

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

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

**RECOMMANDATION DE LA C E I**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**I E C RECOMMENDATION**

**Publication 147-1B**

Première édition — First edition

1969

---

**Deuxième complément à la Publication 147-1 (1963)**

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

**Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles**

---

**Second supplement to Publication 147-1 (1963)**

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

**Part 1: Essential ratings and characteristics**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe  
Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60147-1B:1969

# Withdrawn

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA C E I

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I E C RECOMMENDATION

Publication 147-1B

Première édition — First edition

1969

---

## Deuxième complément à la Publication 147-1 (1963)

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

Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles

---

## Second supplement to Publication 147-1 (1963)

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

Part 1: Essential ratings and characteristics

---



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 A SEMICONDUCTEURS

#### SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT

Articles

Introduction . . . . .	6
1. Généralités . . . . .	6
2. Conditions pour les valeurs limites . . . . .	6
3. Valeurs limites de tension et de courant . . . . .	6
4. Valeurs limites de fréquence . . . . .	8
5. Valeurs limites de dissipation de puissance . . . . .	8
6. Valeurs limites de température . . . . .	8
7. Caractéristiques électriques . . . . .	8
8. Données mécaniques . . . . .	10
9. Données d'applications . . . . .	10

### CHAPITRE II: THYRISTORS

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

Introduction . . . . .	14
1. Généralités . . . . .	14
2. Conditions pour les valeurs limites . . . . .	14
3. Valeurs limites de tension et de courant . . . . .	14
4. Valeurs limites de fréquence . . . . .	18
5. Valeurs limites de dissipation de puissance . . . . .	18
6. Valeurs limites de température . . . . .	18
7. Caractéristiques électriques . . . . .	20
8. Données mécaniques . . . . .	22
9. Données d'applications . . . . .	22



CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5

CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES

SECTION THREE — RECTIFIER DIODES

Clause

Introduction . . . . .	7
1. General . . . . .	7
2. Rating conditions . . . . .	7
3. Voltage and current ratings (limiting values) . . . . .	7
4. Frequency ratings (limiting values) . . . . .	9
5. Power dissipation ratings (limiting values) . . . . .	9
6. Temperature ratings (limiting values) . . . . .	9
7. Electrical characteristics . . . . .	9
8. Mechanical data . . . . .	11
9. Application data . . . . .	11

CHAPTER III. THYRISTORS

SECTION ONE — REVERSE BLOCKING TRIODE THYRISTORS

Introduction . . . . .	15
1. General . . . . .	15
2. Rating conditions . . . . .	15
3. Voltage and current ratings (limiting values) . . . . .	15
4. Frequency ratings (limiting values) . . . . .	19
5. Power dissipation ratings (limiting values) . . . . .	19
6. Temperature ratings (limiting values) . . . . .	19
7. Electrical characteristics . . . . .	21
8. Mechanical data . . . . .	23
9. Application data . . . . .	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DEUXIÈME COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 147-1 (1963)**

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

**Première partie: Valeurs limites et caractéristiques essentielles**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les 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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

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

Elle constitue le deuxième complément à une recommandation générale concernant les valeurs limites et les caractéristiques essentielles des dispositifs à semiconducteurs qui fait l'objet de la Publication 147-1 de la CEI. La deuxième partie de la recommandation, traitant des principes généraux des méthodes de mesure, fait l'objet de la Publication 147-2 de la CEI.

Le présent complément concerne les diodes de redressement et les thyristors triodes bloqués en inverse.

Un projet de la section trois du Chapitre I fut discuté lors des réunions tenues à Londres en 1960 et à Philadelphie en 1964. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1965.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la section trois du Chapitre I:

Allemagne	Etats-Unis d'Amérique	Pays-Bas
Australie	Finlande	Royaume-Uni
Autriche	France	Suisse
Belgique	Israël	Turquie
Canada	Japon	Yougoslavie
Danemark		

Un projet de la section un du Chapitre III fut discuté lors des réunions tenues à Copenhague en 1962 et à Bad Kreuznach en 1963. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1964.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la section un du Chapitre III:

Afrique du Sud	France	Royaume-Uni
Allemagne	Italie	Suisse
Australie	Israël	Tchécoslovaquie
Autriche	Japon	Turquie
Belgique	Pays-Bas	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Canada	République Populaire de Chine	Yougoslavie
Danemark		
Etats-Unis d'Amérique		

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SECOND SUPPLEMENT TO PUBLICATION 147-1 (1963)

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

Part 1: Essential ratings and characteristics

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

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

It constitutes the second Supplement to a general Recommendation on Essential Ratings and Characteristics of Semiconductor Devices issued as IEC Publication 147-1. Part 2 of the Recommendation, dealing with the General Principles of Measuring Methods, is issued as IEC Publication 147-2.

This Supplement deals with rectifier diodes and reverse blocking triode thyristors.

