

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**RECOMMANDATION DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**IEC RECOMMENDATION**

**Publication 147-2E**

Première édition — First edition

1973

---

**Cinquième complément à la Publication 147-2 (1963)**

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

**Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure**

---

**Fifth supplement to Publication 147-2 (1963)**

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

**Part 2: General principles of measuring methods**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

## Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

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

## Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici ou dans la Publication 147-0 de la CEI des termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

## Symboles graphiques et littéraux

Seuls des symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

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

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

## Revision of this publication

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

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**  
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**  
Published yearly

## Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein or in IEC Publication 147-0.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I.E.V. will be supplied on request.

## Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

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

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

## Publication 147-2E

Première édition — First edition

1973

---

### Cinquième complément à la Publication 147-2 (1963)

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

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

---

### Fifth supplement to Publication 147-2 (1963)

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

Part 2: General principles of measuring methods

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

## SOMMAIRE

|                     | Pages |
|---------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . . | 4     |
| PRÉFACE . . . . .   | 4     |

### CHAPITRE I: DIODES À SEMICONDUCTEURS

#### SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT

##### Articles

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Caractéristiques électriques . . . . .                            | 8  |
| 1.2 Courant inverse . . . . .                                        | 8  |
| 1.2.3 Courant inverse de pointe . . . . .                            | 8  |
| 1.3 Tension directe . . . . .                                        | 10 |
| 1.3.3 Méthode en impulsions . . . . .                                | 10 |
| 1.6 Charge recouvrée . . . . .                                       | 12 |
| 5. Vérification de valeurs limites . . . . .                         | 14 |
| 5.1 Courant direct non répétitif de surcharge accidentelle . . . . . | 14 |
| 5.2 Tension inverse de pointe non répétitive ( $V_{RSM}$ ) . . . . . | 18 |
| 6. Essai de charge thermique cyclique . . . . .                      | 20 |

### CHAPITRE III: THYRISTORS

#### SECTION UN — THYRISTORS TRIODES BLOQUÉS EN INVERSE

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Caractéristiques électriques . . . . .                                                                                    | 22 |
| 1.2 Tension à l'état passant . . . . .                                                                                       | 22 |
| 1.2.3 Méthode en impulsions . . . . .                                                                                        | 22 |
| 1.3 Courant à l'état bloqué . . . . .                                                                                        | 24 |
| 1.3.3 Courant de pointe à l'état bloqué . . . . .                                                                            | 24 |
| 1.4 Courant inverse . . . . .                                                                                                | 26 |
| 1.4.1 Courant inverse de pointe . . . . .                                                                                    | 26 |
| 1.11 Courant d'accrochage . . . . .                                                                                          | 28 |
| 1.12 Charge recouvrée (par mesure du courant de recouvrement inverse) . . . . .                                              | 30 |
| 3. Vérification de valeurs limites . . . . .                                                                                 | 34 |
| 3.1 Tension inverse de pointe non répétitive ( $V_{RSM}$ ) . . . . .                                                         | 34 |
| 3.2 Tension de pointe non répétitive à l'état bloqué ( $V_{DSM}$ ) . . . . .                                                 | 38 |
| 3.3 Courant non répétitif de surcharge accidentelle à l'état passant . . . . .                                               | 40 |
| 3.4 Vitesse critique de croissance du courant à l'état passant $di/dt$ . . . . .                                             | 42 |
| 4. Essai de charge thermique cyclique . . . . .                                                                              | 48 |
| ANNEXE — Diodes de redressement et thyristors : méthodes de calcul des possibilités de charge en fonction du temps . . . . . | 52 |

## CONTENTS

|                    | Page |
|--------------------|------|
| FOREWORD . . . . . | 5    |
| PREFACE . . . . .  | 5    |

### CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES

#### SECTION THREE — RECTIFIER DIODES

Clause

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| 1. Electrical characteristics . . . . .                         | 9  |
| 1.2 Reverse current . . . . .                                   | 9  |
| 1.2.3 Peak reverse current . . . . .                            | 9  |
| 1.3 Forward voltage . . . . .                                   | 11 |
| 1.3.3 Pulse method . . . . .                                    | 11 |
| 1.6 Recovered charge . . . . .                                  | 13 |
| 5. Verification of ratings (limiting values) . . . . .          | 15 |
| 5.1 Surge (non-repetitive) forward current . . . . .            | 15 |
| 5.2 Non-repetitive peak reverse voltage ( $V_{RSM}$ ) . . . . . | 19 |
| 6. Thermal cycling load test . . . . .                          | 21 |

### CHAPTER III: THYRISTORS

#### SECTION ONE — REVERSE BLOCKING TRIODE THYRISTORS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Electrical characteristics . . . . .                                                                    | 23 |
| 1.2 On-state voltage . . . . .                                                                             | 23 |
| 1.2.3 Pulse method . . . . .                                                                               | 23 |
| 1.3 Off-state current . . . . .                                                                            | 25 |
| 1.3.3 Peak off-state current . . . . .                                                                     | 25 |
| 1.4 Reverse current . . . . .                                                                              | 27 |
| 1.4.1 Peak reverse current . . . . .                                                                       | 27 |
| 1.11 Latching current . . . . .                                                                            | 29 |
| 1.12 Recovered charge (by measurement of reverse recovery current) . . . . .                               | 31 |
| 3. Verification of ratings (limiting values) . . . . .                                                     | 35 |
| 3.1 Non-repetitive peak reverse voltage ( $V_{RSM}$ ) . . . . .                                            | 35 |
| 3.2 Non-repetitive peak off-state voltage ( $V_{DSM}$ ) . . . . .                                          | 39 |
| 3.3 Surge (non-repetitive) on-state current . . . . .                                                      | 41 |
| 3.4 Critical rate of rise of on-state current $di/dt$ . . . . .                                            | 41 |
| 4. Thermal cycling load test . . . . .                                                                     | 49 |
| APPENDIX — Rectifier diodes and thyristors: calculation methods for time varying load capability . . . . . | 53 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CINQUIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 147-2 (1963)

VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS  
À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE

Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

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 recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs et circuits intégrés.

Elle constitue le cinquième complément à la deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure, de la Publication 147 de la CEI. La première partie, traitant des valeurs limites et des caractéristiques essentielles, est éditée comme Publication 147-1 de la CEI. La présente recommandation qui traite des diodes de redressement et des thyristors est la suite des Publications 147-2A et 147-2D.

