

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 147-2 H

1976

Huitième 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

Eighth 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**
- **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 les 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 les 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.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 4 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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**
- **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.

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.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 147-2 H

1976

Huitième 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

Eighth 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

4. Diodes de redressement à avalanche	6
4.2 Méthode de vérification de la valeur limite de la dissipation de puissance inverse des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée	6

CHAPITRE III: THYRISTORS

SECTION DEUX — THYRISTORS TRIODES BIDIRECTIONNELS (TRIACS)

1. Caractéristiques électriques	14
1.1 Vitesse critique de croissance de la tension de commutation	14
1.1.1 Première méthode: triacs à faible courant	14
1.1.2 Deuxième méthode: triacs à fort courant, ayant une forte vitesse de décroissance du courant à l'état passant (à l'étude)	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES

SECTION THREE — RECTIFIER DIODES

Clause

4. Avalanche rectifier diodes	7
4.2 Rating verification method for reverse power dissipation of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes	7

CHAPTER III: THYRISTORS

SECTION TWO — BI-DIRECTIONAL TRIODE THYRISTORS (TRIACS)

1. Electrical characteristics	15
1.1 Critical rate of rise of commutating voltage	15
1.1.1 First method: low-current triacs	15
1.1.2 Second method: high-current triacs, with high rate of decay of on-state current (under consideration)	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Elle constitue le huitième 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.

Le présent complément traite des diodes de redressement à avalanche et des thyristors triodes bidirectionnels (triacs).

La section trois du chapitre I sur les diodes de redressement à avalanche est la suite de la Publication 147-2A et résulte des travaux qui ont débuté à Monte-Carlo (1970) et qui se sont poursuivis à Stockholm (1971). Il en résulta un projet, document 47(Bureau Central)435, qui fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1972.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette section:

Afrique du Sud (République d')	France	Royaume-Uni
Allemagne	Israël	Suède
Australie	Italie	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Pays-Bas	Turquie
Danemark	Pologne	Union des Républiques
Etats-Unis d'Amérique	Portugal	Socialistes Soviétiques

La section deux du chapitre III sur les triacs est la suite des Publications 147-2A, 147-2D et 147-2E et résulte des travaux qui ont débuté à Leningrad (1969) et qui se sont poursuivis à Monte-Carlo (1970). Il en résulta un projet, document 47(Bureau Central)370, qui fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1971.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette section:

Afrique du Sud (République d')	Finlande	Royaume-Uni
Allemagne	France	Suède
Australie	Israël	Tchécoslovaquie
Belgique	Italie	Turquie
Canada	Pologne	Union des Républiques
Danemark	Portugal	Socialistes Soviétiques
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

PREFACE

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

It constitutes the eighth 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 supplement deals with avalanche rectifier diodes and bi-directional triode thyristors (triacs).

Section Three of Chapter I on avalanche rectifier diodes is a continuation of Publication 147-2A and results from the work started in Monte-Carlo (1970) and continued in Stockholm (1971). As a result, a draft, Document 47(Central Office)435, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this section:

Australia	Israel	Sweden
Belgium	Italy	Switzerland
Canada	Japan	Turkey
Czechoslovakia	Netherlands	Union of Soviet
Denmark	Poland	Socialist Republics
France	Portugal	United Kingdom
Germany	South Africa (Republic of)	United States of America

Section Two of Chapter III on triacs is a continuation of Publications 147-2A, 147-2D and 147-2E and results from the work started in Leningrad (1969) and continued in Monte-Carlo (1970). As a result, a draft, Document 47(Central Office)370, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1971.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this section:

Australia	Germany	Sweden
Belgium	Israel	Turkey
Canada	Italy	Union of Soviet
Czechoslovakia	Poland	Socialist Republics
Denmark	Portugal	United Kingdom
Finland	Romania	United States of America
France	South Africa (Republic of)	

Huitième 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

Page 20 de la Publication 147-2A de la CEI

4. Diodes de redressement à avalanche

Après le paragraphe 4.1, ajouter le nouveau paragraphe suivant:

4.2 Méthode de vérification de la valeur limite de la dissipation de puissance inverse des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée

But

Ces méthodes d'essai sont destinées à vérifier les valeurs limites suivantes de dissipation de puissance inverse des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée:

- 1) dissipation de puissance inverse due à une surcharge accidentelle (non répétitive);
- 2) dissipation de puissance inverse de pointe répétitive;
- 3) dissipation de puissance inverse moyenne.

Les valeurs limites de dissipation de puissance inverse citées dans la Publication 147-1B, chapitre I, section trois, sont basées sur l'hypothèse que la forme d'onde du courant inverse est triangulaire, comme il est indiqué dans la figure 1, page 8.

Il peut être difficile de réaliser une méthode de vérification pour cette forme de courant et l'on peut utiliser d'autres formes d'onde donnant des résultats comparables.

Les trois méthodes de vérification suivantes sont recommandées:

- A — avec un courant inverse ayant une forme d'onde sensiblement triangulaire;
- B — avec un courant inverse ayant une forme d'onde sensiblement sinusoïdale;
- C — avec un courant inverse ayant une forme d'onde sensiblement rectangulaire.

En général, les méthodes A et B sont utilisées dans le domaine des fortes puissances, tandis que la méthode C est utilisée pour les dispositifs de faible puissance.

La dissipation de puissance inverse de la diode en essai est le produit des valeurs mesurées de la tension de claquage par avalanche et du courant inverse correspondant.

On définit la largeur de l'impulsion t_w comme la largeur comprise entre les points situés à 50% de l'amplitude maximale du courant d'impulsion.

Les valeurs préférentielles de largeur d'impulsion sont: 10 μ s, 40 μ s, 100 μ s.

