
- W = wattmètre qui indique la puissance dissipée P dans la jonction par le passage du courant de charge I_1 ; dans la méthode en alternatif, W mesure la puissance moyenne dissipée dans le dispositif en mesure
- S_1 = interrupteur électronique destiné à interrompre périodiquement le courant de charge I_1 pour la méthode en continu; l'interrupteur S_1 n'est pas nécessaire
- S_2 = interrupteur électronique, fermé lors de l'interruption du courant de charge I_1
- V = voltmètre de zéro

4.7.5 Précautions à prendre

Des transitoires de tension ont lieu à cause des porteurs de charge en excès lors de la commutation du courant de charge I_1 au courant de référence I_2 . Des transitoires de tension supplémentaires ont lieu si le boîtier du dispositif en essai contient un matériau ferromagnétique. L'interrupteur S_2 ne doit pas être fermé tant que ces transitoires n'ont pas disparu.

Note. — Le courant de charge I_1 défini en 4.7.4 peut être nul; dans ce cas, la puissance dissipée P_1 est nulle également et la température virtuelle de jonction est la même que la température T_1 du point de référence.

4.7.6 Exécution

Fixer le dispositif à mesurer sur un radiateur maintenu à température fixe. Fixer un thermocouple au point de référence afin de mesurer la température du dispositif en mesure. Faire la mesure en deux étapes.

- a) Maintenir le radiateur à une température élevée. Faire circuler un faible courant de charge I_1 , ce qui provoque une dissipation de puissance P_1 dans la jonction. Quand l'équilibre thermique est atteint, mettre le voltmètre V à zéro.

Enregistrer la température T_1 du point de référence.

- b) Maintenir le radiateur à une température plus basse. Augmenter le courant I_1 jusqu'à ce que la puissance dissipée P_2 chauffe la jonction à la même température que celle atteinte au cours de l'opération précédente. Cette condition est réalisée lorsque le voltmètre V est au zéro.

Enregistrer la température T_2 du point de référence du boîtier.

Calculer la résistance thermique R_{th} d'après l'expression suivante:

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{P_2 - P_1}$$

4.8 Impédance thermique transitoire Z_{th}

4.8.1 But

Mesurer l'impédance thermique transitoire entre la jonction et un point de référence (de préférence sur le boîtier) du dispositif en mesure.

4.7.4 Circuit description and requirements

I_1 = load current generating the power loss P in the junction, either a d.c. current or an a.c. current

I_2 = reference d.c. current monitored when the load current I_1 is interrupted periodically for short time gaps

W = wattmeter to indicate the power loss P in the junction caused by the load current I_1 ; for the a.c. method, W measures the average power dissipated in the device being measured

S_1 = electronic switch to interrupt periodically the load current I_1 ; for the d.c. method, switch S_1 is not mandatory

S_2 = electronic switch, which is closed when the load current I_1 is interrupted

V = null-method voltmeter

4.7.5 Precautions to be observed

Voltage transients occur due to excess charge carriers when switching from the load current I_1 to the reference current I_2 . Additional voltage transients occur if the case of the device under test contains ferromagnetic material. The switch S_2 should not be closed before these transients have disappeared.

Note.— The load current I_1 defined in 4.7.4 may be zero, in which case the power loss P_1 is also zero and the virtual junction temperature is the same as the reference-point temperature T_1 .

4.7.6 Measurement procedure

The device being measured is clamped onto a heat sink maintained at a fixed temperature. A thermocouple is fixed at the reference point to measure the temperature of the device being measured. The measurement is done in two steps.

- a) The heat sink is maintained at an elevated temperature. A low load current I_1 is applied causing the power loss P_1 in the junction. After reaching thermal equilibrium, the null-method voltmeter V is adjusted for zero balance.

The reference-point temperature T_1 is recorded.

- b) The heat sink is maintained at a lower temperature. The load current I_1 is raised until the power loss P_2 warms up the junction to the same temperature as in the preceding step. This is indicated by zero balance of the null-method voltmeter V .

The reference-point temperature T_2 of the case is recorded.

The thermal resistance R_{th} is calculated using the expression:

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{P_2 - P_1}$$

4.8 Transient thermal impedance Z_{th}

4.8.1 Purpose

To measure the transient thermal impedance between the junction and a reference point (preferably at the case) of the device being measured.

4.8.2 Principe de la méthode

Après avoir appliqué le courant qui chauffe la jonction et avoir attendu que l'équilibre thermique soit atteint, on enregistre la puissance dissipée dans le dispositif. On interrompt alors le courant et on enregistre la tension directe pour le courant de référence ainsi que la température du point de référence en fonction du temps.

On calcule la température virtuelle de jonction en fonction du temps au moyen de la courbe d'étalonnage obtenue avec le même courant de référence.