Onze projets ont été utilisés pour la présente recommandation; ils résultent des travaux commencés à Padoue (1967) ou à Londres (1968), comme l'indique le tableau de la page 6.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de tout ou partie de ce complément:

|                                                 |                                                  |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Afrique du Sud (République d')                  | Japon                                            |
| Allemagne                                       | Pays-Bas                                         |
| Australie                                       | Pologne                                          |
| Belgique                                        | Portugal                                         |
| Canada                                          | Roumanie                                         |
| Corée (République démocratique<br>populaire de) | Royaume-Uni                                      |
| Danemark                                        | Suède                                            |
| Etats-Unis d'Amérique                           | Suisse                                           |
| Finlande                                        | Tchécoslovaquie                                  |
| France                                          | Turquie                                          |
| Israël                                          | Union des Républiques<br>Socialistes Soviétiques |
| Italie                                          |                                                  |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIFTH SUPPLEMENT TO PUBLICATION 147-2 (1963)**

**ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES  
AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS**

**Part 2: General principles of measuring methods**

**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 recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

**PREFACE**

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

It constitutes the fifth supplement to Part 2, General Principles of Measuring Methods, of IEC Publication 147. Part 1, dealing with essential ratings and characteristics, is issued as IEC Publication 147-1. This recommendation, dealing with rectifier diodes and thyristors, is the continuation of Publications 147-2A and 147-2D.

Eleven drafts were used for this recommendation; they result from the work started in Padua (1967) or in London (1968), as shown in the table on page 7.

The following countries voted explicitly in favour of publication of all or part of this supplement:

|                                            |                            |
|--------------------------------------------|----------------------------|
| Australia                                  | Netherlands                |
| Belgium                                    | Poland                     |
| Canada                                     | Portugal                   |
| Czechoslovakia                             | Romania                    |
| Denmark                                    | South Africa (Republic of) |
| Finland                                    | Sweden                     |
| France                                     | Switzerland                |
| Germany                                    | Turkey                     |
| Israel                                     | Union of Soviet            |
| Italy                                      | Socialist Republics        |
| Japan                                      | United Kingdom             |
| Korea (Democratic People's<br>Republic of) | United States of America   |

| Dispositifs à semiconducteurs        | Article ou paragraphe | Début des travaux              | Projet soumis aux Comités nationaux pour approbation suivant la Règle des Six Mois en | Document                                            |
|--------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Diodes de redressement               | 1.2.3                 | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)323, §1.1                         |
|                                      | 1.3.3                 | Padoue, 1967                   | Juillet 1969                                                                          | 47(Bureau Central)262                               |
|                                      | 1.6                   | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)322, § 1                          |
|                                      | 5.1                   | Londres, 1968                  | Novembre 1970<br>& Février 1972 *)                                                    | 47(Bureau Central)324<br>47(Bureau Central)417      |
|                                      | 5.2<br>6              | Londres, 1968<br>Londres, 1968 | Juillet 1970<br>Juillet 1970                                                          | 47(Bureau Central)320, § 1<br>47(Bureau Central)319 |
| Thyristors                           | 1.2.3                 | Padoue, 1967                   | Juillet 1969                                                                          | 47(Bureau Central)261                               |
|                                      | 1.3.3                 | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)323, § 2.2                        |
|                                      | 1.4.1                 | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)323, § 2.1                        |
|                                      | 1.11                  | Padoue, 1967                   | Juillet 1969                                                                          | 47(Bureau Central)260                               |
|                                      | 1.12                  | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)322, § 2                          |
|                                      | 3.1                   | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)320, § 1                          |
|                                      | 3.2                   | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)320, § 2                          |
|                                      | 3.3                   | Londres, 1968                  | Février 1971<br>& Février 1972 *)                                                     | 47(Bureau Central)325<br>47(Bureau Central)417      |
|                                      | 3.4                   | Padoue, 1967                   | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)321                               |
|                                      | 4                     | Londres, 1968                  | Juillet 1970                                                                          | 47(Bureau Central)319                               |
| Diodes de redressement et thyristors | Annexe                | Londres, 1968                  | Août 1971                                                                             | 47(Bureau Central)366                               |

\*) Document soumis à la Procédure des Deux Mois.

Le Comité national allemand a voté contre la publication des documents 47(Bureau Central)324 et 325; mais ce vote peut être considéré comme positif, car ces documents ont été modifiés par le document 47(Bureau Central)417 qui tient compte des observations allemandes.

Les votes négatifs des Pays-Bas et de l'U.R.S.S. sur le document 47(Bureau Central)322 peuvent être considérés comme positifs, suivant le rapport de vote 47(Bureau Central)409.

| Semiconductor devices           | Clause or Sub-clause | Start of work                | Draft submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in | Document                                            |
|---------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Rectifier diodes                | 1.2.3                | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)323, §1.1                         |
|                                 | 1.3.3                | Padua, 1967                  | July 1969                                                                         | 47(Central Office)262                               |
|                                 | 1.6                  | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)322, § 1                          |
|                                 | 5.1                  | London, 1968                 | November 1970<br>& February 1972 *)                                               | 47(Central Office)324<br>47(Central Office)417      |
|                                 | 5.2<br>6             | London, 1968<br>London, 1968 | July 1970<br>July 1970                                                            | 47(Central Office)320, § 1<br>47(Central Office)319 |
| Thyristors                      | 1.2.3                | Padua, 1967                  | July 1969                                                                         | 47(Central Office)261                               |
|                                 | 1.3.3                | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)323, § 2.2                        |
|                                 | 1.4.1                | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)323, § 2.1                        |
|                                 | 1.11                 | Padua, 1967                  | July 1969                                                                         | 47(Central Office)260                               |
|                                 | 1.12                 | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)322, § 2                          |
|                                 | 3.1                  | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)320, § 1                          |
|                                 | 3.2                  | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)320, § 2                          |
|                                 | 3.3                  | London, 1968                 | February 1971<br>& February 1972 *)                                               | 47(Central Office)325<br>47(Central Office)417      |
|                                 | 3.4                  | Padua, 1967                  | July 1970                                                                         | 47(Central Office)321                               |
|                                 | 4                    | London, 1968                 | July 1970                                                                         | 47(Central Office)319                               |
| Rectifier diodes and thyristors | Appendix             | London, 1968                 | August 1971                                                                       | 47(Central Office)366                               |

\*) Document submitted to the Two Months' Procedure.