Eighth 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

Page 21 of IEC Publication 147-2A

4. Avalanche rectifier diodes

After Sub-clause 4.1, add the following new sub-clause:

4.2 Rating verification method for reverse power dissipation of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes

Purpose

These test methods are designed to verify the following reverse power dissipation ratings of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes:

- 1) surge (non-repetitive) reverse power dissipation;
- 2) repetitive peak reverse power dissipation;
- 3) mean reverse power dissipation.

The ratings for reverse power dissipation in Publication 147-1B, Chapter I, Section Three, are based on the assumption that the reverse current waveform has a triangular shape as shown in Figure 1, page 9.

A verification method for this current waveform may be difficult to achieve and other waveforms giving comparable results may be used.

The following three verification methods are recommended:

- A — with basically triangular waveform reverse current;
- B — with basically sinusoidal waveform reverse current;
- C — with basically rectangular waveform reverse current.

In general, methods A and B are used in the high-power field, whereas method C is used for low-power devices.

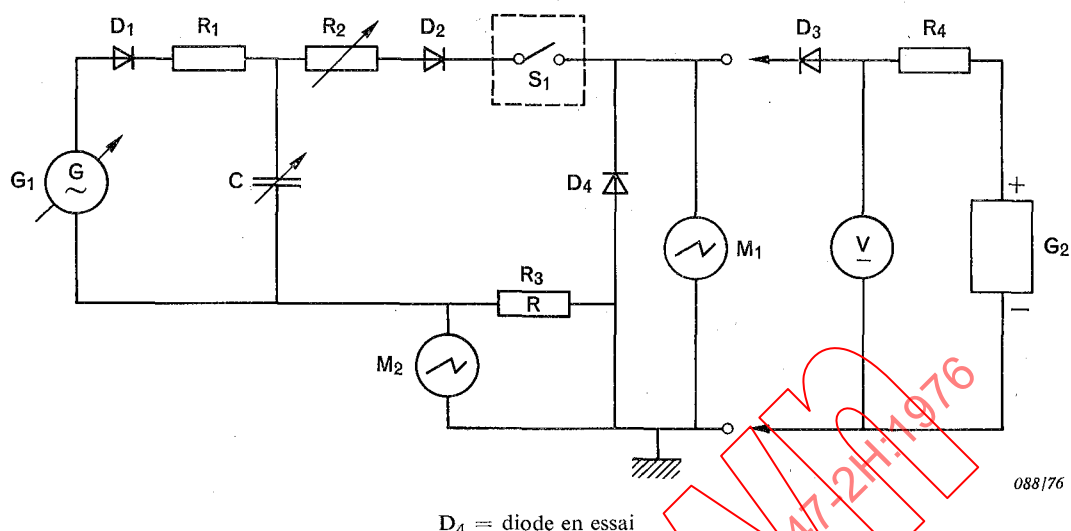
The reverse power dissipation of the diode under test is the product of the measured values of the avalanche breakdown voltage and the relevant reverse current.

The pulse width t_w is defined as the width between the 50% amplitude values of the current.

Preferred values of the pulse width are: 10 μ s, 40 μ s, 100 μ s.

A — Méthode de vérification utilisant un courant inverse de forme triangulaire

Schéma



D_4 = diode en essai

FIG. 1. — Circuit pour la vérification de la valeur limite de la dissipation de puissance inverse des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée (méthode utilisant un courant inverse de forme triangulaire).

Description et exigences du circuit

G_1 = source de tension alternative ajustable

D_1 = diode de redressement

R_1 = résistance destinée à limiter le courant

C = condensateur variable destiné à régler la largeur de l'impulsion

R_2 = résistance variable destinée à régler le courant inverse

D_2 = diode de blocage, si nécessaire

S_1 = interrupteur électromécanique ou électronique destiné à décharger le condensateur C (par exemple: éclateur ou thyristor)

R_3 = résistance non inductive qui sert à la lecture du courant

M_1 = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer la tension d'avalanche de pointe

M_2 = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer le courant inverse de pointe

M_1 et M_2 peuvent être combinés (par exemple: oscilloscope à double faisceau).

Si exigé:

D_3 = diode de blocage à recouvrement rapide

R_4 = résistance destinée à limiter le courant

V = voltmètre à courant continu

G_2 = source de tension continue

Exécution

1) Si cela est exigé, la tension de la source continue G_2 est connectée.

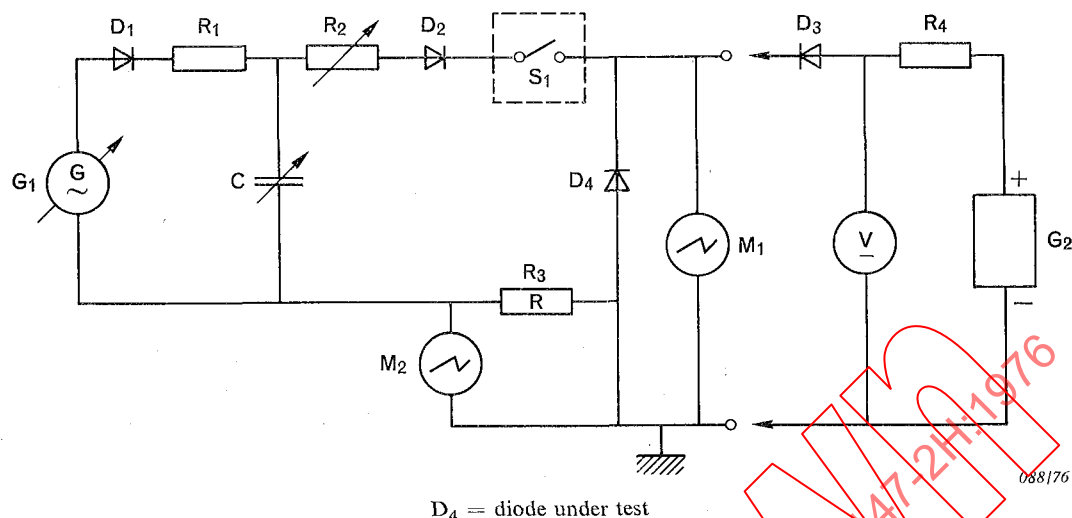
2) Régler ou prérégler la source de tension alternative « inverse » G_1 et la résistance R_2 pour obtenir la valeur spécifiée de la dissipation de puissance en ajustant à $V_{(BR)RM}$ la tension aux bornes de la diode D_4 et à $I_{(BR)RM}$ le courant qui la traverse (voir la note à la page 14).