4.8.3 Schéma de base

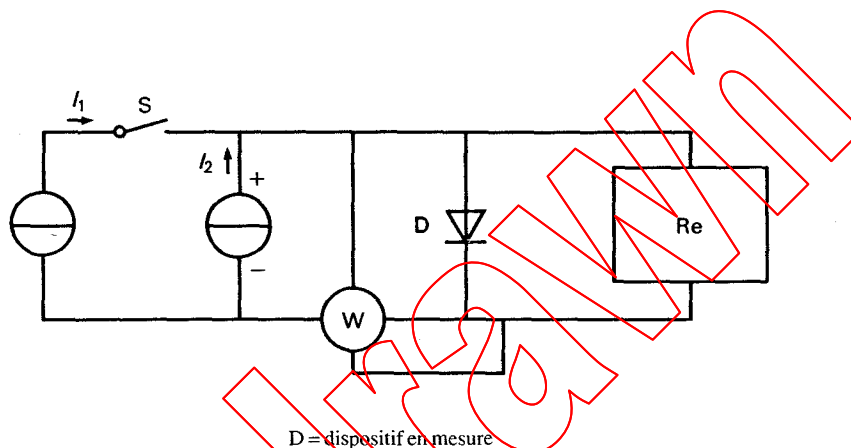


Figure 8

4.8.4 Description et exigences du circuit

I_1 = courant de charge provoquant la perte de puissance P dans la jonction

I_2 = courant continu de référence

S = interrupteur destiné à couper le courant de charge I_1

W = wattmètre indiquant la puissance dissipée P dans la jonction par le passage du courant de charge I_1

Re = enregistreur, par exemple oscillographe, enregistrant la variation en fonction du temps de la tension directe due à I_2

4.8.5 Exécution

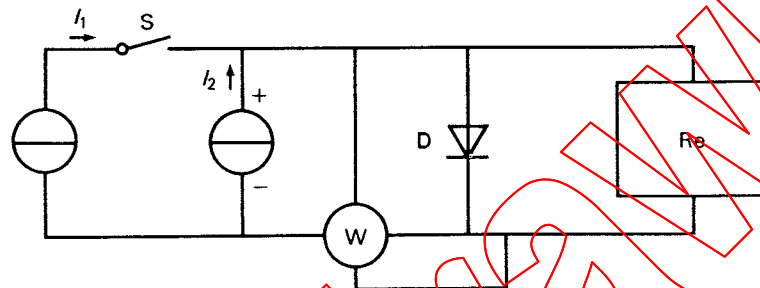
1. Préparer une courbe d'étalonnage en mesurant la tension directe ou la tension à l'état passant due au courant de référence I_2 en fonction de la température virtuelle de jonction, en faisant varier la température externe du dispositif, par exemple au moyen d'un bain d'huile.
2. Fixer le dispositif mesuré sur un radiateur maintenu à une température fixe. Fixer un thermocouple au point de référence afin de mesurer la température du point de référence T_c du dispositif en mesure. Faire circuler le courant I_1 , provoquant ainsi une dissipation de puissance P dans le dispositif en mesure jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint.
3. Interrompre le courant I_1 en ouvrant l'interrupteur S. Noter sur l'enregistreur Re la tension directe due au courant de référence I_2 en fonction du temps de refroidissement. Enregistrer la température du point de référence pendant ce même temps.

4.8.2 Principle of the method

After applying the heating current and waiting until thermal equilibrium is reached, the power dissipated in the device is recorded. The heating current is then interrupted and the forward voltage at the reference current together with the reference-point temperature are recorded as a function of time.

The virtual junction temperature as a function of time is then calculated by means of the calibration curve obtained for the same reference current.

4.8.3 Basic circuit diagram



D = device being measured

Figure 8

4.8.4 Circuit description and requirements

I_1 = load current generating the power loss P in the junction

I_2 = reference d.c. current

S = switch to interrupt the load current I_1

W = wattmeter to indicate the power loss P in the junction caused by the load current I_1

Re = recording equipment, e.g. an oscillograph, to record the time variation of the forward voltage caused by I_2

4.8.5 Measurement procedure

1. A calibration curve is prepared by measuring the on-state or forward voltage generated by the reference current I_2 as a function of the virtual junction temperature by varying the device temperature externally e.g. by means of an oil bath.
2. The device being measured is clamped onto a heat sink maintained at a fixed temperature. A thermocouple is fixed at the reference point to measure the reference point temperature T_c of the device being measured. The heating current I_1 is applied generating the power loss P in the device being measured until thermal equilibrium is reached.
3. The heating current I_1 is interrupted by opening the switch S. The forward voltage generated by the reference current I_2 is recorded as a function of the cooling time by the recording equipment Re. The reference point temperature is recorded during this time.

4. Convertir la courbe de tension directe enregistrée en température virtuelle de jonction T_{vj} au moyen de la courbe d'étalonnage. Calculer l'impédance thermique transitoire $Z_{(th)t}$ en utilisant l'expression suivante:

$$Z_{(th)t} = \frac{[T_{vj}(0) - T_c(0)] - [T_{vj}(t) - T_c(t)]}{P}$$

où:

$T_{vj}(0)$ et $T_c(0)$ = températures au temps $t = 0$ lorsqu'on ouvre l'interrupteur S

$T_{vj}(t)$ et $T_c(t)$ = températures au temps t

4.9 Cas des diodes varactors

On recommande les méthodes de mesure suivantes, appropriées aux conditions de fonctionnement et à la structure du type de diode à mesurer.