The German National Committee voted against publication of documents 47(Central Office)324 and 325; but this vote may be considered as positive, because these documents have been amended by document 47(Central Office)417, which takes into account the German comments.

The negative votes by the Netherlands and the U.S.S.R. on document 47(Central Office)322 may be considered as positive, according to the voting report 47(Central Office)409.

## CINQUIÈME COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 147-2 (1963)

### VALEURS LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES DES DISPOSITIFS À SEMICONDUCTEURS ET PRINCIPES GÉNÉRAUX DES MÉTHODES DE MESURE

#### Deuxième partie: Principes généraux des méthodes de mesure

#### CHAPITRE I: DIODES À SEMICONDUCTEURS

##### SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT

#### 1. Caractéristiques électriques

##### 1.2 Courant inverse

Page 10

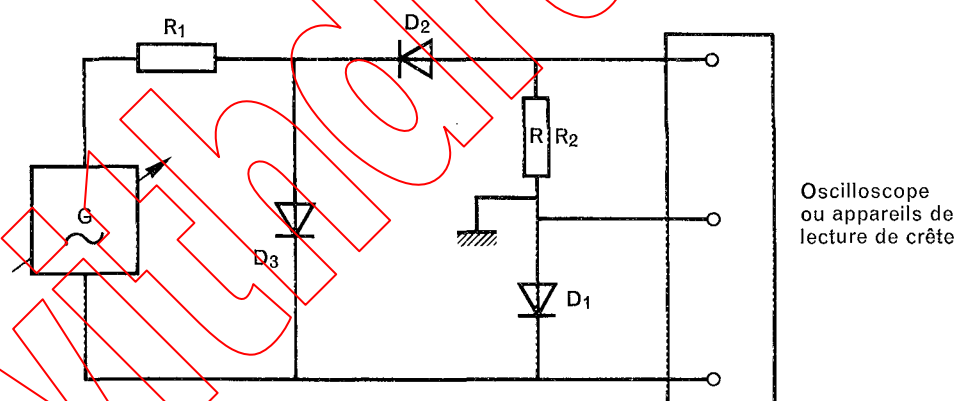
Ajouter le nouveau paragraphe suivant :

##### 1.2.3 Courant inverse de pointe

*But*

Mesurer le courant inverse de pointe d'une diode de redressement pour une valeur spécifiée de la tension inverse de pointe répétitive dans des conditions spécifiées.

*Schéma*



0060/73

FIGURE 1

*Description et exigences du circuit*

$D_1$  = diode à mesurer

$D_2$  et  $D_3$  = diodes fournissant des demi-alternances négatives de sorte que l'on mesure seulement la caractéristique inverse de la diode de redressement

G = source de tension alternative

$R_1$  = résistance de protection

$R_2$  = résistance étalonée qui permet de déterminer le courant

*Exécution*

La tension inverse de pointe répétitive aux bornes de la diode de redressement, mesurée sur l'oscilloscope, est ajustée à l'aide de la source de tension alternative. La valeur de pointe du courant inverse qui traverse la diode est mesurée sur l'oscilloscope placé aux bornes de  $R_2$ .

**FIFTH SUPPLEMENT TO PUBLICATION 147-2 (1963)**  
**ESSENTIAL RATINGS AND CHARACTERISTICS OF SEMICONDUCTOR DEVICES**  
**AND GENERAL PRINCIPLES OF MEASURING METHODS**

**Part 2: General principles of measuring methods**

**CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES**

**SECTION THREE — RECTIFIER DIODES**

**1. Electrical characteristics**

**1.2 Reverse current**

**Page 11**

*Add the following new Sub-clause:*

**1.2.3 Peak reverse current**

*Purpose*

To measure the peak reverse current of a rectifier diode at a specified value of repetitive peak reverse voltage under specified conditions.

*Circuit diagram*

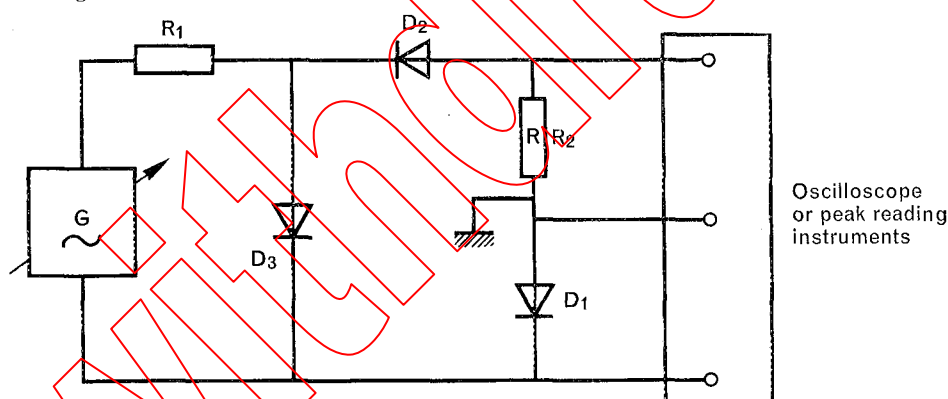


FIGURE 1

0060/73

*Circuit description and requirements*

$D_1$  = diode being measured

$D_2$  and  $D_3$  = diodes to provide negative half-cycles, so that only the reverse characteristic of the rectifier diode is measured

$G$  = alternating voltage source

$R_1$  = protective resistor

$R_2$  = calibrated current sensing resistor

*Measurement procedure*

The repetitive peak reverse voltage across the rectifier diode, measured on the oscilloscope, is adjusted by means of the alternating voltage source. The peak value of the reverse current through the rectifier diode is measured on the oscilloscope connected across  $R_2$ .

On peut utiliser des appareils de mesure de crête au lieu de l'oscilloscope, mais ils doivent être des instruments qui permettent la mesure du courant inverse de pointe lorsque la tension inverse a atteint sa valeur de pointe.

#### Conditions spécifiées

Les valeurs des conditions suivantes doivent être données:

- a) Tension inverse de pointe répétitive.
- b) Fréquence de la source de tension alternative.
- c) Température ambiante, température du boîtier ou température d'un point de référence.

### 1.3 Tension directe

Ajouter le nouveau paragraphe suivant :

#### 1.3.3 Méthode en impulsions

##### But

Mesurer la tension directe d'une diode de redressement dans des conditions spécifiées, en utilisant une méthode en impulsions.