3) Fermer S_1 pour décharger le condensateur C dans la diode en essai dans le sens inverse. Le condensateur C est ajusté pour obtenir la largeur de l'impulsion t_w spécifiée. L'interrupteur S_1 est fermé afin d'avoir une seule impulsion pour la vérification de P_{RSM} ou bien un certain nombre d'impulsions répétitives pour la vérification de P_{RRM} .

4) Calculer les dissipations de puissance inverse d'après les lectures sur les appareils de mesure M_1 et M_2 ; pour la dissipation inverse moyenne, il faut tenir compte de la durée de l'impulsion et de sa vitesse de répétition.

A — Verification method using triangular waveform reverse current

Circuit diagram



D_4 = diode under test

FIG. 1. — Circuit for verification of rating of reverse power dissipation of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes (triangular waveform reverse current method)

Circuit description and requirements

G_1 = adjustable a.c. voltage source

D_1 = rectifier diode

R_1 = current limiting resistor

C = variable capacitor for adjusting the pulse width

R_2 = variable resistor for adjusting the reverse current

D_2 = blocking diode, if necessary

S_1 = electromechanical or electronic switch to discharge capacitor C (e.g. spark gap or thyristor)

R_3 = non-inductive current sensing resistor

M_1 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak avalanche voltage

M_2 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak reverse current

M_1 and M_2 may be combined (e.g. dual-beam oscilloscope).

If required:

D_3 = fast recovery blocking diode

R_4 = current limiting resistor

V = d.c. voltmeter

G_2 = d.c. voltage source

Measurement procedure

1) If required, the d.c. voltage source G_2 is applied.

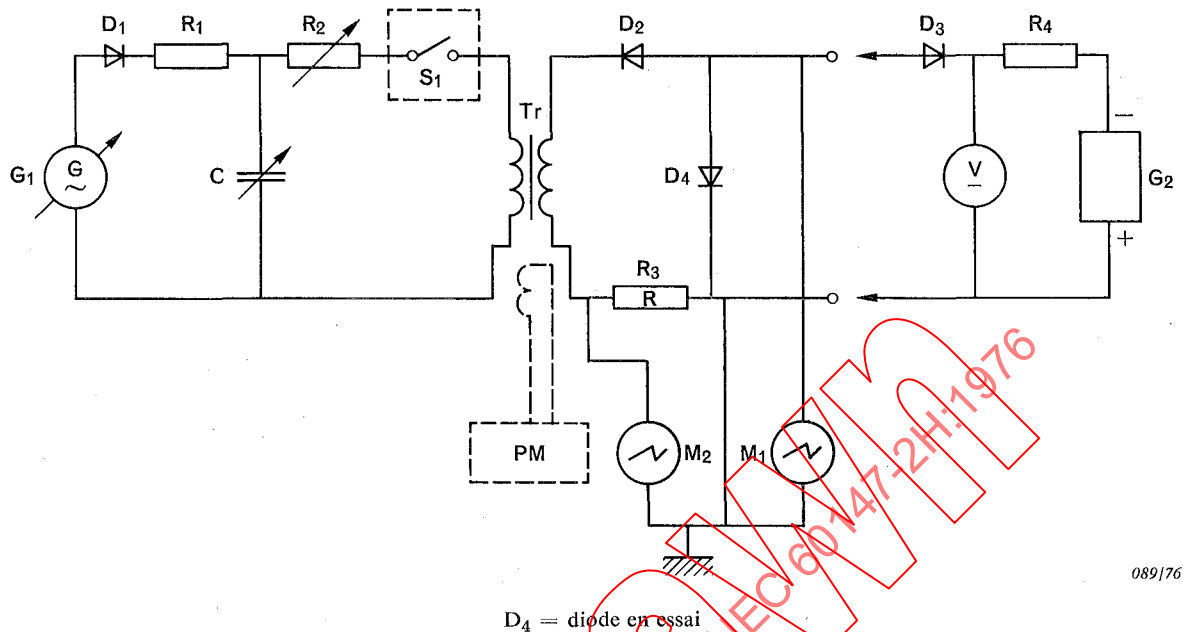
2) The a.c. reverse voltage source G_1 and resistor R_2 are adjusted or pre-set to obtain the specified value of power dissipation by adjustment of the voltage across diode D_4 to $V_{(BR)RM}$ and of the current through D_4 to $I_{(BR)RM}$ (see Note on page 15).

3) Switch S_1 is closed to discharge the capacitor C through the diode under test in the reverse direction. Capacitor C is adjusted to obtain the specified pulse width t_w . Switch S_1 is closed to generate a single pulse for the verification of P_{RSM} or a number of repetitive pulses for the verification of P_{RRM} .

4) The reverse power dissipations are calculated from the readings of measuring instruments M_1 and M_2 ; for the mean reverse power dissipation, the pulse duration and repetition rate are needed.

B — Méthode de vérification utilisant un courant inverse de forme demi-sinusoidale

Schéma



089/76

FIG. 2. — Circuit pour la vérification de la valeur limite de la dissipation de puissance inverse des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée (méthode utilisant un courant inverse de forme demi-sinusoidale)

Description et exigences du circuit

G₁ = source de tension alternative ajustable

D₁ = diode de redressement

R₁ = résistance destinée à limiter le courant

C = condensateur variable destiné à régler la largeur de l'impulsion

R₂ = résistance variable destinée à régler le courant inverse

S₁ = interrupteur électromécanique ou électronique destiné à décharger le condensateur C dans l'enroulement primaire du transformateur Tr (par exemple: éclateur ou thyristor)

Tr = transformateur à haute tension

PM = source de prémagnétisation ou tout autre moyen convenable pour éviter la saturation de Tr

D₂ = diode de blocage, si nécessaire

R₃ = résistance non inductive qui sert à la lecture du courant

M₁ = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer la tension d'avalanche de pointe

M₂ = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer le courant inverse de pointe

M₁ et M₂ peuvent être combinés (par exemple: oscilloscope à double faisceau).