Dans le cas de la mesure du facteur Q effectif de la diode, on recommande d'indiquer la méthode de mesure utilisée pour obtenir cette valeur. Cela est nécessaire, car il est possible d'obtenir des valeurs différentes de Q pour une diode donnée lorsqu'on utilise l'une ou l'autre des deux méthodes indiquées.

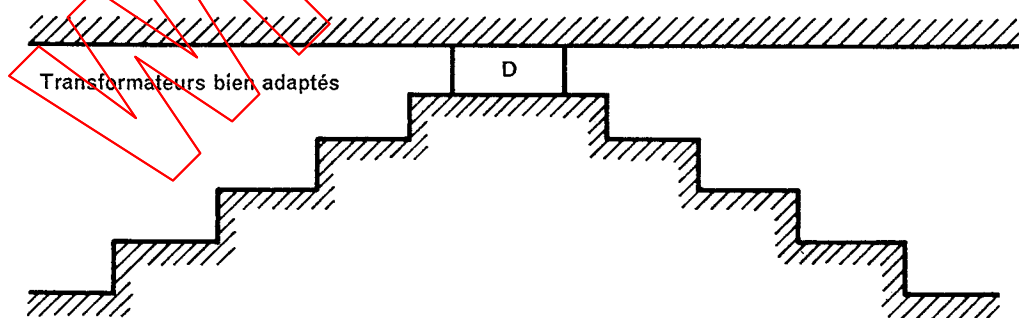
4.9.1 Mesures à l'aide d'une ligne de transmission

Ces mesures permettent d'évaluer les principales propriétés des diodes hyperfréquence qui peuvent être utilisées dans un grand nombre d'applications, en particulier celles fournies sans boîtier, ou celles dont la capacité parallèle du boîtier a une valeur de réactance plus élevée que la valeur de la résistance série de la diode à la fréquence de résonance série.

4.9.1.1 Théorie

On observe l'effet des caractéristiques de transmission de tout système de transmission non rayonnant par l'introduction d'une impédance parallèle, ici une diode.

On monte la diode en parallèle avec la ligne de transmission de façon que la disposition du montage donne lieu à un minimum de réactance supplémentaire; par exemple, si l'on utilise comme système de transmission un guide d'ondes, on adaptera la diode comme il est indiqué sur la figure 9.



D = diode à mesurer

025174

Figure 9 — Montage en guide d'ondes

Les mesures de pertes de transmission introduites par la diode dans la région de la fréquence de résonance série permettent d'évaluer les éléments du circuit équivalent de la diode et également de déterminer la loi de variation de la capacité en fonction de la polarisation.

4. The curve of the recorded forward voltage is converted to the virtual junction temperature T_{vj} by means of the calibration curve. The transient thermal impedance $Z_{(th)t}$ is calculated using the expression:

$$Z_{(th)t} = \frac{[T_{vj}(0) - T_c(0)] - [T_{vj}(t) - T_c(t)]}{P}$$

where:

$T_{vj}(0)$ and $T_c(0)$ = temperatures at the time $t = 0$ when opening switch S

$T_{vj}(t)$ and $T_c(t)$ = temperatures at the time t

4.9 Case of varactor diodes

The following methods of measurement are recommended for use as appropriate to the intended conditions of operation and structure of the type of diode to be measured.

In the case of the measurement of the effective factor Q of the diode, it is recommended that, when a value of Q is quoted, the particular method of measurement used to obtain that value should be stated. This is necessary because it is possible to obtain different values of Q for a given diode when using the two given methods.

4.9.1 Transmission line measurements

These measurements are suitable for evaluating the main properties of microwave diodes which may be used in a wide range of applications, particularly those diodes which are unencapsulated, or those diodes whose package shunt capacitance has a reactance value larger than the value of diode series resistance at the series resonant frequency.

4.9.1.1 Theory

Observation is made of the effect on the transmission characteristics of any non-radiating transmission system by the introduction of a shunt impedance, in this case a diode.

The diode is mounted in shunt with the transmission line so that the mounting arrangement provides a minimum of excess reactance; for example, when using a waveguide transmission system, the diode is fitted as given in Figure 9.