##### Schéma

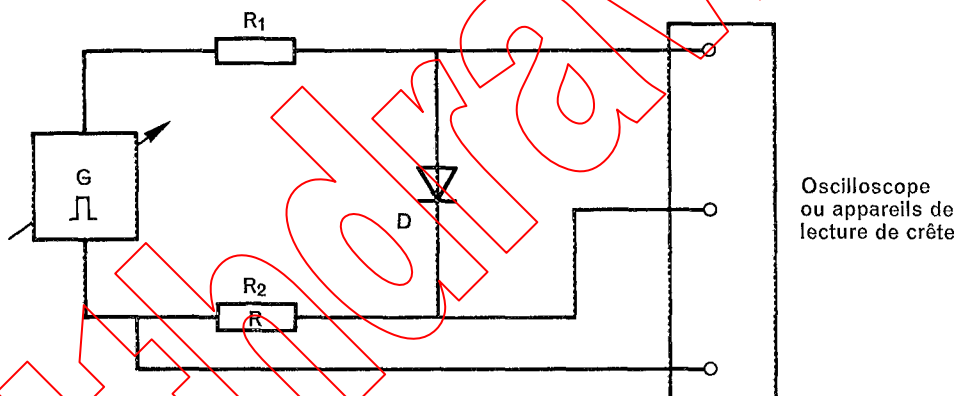


FIGURE 2

0061/73

##### Description et exigences du circuit

D = diode à mesurer

G = générateur d'impulsions

R<sub>1</sub> = résistance de protection

R<sub>2</sub> = résistance étalonée qui permet de déterminer le courant

La largeur de l'impulsion et la vitesse de répétition du générateur d'impulsions doivent être telles que l'élévation de température interne soit négligeable pendant la mesure.

Les conditions ci-dessus sont, en général, réalisées pour des largeurs d'impulsions de 100  $\mu$ s à 500  $\mu$ s. Pour les diodes de forte puissance, il peut être préférable d'utiliser des impulsions sinusoïdales de durée jusqu'à 1 ms pour que l'équilibre des porteurs de charges soit atteint.

##### Exécution

La tension délivrée par le générateur d'impulsions est initialement nulle.

On règle la température à la valeur spécifiée.

Peak reading instruments may be used instead of the oscilloscope, but they must be instruments that allow measurement of the peak reverse current at the time the reverse voltage reaches its peak value.

*Specified conditions*

The values of the following conditions should be stated:

- a) Repetitive peak reverse voltage.
- b) Frequency of alternating voltage source.
- c) Ambient, case or reference point temperature.

1.3 *Forward voltage*

Add the following new Sub-clause:

1.3.3 *Pulse method*

*Purpose*

To measure the forward voltage of a rectifier diode under specified conditions, using a pulse method.

*Circuit diagram*

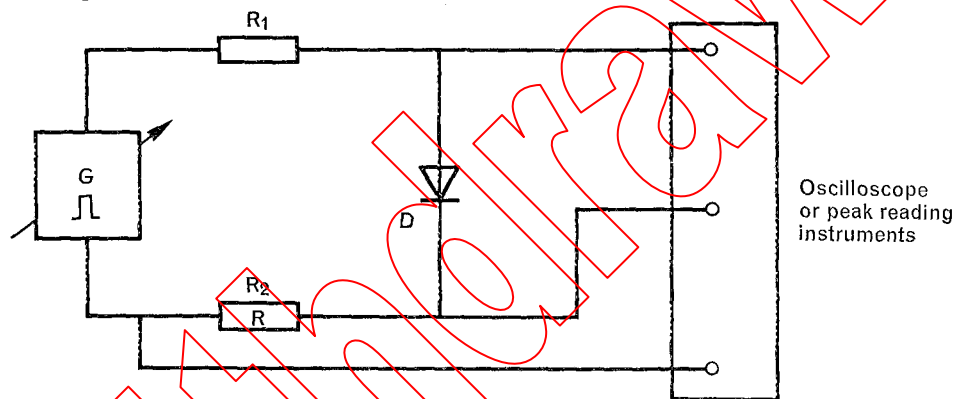


FIGURE 2

0061/73

*Circuit description and requirements*

- D = diode being measured
- G = pulse generator
- R<sub>1</sub> = protective resistor
- R<sub>2</sub> = calibrated current sensing resistor

The pulse width and the repetition rate of the pulse generator should be such that negligible internal heating occurs during the measurement.

The above conditions are usually met with pulse widths of 100  $\mu$ s to 500  $\mu$ s. For high power diodes, sinusoidal pulses with base widths up to 1 ms may be preferable to establish carrier equilibrium.

*Measurement procedure*

The pulse generator voltage is set initially to zero.

Temperature conditions are set to the specified value.

On ajuste le courant direct à la valeur spécifiée en augmentant la tension du générateur d'impulsions; on mesure alors la tension directe sur l'oscilloscope.

On peut utiliser des appareils de mesure de crête au lieu de l'oscilloscope, mais ils doivent être des instruments qui permettent la mesure de la tension directe de pointe lorsque le courant direct a atteint sa valeur de pointe.

#### Conditions spécifiées

Les valeurs des conditions suivantes doivent être données:

- Courant direct de pointe.
- Température ambiante, température du boîtier ou température d'un point de référence.

#### Page 12

Ajouter le nouveau paragraphe suivant :

#### 1.6 Charge recouvrée (par mesure du courant de recouvrement inverse)

##### But

Mesurer la charge recouvrée d'une diode de redressement dans des conditions spécifiées.

#### Schéma et forme d'onde

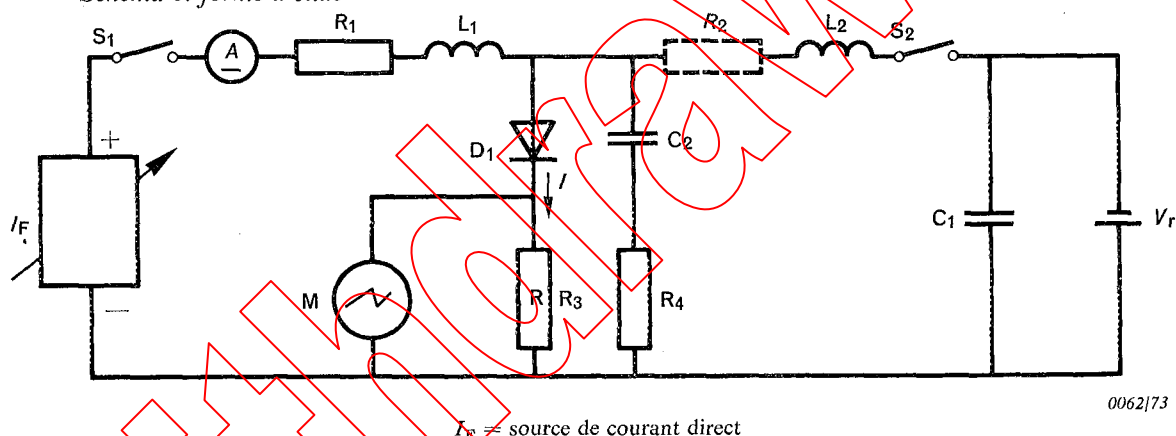


FIG. 3. — Schéma.