Si exigé:

D₃ = diode de blocage à recouvrement rapide

V = voltmètre à courant continu

R₄ = résistance destinée à limiter le courant

G₂ = source de tension continue

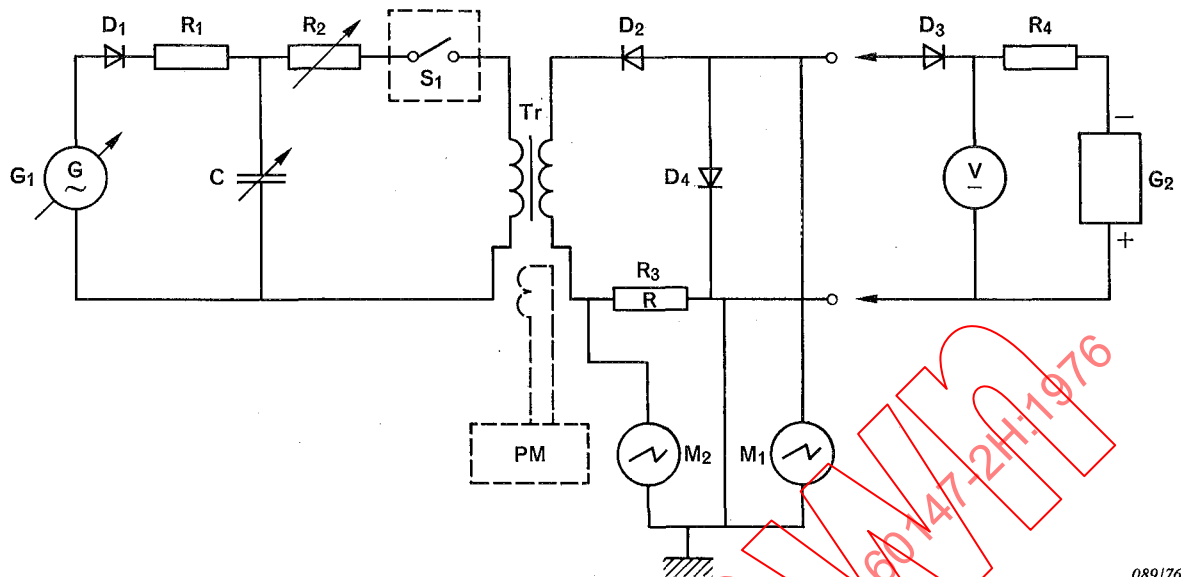
Exécution

1) Si cela est exigé, la tension de la source continue G₂ est connectée.

2) Régler ou prérégler la source de tension alternative inverse G₁ et la résistance R₂ pour obtenir la valeur spécifiée de la dissipation de puissance en ajustant $V_{(BR)RM}$ et $I_{(BR)RM}$ (voir la note à la page 14).

B — Verification method using half-sine waveform reverse current

Circuit diagram



D_4 = diode under test

FIG. 2. — Circuit for verification of rating of reverse power dissipation of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes (half-sine waveform reverse current method).

Circuit description and requirements

G_1 = adjustable a.c. voltage source

D_1 = rectifier diode

R_1 = current limiting resistor

C = variable capacitor for adjusting the pulse width

R_2 = variable resistor for adjusting the reverse current

S_1 = electromechanical or electronic switch to discharge capacitor C over the primary winding of transformer Tr (e.g. spark gap or thyristor).

Tr = high-voltage transformer

PM = pre-magnetizing source or other suitable means to prevent saturation of Tr

D_2 = blocking diode, if necessary

R_3 = non-inductive current sensing resistor

M_1 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak avalanche voltage

M_2 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak reverse current

M_1 and M_2 may be combined (e.g. dual-beam oscilloscope).

If required:

D_3 = fast recovery blocking diode

V = d.c. voltmeter

R_4 = current limiting resistor

G_2 = d.c. voltage source

Measurement procedure

- 1) If required, the d.c. voltage source G_2 is applied.
- 2) The a.c. reverse voltage source G_1 and resistor R_2 are adjusted or pre-set to obtain the specified value of power dissipation by adjustment of $V_{(BR)RM}$ and $I_{(BR)RM}$ (see Note on page 15).

3) Fermer l'interrupteur S_1 afin de décharger le condensateur C dans le primaire du transformateur Tr . Le condensateur C est ajusté pour obtenir la largeur de l'impulsion t_w spécifiée. L'interrupteur S_1 est fermé afin d'avoir une seule impulsion pour la vérification de P_{RSM} ou bien un certain nombre d'impulsions répétitives pour la vérification de P_{RRM} .

4) Calculer les dissipations de puissance inverse d'après les lectures sur les appareils de mesure M_1 et M_2 ; pour la dissipation inverse moyenne, il faut tenir compte de la durée de l'impulsion et de sa vitesse de répétition.