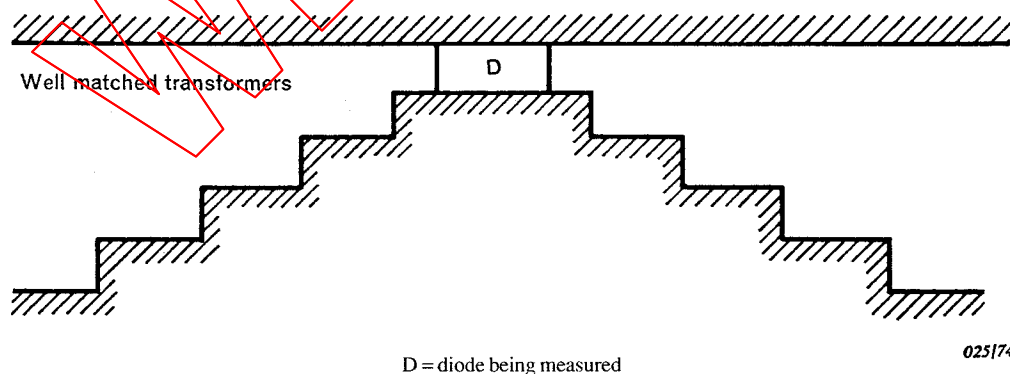


Figure 9 — Waveguide mounting

Measurements of transmission loss introduced by the diode in the region of the series resonant frequency enable the elements of the diode equivalent circuit to be evaluated and also permit the capacitance law as a function of bias to be determined.

La figure 10 indique le circuit équivalent de la diode ainsi montée.

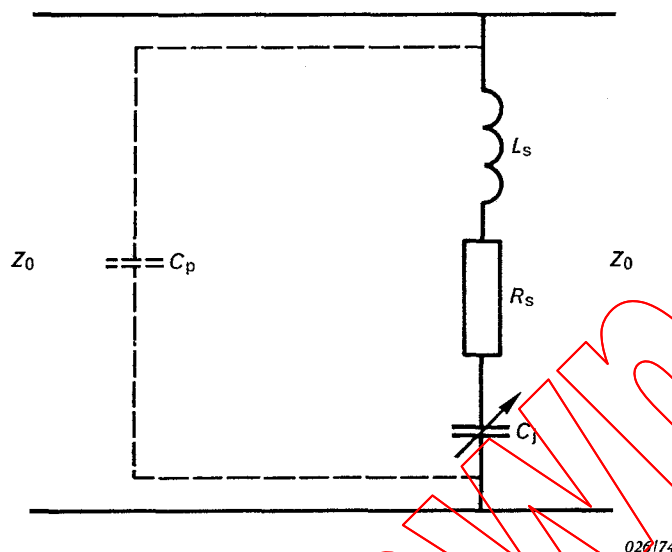


Figure 10 — Circuit équivalent de la diode dans sa monture

où:

Z_0 = impédance caractéristique de la ligne de transmission

C_p = capacité du boîtier

L_s = inductance série

R_s = résistance série

C_j = capacité de jonction

Au voisinage de la résonance série, l'effet de la capacité du boîtier (C_p) est négligeable et on peut ainsi ne pas en tenir compte.

A partir de quatre mesures, à savoir:

- la perte de transmission à la fréquence de résonance série pour une polarisation nulle;
- la bande passante de la caractéristique de transmission;
- la valeur de la fréquence de résonance série;
- la variation de la fréquence de résonance série avec la polarisation;

on peut déterminer les quatre inconnues:

- La résistance série (R_s).
- La capacité de jonction (C_j).
- L'inductance série (L_s).
- La variation de la capacité de jonction avec la polarisation.

The equivalent circuit of the mounted diode is shown in Figure 10.

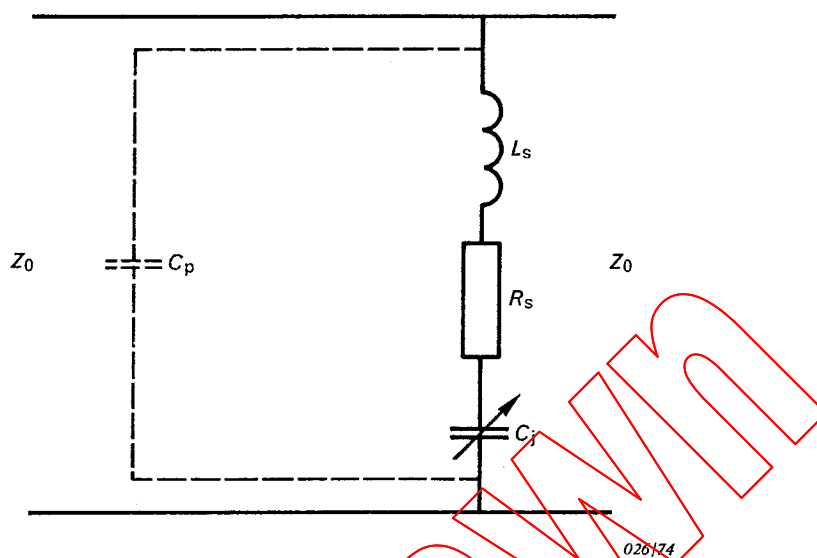


Figure 10 — Equivalent circuit of mounted diode

where:

- Z_0 = characteristic impedance of transmission line
- C_p = package capacitance
- L_s = series inductance
- R_s = series resistance
- C_j = junction capacitance

Near series resonance, the effect of the package capacitance (C_p) is negligible and may be ignored.