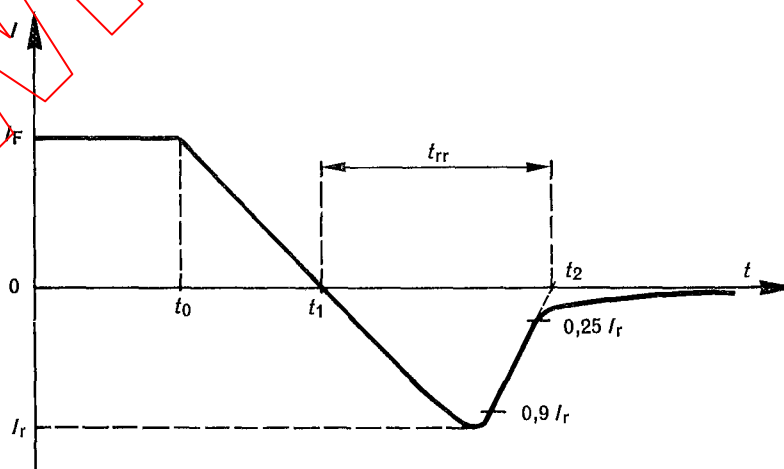


FIG. 4. — Forme d'onde du courant traversant la diode.

The specified forward current is then set by increasing the voltage of the pulse generator; the forward voltage is measured on the oscilloscope.

Peak reading instruments may be used instead of the oscilloscope, but they must be instruments that allow measurement of the peak forward voltage at the time the forward current reaches its peak value.

#### Specified conditions

The values of the following conditions should be stated:

- a) Peak forward current.
- b) Ambient, case or reference point temperature.

#### Page 13

Add the following new Sub-clause:

#### 1.6 Recovered charge (by measurement of reverse recovery current)

##### Purpose

To measure the recovered charge of a rectifier diode under specified conditions.

##### Circuit diagram and test waveform

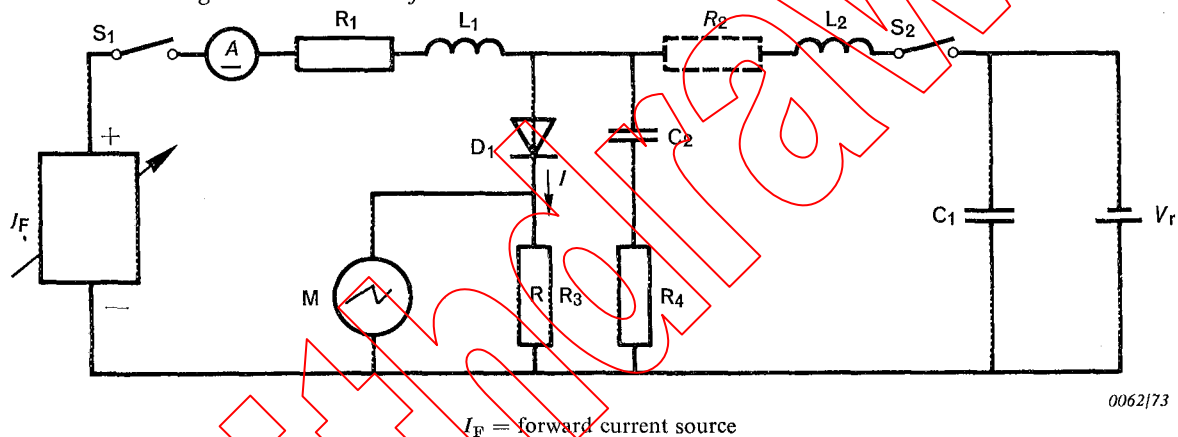


FIG. 3. — Circuit diagram.

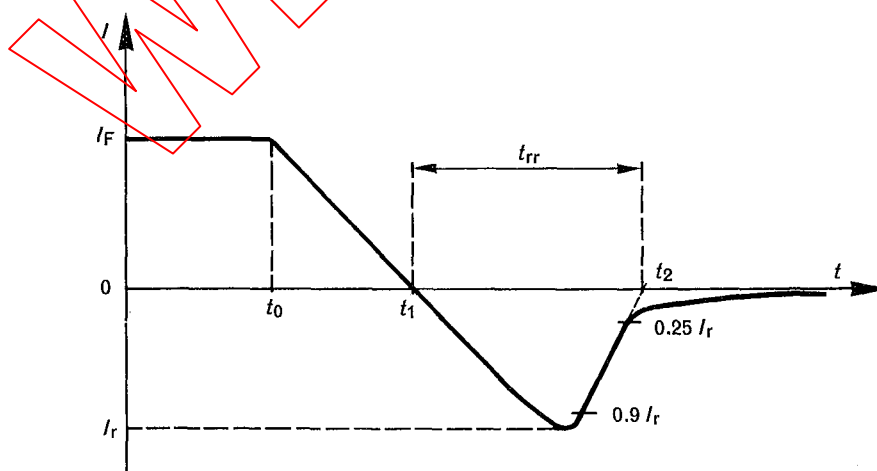


FIG. 4. — Current waveform through the diode.