C — Méthode de vérification utilisant un courant inverse de forme rectangulaire

Schéma du circuit

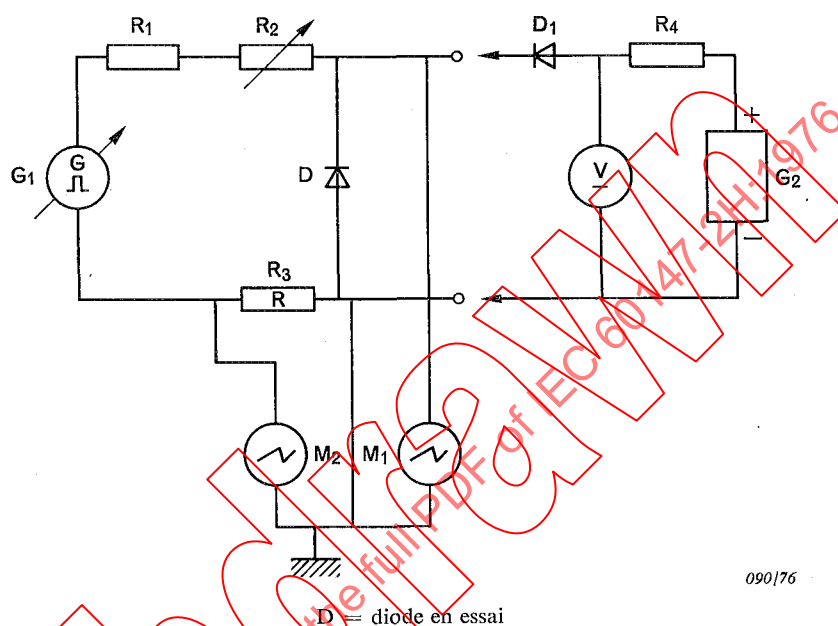
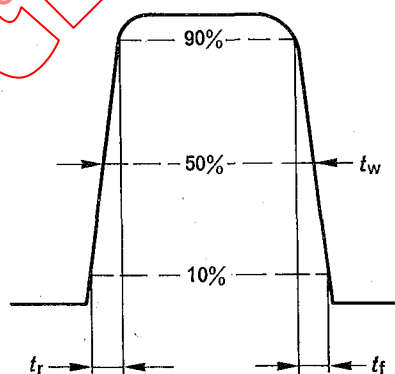


FIG. 3. — Circuit pour la vérification de la valeur limite de la dissipation de puissance inverse: des diodes de redressement à avalanche et à avalanche contrôlée (méthode utilisant un courant inverse de forme rectangulaire).



t_w = durée moyenne de l'impulsion
 $t_r \leq 0,2 t_w$
 $t_f \leq 0,2 t_w$

FIG. 4. — Forme d'onde.

Description et exigences du circuit

G_1 = générateur d'impulsions réglable avec une forme d'onde pratiquement rectangulaire, telle que celle indiquée dans la figure 4

R_1 = résistance destinée à limiter le courant

3) Switch S_1 is closed to discharge the capacitor C through the primary of transformer Tr . Capacitor C is adjusted to obtain the specified pulse width t_w . Switch S_1 is closed to generate a single pulse for the verification of P_{RSM} or a number of repetitive pulses for the verification of P_{RRM} .

4) The reverse power dissipations are calculated from the readings of measuring instruments M_1 and M_2 ; for the mean reverse power dissipation, the pulse duration and repetition rate are needed.

C — Verification method using rectangular waveform reverse current

Circuit diagram

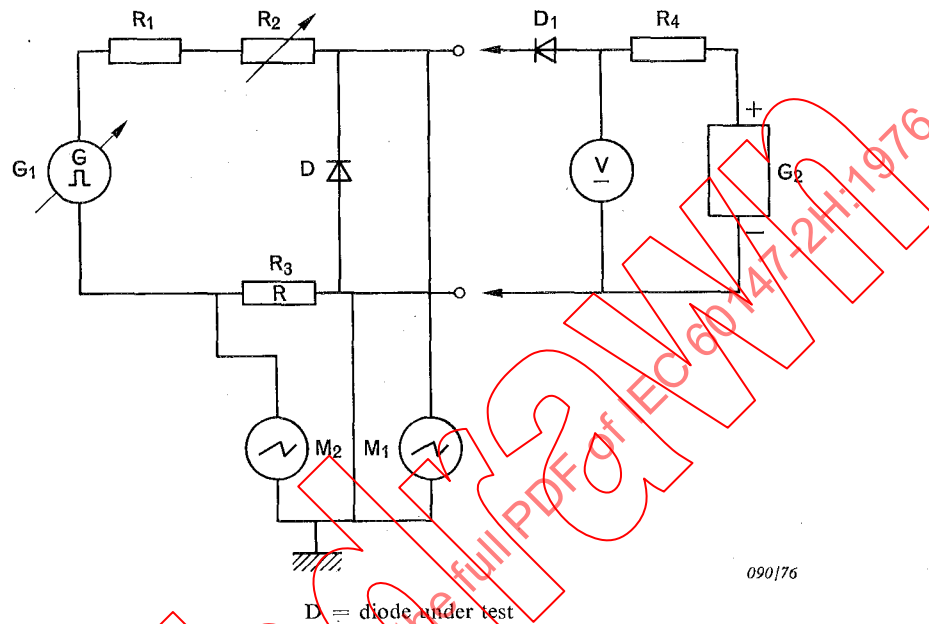
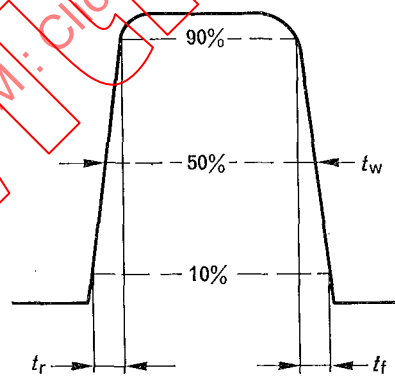


FIG. 3. — Circuit for verification of rating of reverse power dissipation of avalanche and controlled avalanche rectifier diodes (rectangular waveform reverse current method).



t_w = average pulse duration
 $t_r \leq 0.2 t_w$
 $t_f \leq 0.2 t_w$

FIG. 4. — Waveform

Circuit description and requirements

G_1 = adjustable pulse generator with a waveform substantially rectangular, as shown in Figure 4

R_1 = current limiting resistor

R_2 = résistance variable destinée à régler le courant inverse

R_3 = résistance non inductive qui sert à la lecture du courant

M_1 = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer la tension d'avalanche de pointe

M_2 = appareil (par exemple: oscilloscope) destiné à mesurer le courant inverse de pointe

M_1 et M_2 peuvent être combinés (par exemple: oscilloscope à double faisceau).