Four measurements, namely:

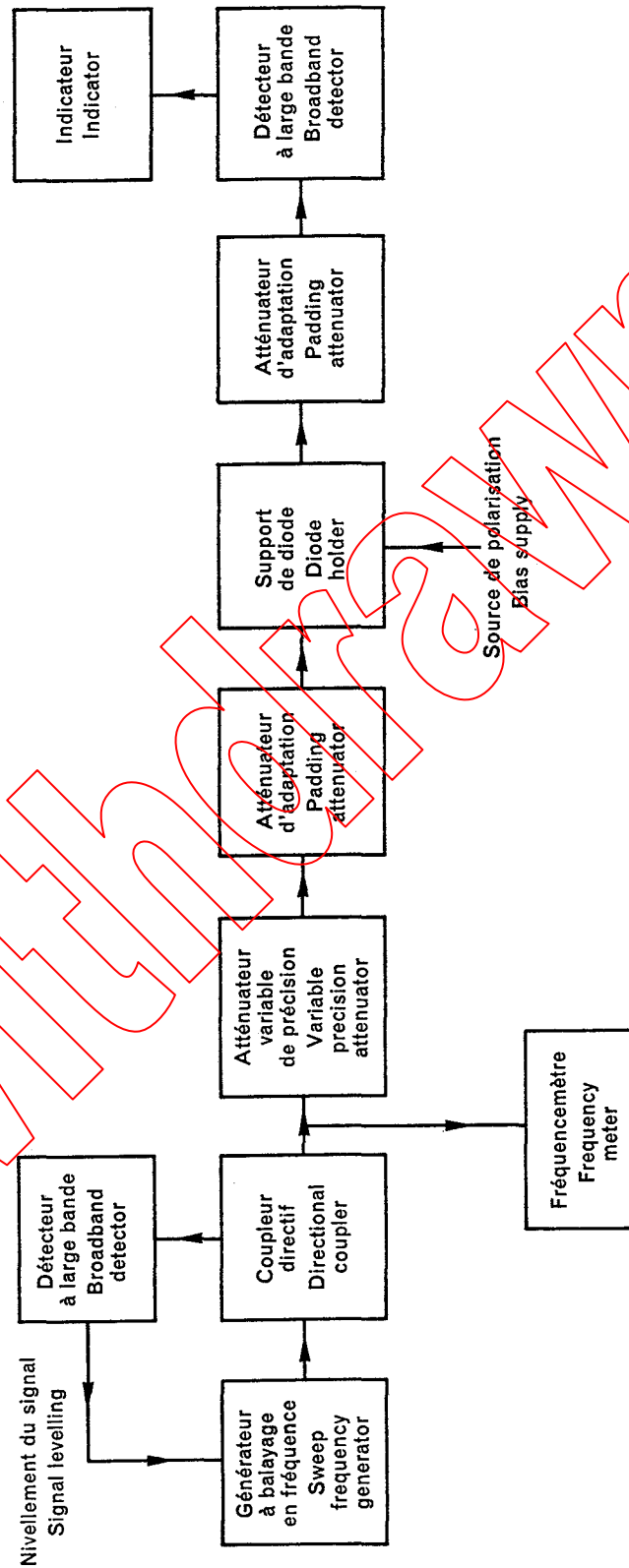
- a) transmission loss at the series resonant frequency at zero bias;
- b) the bandwidth of the transmission characteristic;
- c) the value of the series resonant frequency;
- d) the variation of the series resonant frequency with bias;

enable the four unknown quantities:

1. Series resistance (R_s).
2. Junction capacitance (C_j).
3. Series inductance (L_s).
4. Variation of junction capacitance with bias to be determined.

4.9.1.2 Schéma

4.9.1.2 Circuit diagram



027/74

Figure 11 — Schéma fonctionnel du circuit de mesure des pertes de transmission
Block diagram of transmission loss measurement circuit

— Page blanche —

— Blank page —

Withdrawn

4.9.1.3 Description et exigences du circuit

L'appareillage d'essai devra être monté en observant les règles de l'art pour les lignes hyperfréquences. On devra s'assurer que les composants tels que les coupleurs directifs, les fréquencemètres, les atténuateurs et les détecteurs sont correctement adaptés et qu'ils fonctionnent correctement dans toute la gamme de fréquences prévue et pour la puissance dissipée lors de l'essai.

Il convient que les composants du système puissent être utilisés dans une bande suffisamment large pour qu'il n'en résulte que des variations ou erreurs négligeables dans toute la bande de fréquences utilisées pour la mesure.

Le générateur R.F. devra être capable d'avoir un fonctionnement stable pour un niveau de signal équivalent aux conditions normales en petits signaux pour la diode.

Le support de la diode devra être conforme aux prescriptions de montage spécifiées.