### Description et exigences du circuit

- $A$  = ampèremètre à cadre mobile  
 $C_1$  = condensateur qui fournit le courant de recouvrement inverse de la diode  $D_1$   
 $C_2$  = condensateur qui élimine la haute tension inverse induite  
 $D_1$  = diode à mesurer  
 $L_1$  = inductance qui bloque la tension inverse (la valeur de  $L_1/R_1$  est choisie de façon à être très supérieure au temps  $t_{rr}$ )  
 $L_2$  = inductance qui permet d'ajuster la vitesse de croissance du courant inverse  
 $M$  = instrument de mesure (par exemple un oscilloscope)  
 $R_1$  = résistance qui limite le courant direct  
 $R_2$  = résistance de l'inductance  $L_2$   
 $R_3$  = résistance étalonée non inductive qui permet de déterminer le courant  
 $R_4$  = résistance qui élimine la haute tension inverse induite  
 $S_1$  et  $S_2$  = interrupteurs électromécaniques ou électroniques

Notes 1. — On doit veiller à ce que le temps de conduction soit suffisamment court pour donner une variation négligeable de la température virtuelle de jonction, mais suffisamment long pour que l'équilibre des porteurs de charge soit réalisé.

2. — La résistance globale du circuit de la source de la tension inverse doit être suffisamment faible pour garder à la forme d'onde du courant de recouvrement inverse  $I_r$  une allure sensiblement triangulaire.

3. — Les valeurs de  $R_4$  et de  $C_2$  seront choisies de façon à ce qu'elles n'aient pas d'influence sur la forme d'onde du courant de recouvrement inverse.

### Exécution

On ferme  $S_1$  et la source de courant direct est ajustée pour donner la valeur spécifiée du courant direct  $I_F$  dans la diode à mesurer.

On ferme  $S_2$  et le courant dans la diode s'inverse grâce à une tension inverse qui est appliquée extérieurement. La vitesse de changement du courant est ajustée à la valeur spécifiée grâce à la tension inverse, associée au condensateur  $C_1$  et à l'inductance  $L_2$ .

On définit la charge recouvrée  $Q_r$  comme suit:

$$Q_r = 0,5 I_r \cdot t_{rr}$$

où  $I_r$  est la valeur de pointe du courant de recouvrement inverse et  $t_{rr}$  est l'intervalle de temps entre  $t_1$  et  $t_2$ ;  $t_1$  est l'instant où  $I_r$  passe par la valeur zéro et  $t_2$  est l'instant déterminé par l'intersection, avec l'axe de temps, de la droite reliant les points  $0,9 I_r$  et  $0,25 I_r$  \* (voir figure 4, page 12).

\* Une valeur de référence différente peut être choisie pour un type particulier de diode.

### Conditions spécifiées

Les valeurs des conditions suivantes doivent être données:

- Courant direct  $I_F$  qui précède la commutation (au temps  $t = t_0$ ).
- Tension inverse.
- Vitesse de variation du courant:  $di_r/dt$ .
- Température ambiante, température du boîtier ou température d'un point de référence.

## Page 20

Ajouter les nouveaux articles suivants :

### 5. Vérification de valeurs limites

#### 5.1 Courant direct non répétitif de surcharge accidentelle

But

Vérifier la valeur limite du courant direct (non répétitif) de surcharge accidentelle d'une diode de redressement dans des conditions spécifiées.

### *Circuit description and requirements*

- $A$  = moving coil ammeter
- $C_1$  = capacitor supplying the reverse recovery current of diode  $D_1$
- $C_2$  = capacitor suppressing the high induced reverse voltage
- $D_1$  = diode being measured
- $L_1$  = inductor to block the reverse voltage (the value of  $L_1/R_1$  is selected to be much greater than the time  $t_{rr}$ )
- $L_2$  = inductor adjusting the rate of rise of the reverse current
- $M$  = measuring instrument (e.g. an oscilloscope)
- $R_1$  = forward current limiting resistor
- $R_2$  = resistance of inductor  $L_2$
- $R_3$  = calibrated, non-inductive current sensing resistor
- $R_4$  = resistor suppressing the high induced reverse voltage
- $S_1$  and  $S_2$  = electromechanical or electronic switches

*Notes 1.* — Care must be taken that conduction time will be short enough to give negligible change of virtual junction temperature, but long enough to establish carrier equilibrium.

- 2. — The total resistance of the reverse voltage source circuit should be sufficiently small to preserve an essentially triangular waveform of the reverse recovery current  $I_r$ .
- 3. — The values of  $R_4$  and  $C_2$  should be chosen so that they have no influence on the reverse recovery current waveform.

### *Measurement procedure*

$S_1$  is closed and the forward current source is adjusted to give the specified value of the forward current  $I_F$  through the diode being measured.

$S_2$  is closed and the diode current is reversed by means of an externally applied reverse voltage. The rate of change of current is adjusted to the specified value by means of the reverse voltage in association with capacitor  $C_1$  and inductor  $L_2$ .

The recovered charge  $Q_r$  is defined as:

$$Q_r = 0.5 I_r \cdot t_{rr}$$

where  $I_r$  is the peak value of the reverse recovery current and  $t_{rr}$  is the time interval between  $t_1$  and  $t_2$ ;  $t_1$  is the instant when  $I_r$  passes through zero and  $t_2$  is the instant determined by the intersection of the straight line connecting  $0.9 I_r$  and  $0.25 I_r$  \* with the time axis (see Figure 4, page 13).

\* A different reference value may be chosen for a particular type of diode.

### *Specified conditions*

The values of the following conditions should be stated:

- a) Forward current  $I_F$  immediately before switching (at time  $t = t_0$ ).
- b) Reverse voltage.
- c) Rate of change of current:  $di_r/dt$ .
- d) Ambient, case or reference point temperature.

## **Page 21**

*Add the following new Clauses:*

### **5. Verification of ratings (limiting values)**

#### **5.1 Surge (non-repetitive) forward current**

##### *Purpose*

To verify the surge (non-repetitive) forward current rating of a rectifier diode, under specified conditions.