Si exigé:

D_1 = diode de blocage à recouvrement rapide

V = voltmètre à courant continu

R_4 = résistance destinée à limiter le courant

G_2 = source de tension continue

Exécution

- 1) Si cela est exigé, la tension de la source continue G_2 est connectée.
- 2) Le générateur d'impulsions G_1 est réglé pour obtenir la largeur de l'impulsion t_w , le nombre d'impulsions et la fréquence de répétition spécifiés.
- 3) Régler l'amplitude des impulsions à la valeur spécifiée (voir la note ci-après).
- 4) Calculer les dissipations de puissance inverse d'après les lectures sur les appareils de mesure M_1 et M_2 ; pour la dissipation inverse moyenne, il faut tenir compte de la durée des impulsions et de leur vitesse de répétition.

Conditions spécifiées (applicables aux méthodes A, B et C)

- 1) Dissipation de puissance inverse due à une surcharge accidentelle (non répétitive), dissipation de puissance inverse de pointe répétitive ou dissipation de puissance inverse moyenne.
- 2) Largeur des impulsions t_w .
- 3) Nombre des impulsions et fréquence de répétition.
- 4) Température ambiante, température du boîtier ou température d'un point de référence du dispositif en essai.
- 5) Tension inverse continue, s'il est besoin.

NOTE. — Le réglage de l'amplitude des impulsions de la tension inverse peut s'avérer difficile si la dispersion des tensions de claquage par avalanche est importante. Généralement, on fait en sorte que l'impédance totale soit suffisamment grande pour que la mesure de différents diodes se fasse avec des écarts acceptables de la dissipation de puissance inverse. Il convient de régler la valeur de la tension d'impulsion en circuit ouvert de façon qu'elle soit la somme des valeurs maximale et minimale de la tension de claquage par avalanche.

La résistance totale du circuit alternatif comprenant G_1 , R_1 et R_2 peut être calculée comme suit:

$$R_{\text{tot}} (Z_{\text{tot}}) = \frac{V_{(\text{BR})\text{RM}} \times V_{(\text{BR})\text{Rmin}}}{\text{puissance inverse}}$$

CHAPITRE III: THYRISTORS

SECTION DEUX — THYRISTORS TRIODES BIDIRECTIONNELS (TRIACS)

1. Caractéristiques électriques

1.1 Vitesse critique de croissance de la tension de commutation

1.1.1 Première méthode: triacs à faible courant

But

Vérifier que le triac peut conserver sa capacité de blocage lorsqu'on augmente la vitesse de croissance de la tension de commutation; ceci s'applique aux thyristors bidirectionnels pour les deux polarités de la tension appliquée.

Note explicative

Le thyristor bidirectionnel, dans son mode normal de fonctionnement, est destiné à commuter à l'état bloqué avec la polarisation opposée après conduction du courant à l'état passant. Dans les applications courantes à commande de phase d'un courant alternatif, à 50 Hz ou 60 Hz, qui utilisent des tensions sinusoïdales, cette commu-

R_2 = variable resistor for adjusting the reverse current
 R_3 = non-inductive current sensing resistor
 M_1 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak avalanche voltage
 M_2 = instrument (e.g. oscilloscope) for measuring the peak reverse current
 M_1 and M_2 may be combined (e.g. dual-beam oscilloscope).

If required:

D_1 = fast recovery blocking diode
 V = d.c. voltmeter
 R_4 = current limiting resistor
 G_2 = d.c. voltage source

Measurement procedure

- 1) If required, the d.c. voltage source G_2 is applied.
- 2) The pulse generator G_1 is adjusted to obtain the specified pulse width t_w , the number of pulses and the repetition rate.
- 3) The pulse amplitude is adjusted to obtain the specified value (see Note below).
- 4) The reverse power dissipations are calculated from the readings of measuring instruments M_1 and M_2 ; for the mean reverse power dissipation, the pulse duration and repetition rate are needed.

Specified conditions (applicable to methods A, B and C)

- 1) Surge (non-repetitive) reverse power dissipation, repetitive peak reverse power dissipation or mean reverse power dissipation.
- 2) Pulse width t_w .
- 3) Number of pulses and repetition rate.
- 4) Ambient, case or reference point temperature of the device under test.
- 5) D.C. reverse voltage, if required.

NOTE. — The adjustment of the reverse voltage pulse amplitude may be difficult if the spread in avalanche breakdown voltage is large. Generally, the total impedance is made so large that measuring different devices will give rise to acceptable differences in reverse power dissipation.

It is convenient to adjust the value of the open-circuit pulse voltage to the sum of the minimum and maximum values of the avalanche breakdown voltage.

The total resistance of the a.c. voltage circuit comprising G_1 , R_1 and R_2 may be calculated from:

$$R_{tot} (Z_{tot}) = \frac{V_{(BR)RM} \times V_{(BR)Rmin}}{\text{reverse power}}$$

CHAPTER III: THYRISTORS

SECTION TWO — BI-DIRECTIONAL TRIODE THYRISTORS (TRIACS)

1. Electrical characteristics

1.1 Critical rate of rise of commutating voltage

1.1.1 First method: low-current triacs

Purpose

To verify that the triac is able to withstand the rate of rise of commutating voltage without loss of control; this applies to bi-directional thyristors for both polarities of applied voltage.