Une disposition typique comporte une monture à transformation progressive d'impédance avec une bobine d'arrêt d'un côté de façon à pouvoir appliquer la polarisation. La monture a, en général, la structure voulue pour que l'on soit sûr de mesurer seulement les caractéristiques de la diode. Ainsi, on évite la complication qui consiste à se servir de bornes inductives pour le montage de la diode (voir la figure 9, page 38).

4.9.1.4 Exécution

On met la diode dans le support spécifié qui est relié à un système de transmission équivalent à celui qui est indiqué dans la figure 11, page 42.

4.9.1.4.1 Fréquence de résonance série

On peut obtenir facilement la fréquence de résonance série en faisant fonctionner la diode à la tension de polarisation voulue et en observant la valeur de la puissance transmise, avant et après la diode, lorsqu'on balaie une gamme convenable de fréquences. La fréquence de résonance série a lieu pour le point où la puissance R.F. transmise est minimale. La puissance incidente R.F. sur la diode doit être maintenue constante pendant le balayage.

4.9.1.4.2 Perte de transmission (T)

On enregistre l'amplitude du signal transmis pour une polarisation nulle (ou pour toute autre valeur exigée) appliquée à la diode. On enlève alors la diode de son support et on se sert d'un atténuateur de précision pour obtenir la même valeur du signal transmis que celle enregistrée initialement. La variation de l'indication de l'atténuateur donne alors la perte de transmission (T) à la résonance. Il est nécessaire que le niveau de puissance R.F. incidente sur la diode soit maintenu constant pendant la mesure.

D'autre part, on peut obtenir la perte de transmission introduite par la diode à la fréquence de résonance série en observant d'abord la valeur de la puissance incidente sur le détecteur adapté à une fréquence éloignée de la fréquence de résonance. On amène ensuite la fréquence à la résonance et on règle l'atténuateur de précision pour retrouver le même niveau de puissance que celui obtenu à la fréquence loin de la résonance. La différence des lectures sur l'atténuateur donne la perte de transmission (T) (voir figure 12, page 46).

4.9.1.4.3 Résistance série

Si la fréquence de mesure choisie est égale à la fréquence de résonance série (f_s) donnée par:

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_j}} \quad (1)$$

où:

L_s = inductance série

C_j = capacité effective de la jonction PN pour une tension de polarisation appliquée donnée

4.9.1.3 *Circuit description and requirements*

The test equipment should be assembled using good microwave transmission line engineering techniques. All components, such as directional couplers, frequency measuring apparatus, attenuators and detectors, should be checked to ensure proper matching and operation over the required frequency and power test conditions.

The components of the system should be sufficiently broadband to ensure that only negligible variations or errors over the band of frequencies used for the measurement are introduced.

The R.F. signal generator should be capable of stable operation at a signal level equivalent to the normal small-signal conditions of the diode.

The diode holder should conform with the specified mount details.

A typical arrangement comprises a tapered mount with a choke on one face to enable bias to be applied. The tapered mount usually is a requisite feature to ensure that only the diode characteristics are being measured. In this way, the complication of using inductive posts for mounting the diode is avoided (see Figure 9, page 39).

4.9.1.4 *Measurement procedure*

The diode is inserted into the specified holder which is connected in a transmission system equivalent to that shown in Figure 11, page 42.

4.9.1.4.1 *Series resonant frequency*

The series resonant frequency may easily be obtained by operating the diode at the required bias voltage and observing the indicated transmitted power, in front of and behind the diode, as the frequency is swept over a suitable frequency range. The series resonant frequency is indicated by the point of minimum transmitted R.F. power. The incident R.F. power level on the diode shall be kept constant during the sweep.

4.9.1.4.2 *Transmission loss (T)*

The transmitted signal level at resonance with zero bias (or any other required value) applied to the diode is recorded. The diode is then removed from the holder and the precision attenuator adjusted to give the same indicated transmitted signal level as the one recorded initially. The change in the attenuator setting then gives the transmission loss (T) at resonance. It is essential that the incident R.F. power level on the diode shall be kept constant during this measurement.

Alternatively, the transmission loss introduced by the diode at the series resonant frequency may be obtained by firstly observing the power level incident on the matched detector at a frequency remote from the resonant frequency. The frequency is then changed to the resonant value and the precision attenuator adjusted to return the indicated power level to the same value as that obtained when the frequency was remote from resonant value. The change in attenuator reading will provide the transmission factor (T) (see Figure 12, page 47).

4.9.1.4.3 *Series resistance*

If the frequency of measurement chosen is equal to the series resonant frequency (f_s) given by:

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_j}} \quad (1)$$

where:

L_s = series inductance

C_j = effective capacitance of the PN junction having a required applied bias voltage

on peut mesurer la perte dans la ligne de transmission comme au paragraphe 4.9.1.4.2 et en déduire la résistance parallèle effective:

$$R_s = \frac{Z_0}{2 \sqrt{T} - 1} \quad (2)$$

où:

Z_0 = impédance caractéristique de la ligne de transmission au voisinage de l'élément qui occasionne les pertes. Dans le cas d'un montage en guide d'ondes, on devra utiliser la définition puissance/tension

T = rapport de la puissance disponible arrivant sur la diode à mesurer à celle transmise par la diode

On peut obtenir la variation de R_s avec la polarisation en ajustant la fréquence de mesure à la valeur de la résonance série correspondante à chaque valeur de la polarisation utilisée et en mesurant le facteur de transmission (T) dans chaque cas.