Schéma

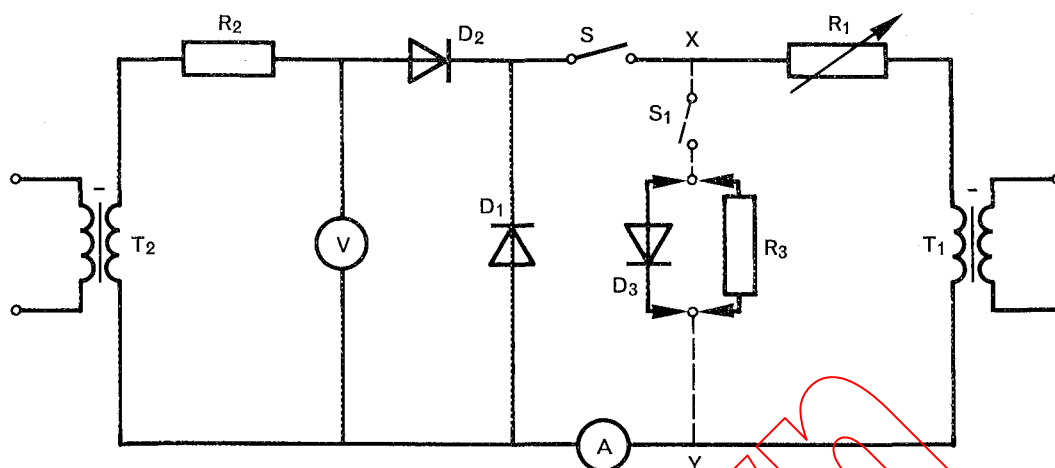


FIGURE 5

0064/73

Description et exigences du circuit

A = instrument de lecture de crête (par exemple ampèremètre ou oscilloscope)

D<sub>1</sub> = diode en essai

D<sub>2</sub> = diode qui bloque la tension directe délivrée par le transformateur T<sub>2</sub>

R<sub>1</sub> = résistance permettant de régler le courant de surcharge accidentelle ; sa valeur doit être grande vis-à-vis de celle de la résistance directe de la diode D<sub>3</sub> lorsqu'elle est présente (voir note ci-dessous)

R<sub>2</sub> = résistance de protection ; sa valeur doit être aussi faible que possible

S = interrupteur électromécanique ou électronique ayant un angle de conduction d'environ 180° pendant la demi-période directe (de surcharge accidentelle)

T<sub>1</sub> = transformateur basse tension pouvant délivrer un courant élevé, fournissant à travers S la demi-période directe (de surcharge accidentelle). La forme d'onde du courant doit être sensiblement demi-sinusoïdale d'une durée voisine de 10 ms (ou 8,3 ms), avec une vitesse de répétition d'environ 50 (ou 60) impulsions par seconde

T<sub>2</sub> = transformateur haute tension, à faible débit, fournissant à travers la diode D<sub>2</sub> la demi-période inverse ; s'il est alimenté par une source séparée, la phase de celle-ci doit être la même que celle de la source qui alimente T<sub>1</sub>. La forme d'onde de la tension doit être sensiblement demi-sinusoïdale

V = appareil de lecture de crête (par exemple voltmètre ou oscilloscope)

Note. — S'il y a lieu, on peut insérer entre les points X et Y soit une diode D<sub>3</sub> en série avec un interrupteur S<sub>1</sub>, soit une résistance R<sub>3</sub> en série avec un interrupteur S<sub>1</sub>.

Ces circuits ne sont pas obligatoires.

D<sub>3</sub> est une diode d'équilibrage du courant ayant sensiblement la même résistance directe que la diode en essai.

Si l'on utilise une résistance R<sub>3</sub>, elle doit avoir la même résistance que la résistance directe de la diode en essai.

S<sub>1</sub> est un interrupteur électromécanique ou électronique, ayant un angle de conduction d'environ 180° pendant la demi-période inverse du transformateur T<sub>1</sub>.

Exécution

Mettre à zéro les sources de tension et de courant.

Placer la diode de redressement dans le support d'essai selon l'indication de sa polarité ; vérifier les conditions de température.

*Circuit diagram*

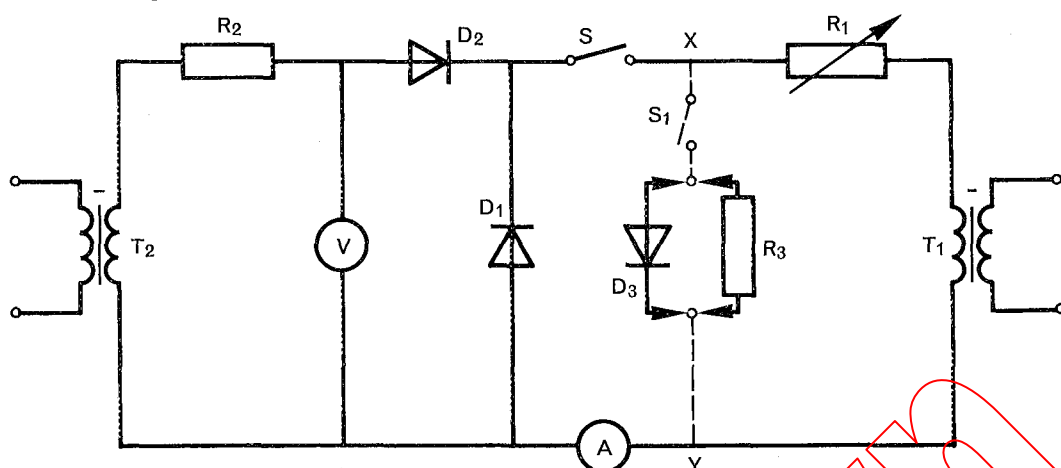


FIGURE 5

*Circuit description and requirements*

A = peak reading instrument (e.g. ammeter or oscilloscope)

D<sub>1</sub> = diode under test

D<sub>2</sub> = diode to block the forward voltage supplied by transformer T<sub>2</sub>

R<sub>1</sub> = surge current setting resistor which should be large compared with the forward resistance of diode D<sub>3</sub>, when present (see note below)

R<sub>2</sub> = protective resistor which should be as small as practicable

S = electromechanical or electronic switch with a conduction angle of approximately 180° during the forward (surge) half-cycle

T<sub>1</sub> = high current low voltage transformer supplying through S the forward (surge) half-cycle. The current waveshape should be essentially a half-sine wave of approximately 10 ms (or 8.3 ms) duration, with a repetition rate of approximately 50 (or 60) pulses per second

T<sub>2</sub> = low current high voltage transformer supplying through diode D<sub>2</sub> the reverse half-cycle; if fed from a separate source, its phase must be the same as that feeding T<sub>1</sub>. The voltage shape should be essentially a half-sine wave

V = peak reading instrument (e.g. voltmeter or oscilloscope)

*Note.* — If desirable, either a diode D<sub>3</sub> in series with a switch S<sub>1</sub> or a resistor R<sub>3</sub> in series with a switch S<sub>1</sub>, may be inserted between points X and Y.

These circuits are not mandatory.

D<sub>3</sub> is a current balancing diode having approximately the same forward resistance as the diode under test.

If a resistor R<sub>3</sub> is used, it should have the same resistance as the forward resistance of the diode under test.