Explanatory note

The bi-directional thyristor, in its usual mode of operation, is required to switch to the opposite polarity off-state following current conduction in the on-state. In usual 50 Hz or 60 Hz a.c. phase control applications utilizing sinusoidal voltage sources, this switching occurs each half-cycle at the zero current point. This switching action is

tation a lieu chaque demi-période quand le courant s'annule. On appelle « commutation » ce mode de fonctionnement dû à l'inversion de la tension d'alimentation. La capacité du triac de demeurer à l'état bloqué lorsque cette tension de commutation est appliquée en sens inverse dépend de :

- 1) la température de fonctionnement du dispositif;
- 2) la vitesse d'inversion du courant;
- 3) l'amplitude et la vitesse d'application de la tension de commutation.

On recommande de choisir, comme conditions pour la tension, le courant et la température, les valeurs maximales indiquées pour le triac. Le triac en mesure peut être déclenché par des impulsions convenables de l'une ou l'autre polarité.

Schéma

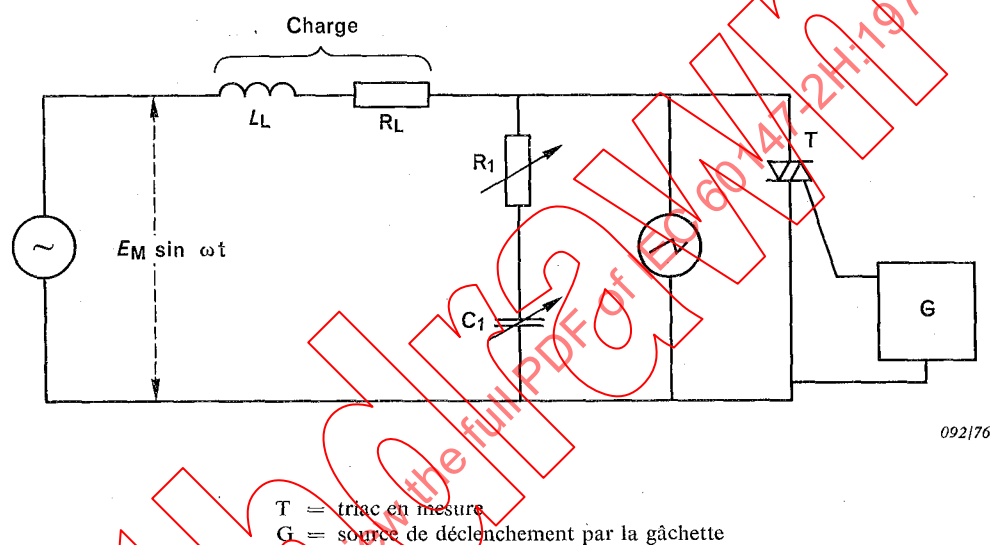


FIG. 5. — Circuit de mesure pour la vitesse critique de croissance de la tension de commutation.

Description et exigences du circuit

La source de puissance du circuit en mesure est une alimentation sinusoïdale monophasée à 50 Hz ou 60 Hz.

Le rapport X/R du circuit total doit être supérieur ou égal à 10 pour que le courant et la tension d'alimentation soient approximativement en quadrature.

Exécution

La vitesse de croissance de la tension de commutation appliquée (tension à l'état bloqué pour le dispositif en mesure) est approximativement exponentielle; elle est déterminée par le réglage de R_1 et de C_1 . L'oscilloscope branché aux bornes du dispositif en mesure est utilisé pour examiner la forme d'onde de cette tension et s'assurer ainsi que le dispositif n'a pas été déclenché par suite d'une valeur trop élevée de dv/dt .

La valeur numérique assignée au dv/dt de la tension exponentielle est définie comme étant la pente de la droite joignant les points correspondant à 10% et à 63% de la tension de mesure. On utilise le point à 10% de la tension et non 0%, car il est difficile de déterminer l'instant où la tension est nulle. Le dépassement de la tension doit être limité à 10% de la valeur de pointe spécifiée de la tension de mesure.

called “commutation” and it is brought about by the reversal of the source voltage. The ability of the triac to sustain the off-state as this commutating voltage builds up in the opposite direction depends on:

- 1) device operating temperature;
- 2) rate of reversal of current;
- 3) magnitude and time rate of application of commutating voltage.

The voltage, current and temperature conditions selected for this measurement are recommended to be the maximum registered values for the triac. The triac under measurement may be triggered by means of any convenient trigger pulses of either polarity.

Circuit diagram

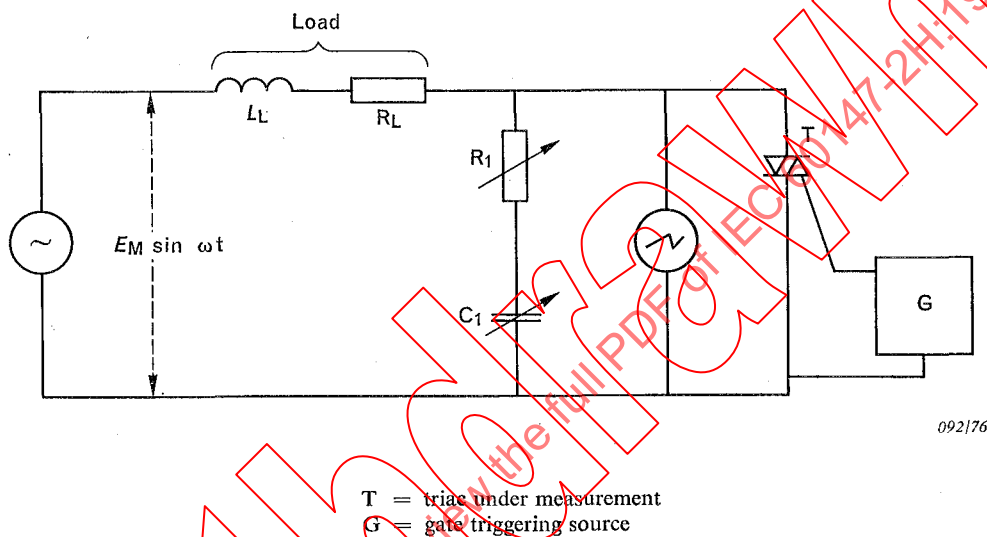


FIG. 5. — Measurement circuit for critical rate of rise of commutating voltage.