On peut également obtenir une mesure de la variation du facteur Q effectif avec la polarisation.

4.9.1.4.4 Valeur du facteur Q effectif

a) Première méthode

On peut obtenir la valeur du facteur Q effectif pour une polarisation donnée en faisant varier la fréquence de mesure de chaque côté de la fréquence de résonance série, et en notant la valeur des fréquences pour lesquelles la puissance transmise est le double de celle transmise à la fréquence de résonance (voir figure 12). Si les fréquences pour lesquelles ceci est réalisé sont f_1 et f_2 , on a:

$$Q = \frac{f_s}{|f_1 - f_2|}$$

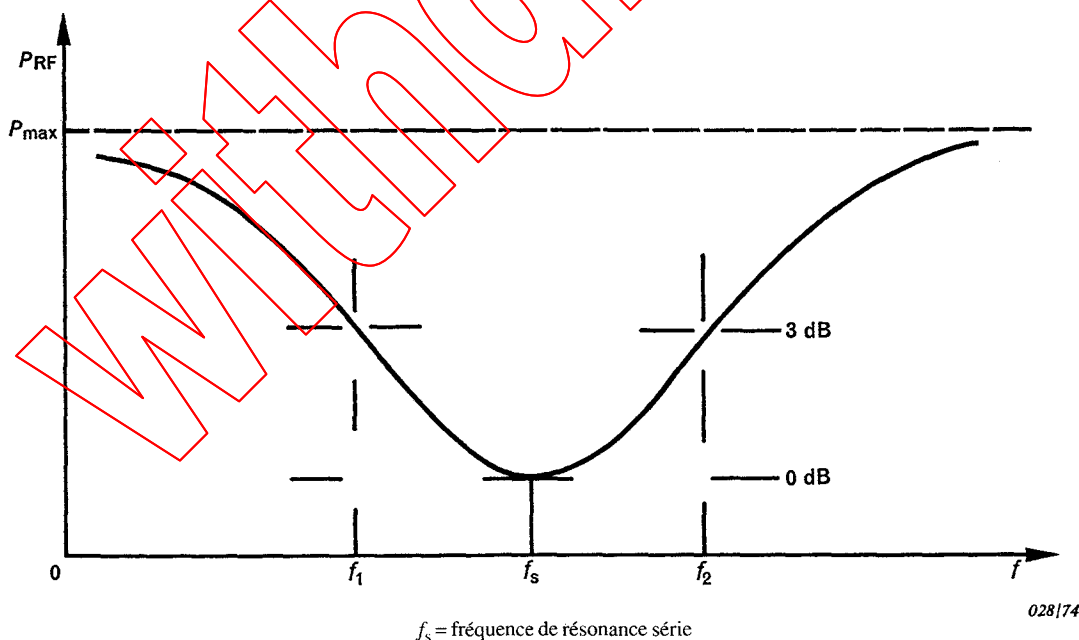


Figure 12 — Courbe indiquant la puissance transmise en fonction de la fréquence

D'autre part, comme

$$C_1 \sim \frac{1}{f_s^2}$$

the loss in a transmission may be measured as in Sub-clause 4.9.1.4.2 and the effective shunt resistance derived from:

$$R_s = \frac{Z_0}{2 \sqrt{T - 1}} \quad (2)$$

where:

Z_0 = characteristic impedance of the transmission line in the vicinity of the loss element. In the case of a waveguide mount, the power/voltage definition should be used

T = ratio of available power incident on the diode being measured to that transmitted past the diode

The variation of R_s with bias may be obtained by the adjustment of the measuring frequency to the corresponding series resonant value obtained for each bias value used and measuring the transmission factor (T) in each case.

A measure of the change in the effective Q value with bias may also be obtained.

4.9.1.4.4 Effective Q value

a) First method

The effective Q value at a given bias voltage may be obtained by varying the measuring frequency to values on either side of the series resonant frequency and observing the value of those frequencies which cause the power transmitted to be twice the one obtained at the resonant frequency (see Figure 12). If the frequencies at which this is achieved are f_1 and f_2 , then:

$$Q = \frac{f_s}{|f_1 - f_2|}$$

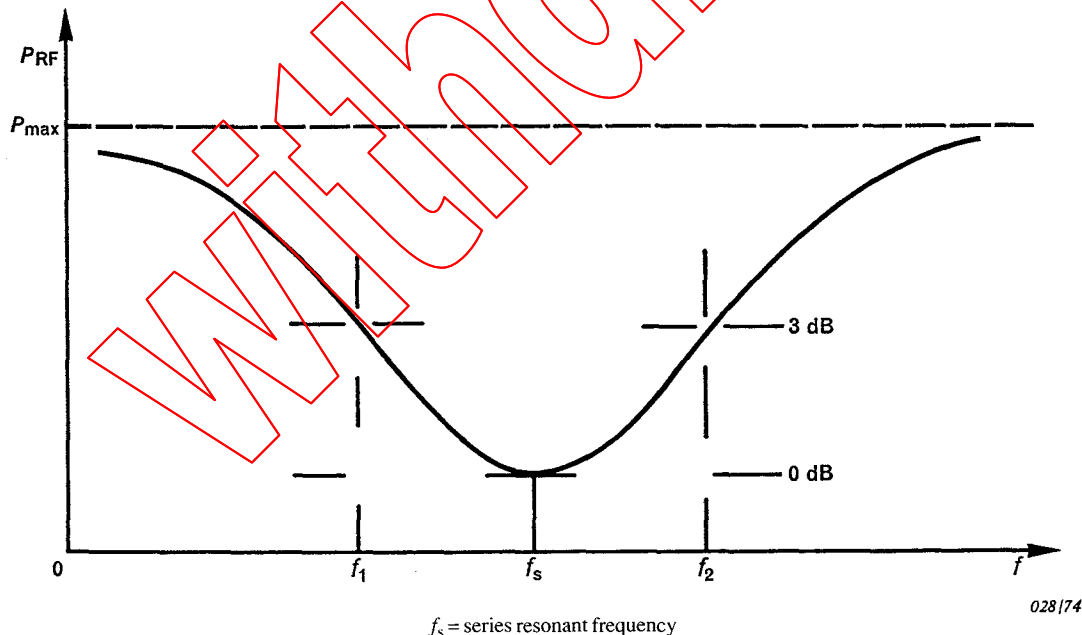


Figure 12 — Curve indicating transmitted power versus frequency

Alternatively, since

$$C_1 \sim \frac{1}{f_s^2}$$

d'après l'équation (1), une courbe de $\frac{1}{f_s^2}$ en fonction de la polarisation donne une courbe de KC en fonction de la polarisation, où K est une constante.

Si l'on ajuste la fréquence à la fréquence de résonance série pour une polarisation nulle, on obtient la polarisation directe (V_1) et la tension de polarisation inverse (V_2) nécessaire pour doubler la puissance transmise.

En utilisant la courbe de KC_j en fonction de la polarisation, on peut déterminer les valeurs correspondantes KC_{j1} et KC_{j2} . La valeur de Q peut alors en être déduite:

$$Q = \frac{KC_{j1} + KC_{j2}}{KC_{j1} - KC_{j2}}, \text{ c'est-à-dire: } \frac{f_{s2}^2 + f_{s1}^2}{f_{s2}^2 - f_{s1}^2}$$

Si $f_{s2} - f_{s1}$ est petit, cette expression peut se ramener à:

$$\frac{f_s}{f_{s2} - f_{s1}}$$

sans erreur appréciable.

b) Autre méthode

On peut également obtenir la valeur du facteur Q effectif par la mesure de l'impédance transformée, indiquée au paragraphe 4.10.

4.9.1.4.5 Fréquence de coupure

On peut obtenir alors la fréquence de coupure (f_c) pour une polarisation nulle par:

$$f_{c(OV)} = Q f_{s(OV)} \quad (3)$$

4.9.1.4.6 Capacité de jonction pour une polarisation nulle

On peut l'obtenir en utilisant la valeur de la fréquence de coupure (f_c) tirée de l'équation (3) et celle de R_s donnée par l'équation (2):

$$C_{j(OV)} = \frac{1}{2\pi R_s f_{c(OV)}}$$

On peut alors utiliser la valeur de la capacité de jonction pour une polarisation nulle pour étalonner la courbe de $\frac{1}{f_s^2}$ en fonction de la polarisation en valeurs de C_j (voir le paragraphe 4.9.1.4.4).

4.9.1.4.7 Inductance série

Si l'on a besoin de la valeur de l'inductance série, on peut l'obtenir à partir de:

$$f_{s(OV)} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_s C_{j(OV)}}}$$

4.9.1.4.8 Coefficient de variation de la capacité (γ)

On définit le coefficient de variation de la capacité comme étant la variation de capacité normalisée dans une gamme définie de conditions de fonctionnement de courant direct et de tension inverse.

On détermine la tension de polarisation nécessaire pour donner la valeur définie du courant direct. En utilisant cette tension directe (V_F) et la tension inverse définie (V_{-X}), on peut obtenir les valeurs correspondantes de C_j à partir de la courbe $\frac{1}{f_s^2}$ ou KC_j en fonction de la tension de polarisation (voir paragraphe 4.9.1.4.4).

Si $C_{j(V_F)}$ et $C_{j(V_{-X})}$ sont les valeurs respectives de capacité, on a alors:

$$\gamma = \frac{C_{j(V_F)} - C_{j(V_{-X})}}{2 [C_{j(V_F)} + C_{j(V_{-X})}]}$$