S<sub>1</sub> is an electromechanical or electronic switch with a conduction angle of approximately 180°, during the reverse half-cycle of transformer T<sub>1</sub>.

*Test procedure*

The voltage and current sources are set to zero.

The rectifier diode is inserted into the test socket in accordance with its polarity marking, and the temperature conditions are checked.

Régler la tension inverse de pointe, mesurée par l'appareil de lecture de crête  $V$ , à la valeur spécifiée.

Donner au courant direct de surcharge accidentelle, mesuré par l'appareil de lecture de crête  $A$ , la valeur spécifiée en agissant sur  $R_1$ .

Appliquer à la diode de redressement en essai le nombre spécifié de fois le courant direct de surcharge accidentelle.

Les mesures qui suivent l'épreuve indiquent si la diode de redressement a pu supporter la valeur limite du courant direct de surcharge accidentelle.

#### Conditions spécifiées

Les valeurs des conditions suivantes doivent être données:

- Tension inverse de pointe.
- Courant direct (non répétitif) de surcharge accidentelle.
- Impédance maximale de la source de tension inverse.
- Nombre de cycles par surcharge, nombre de surcharges accidentelles et vitesse de répétition.
- Température ambiante, température de boîtier ou température d'un point de référence.
- Limites entre lesquelles doivent se trouver les caractéristiques mesurées après l'essai.

#### 5.2 Tension inverse de pointe non répétitive ( $V_{RSM}$ )

##### But

Vérifier la valeur limite de la tension inverse de pointe non répétitive d'une diode de redressement dans des conditions spécifiées.

##### Schéma

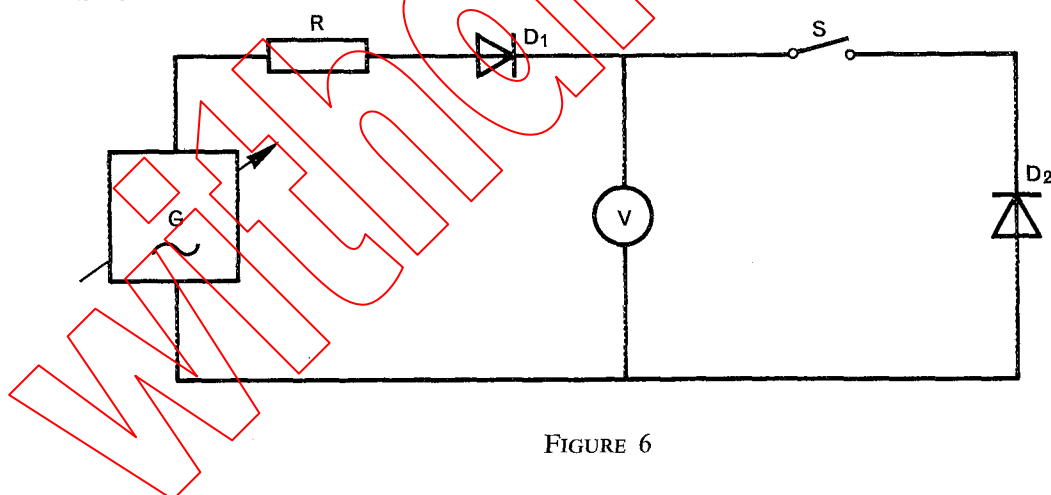


FIGURE 6

0065/73

##### Description et exigences du circuit

$D_1$  = diode fournissant des demi-alternances négatives de sorte que l'on mesure seulement la caractéristique inverse de la diode en essai

$D_2$  = diode en essai

$G$  = source de tension alternative

$S$  = interrupteur électromécanique ou électronique (ayant un angle de conduction d'environ  $180^\circ$ ) qui permet d'appliquer la tension du générateur à la diode de redressement en essai pendant la demi-période inverse

$V$  = appareil de mesure de crête

The peak reverse voltage, measured on peak reading instrument  $V$ , is adjusted to the specified value.

The surge forward current, measured on peak reading instrument  $A$ , is set to the specified value by adjustment of  $R_1$ .

The surge forward current is applied as many times as specified to the rectifier diode under test.

Proof of the ability of the rectifier diode to withstand the surge forward current rating is obtained from the post-test measurements.

#### *Specified conditions*

The values of the following conditions should be stated:

- a) Peak reverse voltage.
- b) Surge (non-repetitive) forward current.
- c) Maximum impedance of the reverse voltage source.
- d) Number of cycles per surge, number of surges and repetition rate.
- e) Ambient, case or reference point temperature.
- f) Post-test measurement limits.

### 5.2 *Non-repetitive peak reverse voltage ( $V_{RSM}$ )*

#### *Purpose*

To verify the non-repetitive peak reverse voltage rating of a rectifier diode, under specified conditions.

#### *Circuit diagram*

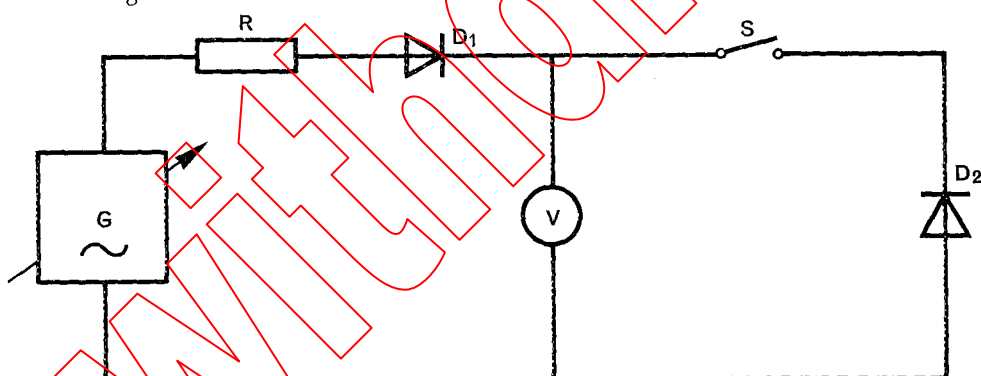


FIGURE 6

0065/73

#### *Circuit description and requirements*

$D_1$  = diode to provide negative half-cycles, so that only the reverse characteristic of the diode under test is measured

$D_2$  = diode under test

$G$  = alternating voltage source

$S$  = electromechanical or electronic switch (with a conduction angle of approximately  $180^\circ$ ) which applies the source voltage to the rectifier diode under test for one half-cycle in the reverse direction

$V$  = peak reading instrument