Circuit description and requirements

The power source for the measurement circuit is a 50 Hz or 60 Hz single-phase sinewave supply.

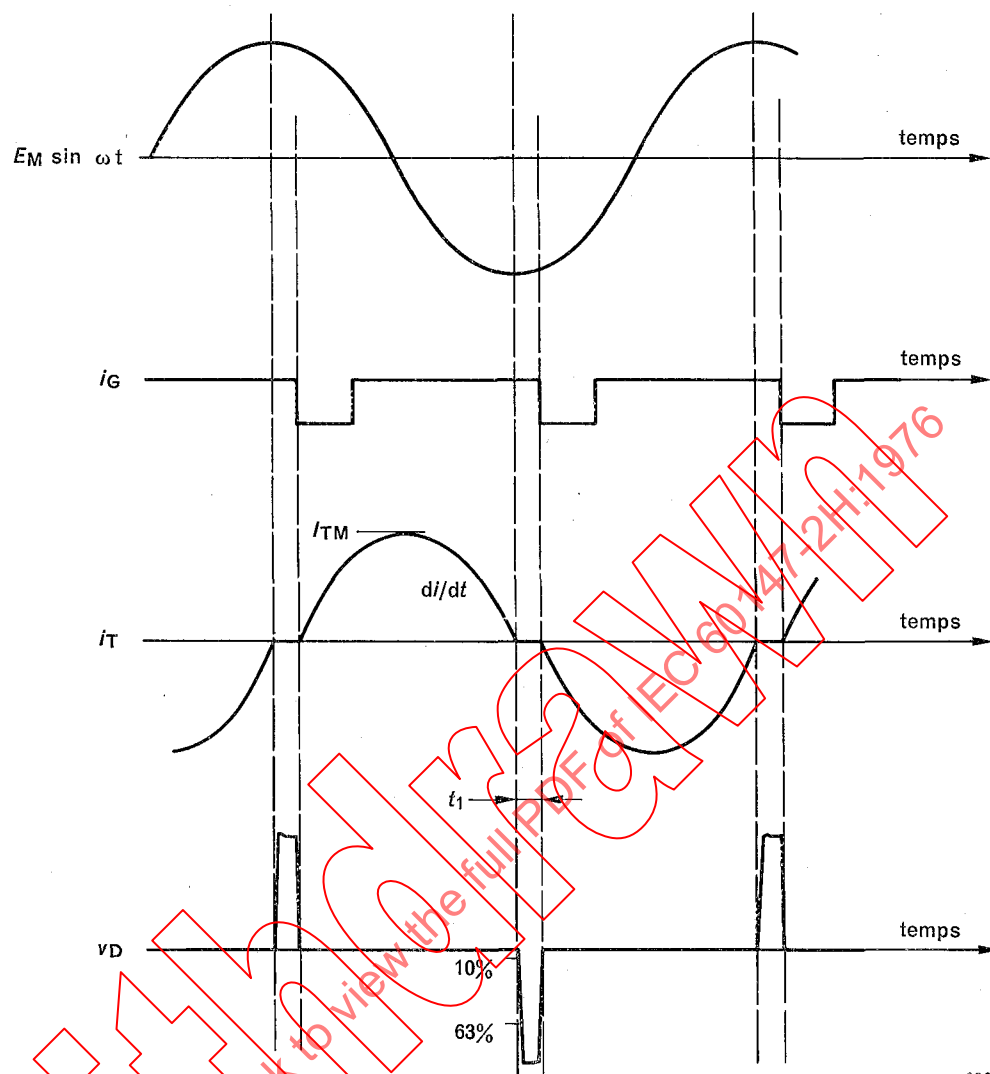
The X/R ratio for the entire measurement circuit shall be greater than or equal to 10 so that the supply voltage and current are essentially in quadrature.

Measurement procedure

The rate of rise of the applied commutating voltage (off-state voltage of the device under measurement) is essentially exponential and is varied by the setting of R_1 and C_1 . The oscilloscope connected across the device under measurement is used to examine the waveform of this voltage and so to ensure that the device has not triggered due to excessive dv/dt .

The numerical value assigned to the dv/dt of the exponential voltage waveform is defined as the slope of the straight line connecting the 10% and 63% points on the measurement voltage waveform. The 10% voltage point is used instead of zero because of the difficulty in determining the time point at which zero voltage occurs. The voltage overshoot should be limited to 10% of the specified peak value of the measurement voltage.

Les formes d'onde du courant et de la tension sont indiquées dans la figure 6.



093/76

FIG. 6. — Formes d'onde.

Le triac en mesure est considéré comme satisfaisant si, après passage par zéro de i_T , v_D augmente jusqu'à V_{DM} et ne redescend pas vers zéro pendant la durée spécifiée de la tension à l'état bloqué (t_1).

Dans cette méthode de mesure, la vitesse d'inversion du courant (di/dt) est limitée par le circuit. Ainsi, pour les triacs qui possèdent une capacité de commutation très rapide, le dispositif peut rester à l'état bloqué même si l'on supprime R_1 et C_1 . Dans ce cas, le dv/dt de la tension appliquée est déterminé par la capacité du triac et la capacité répartie des autres composants du circuit, en particulier de la bobine.

Conditions spécifiées

Ces conditions s'appliquent à chaque demi-période de la tension et du courant d'essai.

- 1) Fréquence de l'alimentation alternative sinusoïdale monophasée (50 Hz ou 60 Hz).
- 2) Courant de pointe à l'état passant ($I_{TM} \approx \frac{E_M}{Z_L}$).
- 3) Durée du courant à l'état passant (90% de la demi-période recommandée).
- 4) Vitesse d'inversion du courant à l'état passant (di/dt) (pente de la droite passant par les points: 50% et 0% de I_{TM} ; $di/dt \approx 2 \pi f I_{TM}$).