A draft for Section Three of Chapter I was discussed at the meetings held in London in 1960 and in Philadelphia in 1964. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1965.

The following countries voted explicitly in favour of the publication of Section Three of Chapter I:

Australia	France	Switzerland
Austria	Germany	Turkey
Belgium	Israel	United Kingdom
Canada	Japan	United States of America
Denmark	Netherlands	Yugoslavia
Finland		

A draft for Section One of Chapter III was discussed at the meetings held in Copenhagen in 1962 and in Bad Kreuznach in 1963. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1964.

The following countries voted explicitly in favour of the publication of Section One of Chapter III:

Australia	Israel	Switzerland
Austria	Italy	Turkey
Belgium	Japan	United Kingdom
Canada	Netherlands	United States of America
Czechoslovakia	People's Republic of China	Union of Soviet Socialist Republics
Denmark	South Africa	Yugoslavia
France		
Germany		

## CHAPITRE I: DIODES A SEMICONDUCTEURS

### SECTION TROIS — DIODES DE REDRESSEMENT

#### INTRODUCTION

Cette section donne des recommandations concernant les valeurs limites, les caractéristiques et autres paramètres des diodes de redressement.

#### 1. Généralités

On doit spécifier les diodes de redressement comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, ou comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée.

##### 1.1 Définitions

Pour les définitions relatives à ce sujet, voir la Publication 147-0 de la CEI.

##### 1.2 Températures recommandées

Plusieurs des valeurs limites et caractéristiques de cette recommandation exigent d'être indiquées à une température de 25 °C et à une autre température spécifiée.

Sauf précision contraire, l'autre température spécifiée devra être choisie par le fabricant dans la liste donnée par la Publication 147-0 de la CEI; en outre les températures de - 40 °C et de + 35 °C peuvent être utilisées.

#### 2. Conditions pour les valeurs limites

Les valeurs limites données à l'article 3 devront être indiquées pour une ou plusieurs des conditions thermiques suivantes.

##### 2.1 Diodes de redressement à température ambiante spécifiée

###### 2.1.1 Convection libre

A 25 °C et à une température plus élevée de la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2. Le fluide de refroidissement et la pression (dans le cas d'un gaz) seront spécifiés.

###### 2.1.2 Circulation forcée

A une température de la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2. Le type, la pression et le débit du fluide de refroidissement seront spécifiés.

##### 2.2 Diodes de redressement à température de boîtier spécifiée

A une température du point de référence de 55 °C pour les diodes de redressement au germanium, et de 100 °C pour les diodes de redressement au silicium. Pour les diodes de redressement qui sont prévues pour fonctionner à des températures plus basses, on peut donner des valeurs limites à une température plus basse (mais au-dessus de 25 °C) choisie par le fabricant dans la liste du paragraphe 1.2 (note 1, page 12).

#### 3. Valeurs limites de tension et de courant

##### 3.1 Valeurs limites de tension

###### 3.1.1 Tension inverse de crête

Valeur maximale pour la valeur limite du courant direct moyen spécifié (paragraphe 3.2.1).

###### 3.1.2 Tension inverse de pointe répétitive

Valeur maximale pour la valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1, note 2, page 12).

**CHAPTER I: SEMICONDUCTOR DIODES**  
**SECTION THREE — RECTIFIER DIODES**

INTRODUCTION

This Section gives recommendations regarding ratings, characteristics and other parameters of rectifier diodes.

1. **General**

Rectifier diodes should be specified as ambient rated devices, or as case rated devices.

1.1 *Definitions*

For the relevant definitions, see IEC Publication 147-0.

1.2 *Recommended temperatures*

Many of the ratings and characteristics in this Recommendation are required to be quoted at a temperature of 25 °C and at one other specified temperature.

Unless otherwise stated, the one other specified temperature should be chosen by the manufacturer from the list in IEC Publication 147-0; in addition, temperatures of -40 °C and +35 °C may be used.

2. **Rating conditions**

The ratings given in Clause 3 should be stated under one or more of the following thermal conditions.

2.1 *Ambient rated rectifier diodes*

2.1.1 *Natural convection*

At 25 °C and at one higher temperature taken from the list of recommended temperatures in Sub-clause 1.2. The cooling fluid and pressure (in the case of a gas) should be specified.

2.1.2 *Forced circulation*

At a temperature taken from the list of recommended temperatures in Sub-clause 1.2. The type, pressure and flow of the cooling fluid should be specified.

2.2 *Case rated rectifier diodes*

At a reference point temperature of 55 °C for germanium, and 100 °C for silicon rectifier diodes. For rectifier diodes which are intended to operate at lower temperatures, ratings may be given at a lower temperature (but above 25 °C) chosen by the manufacturer from the list in Sub-clause 1.2 (Note 1, page 13).

3. **Voltage and current ratings (limiting values)**

3.1 *Voltage ratings*

3.1.1 *Crest (peak) working reverse voltage*

Maximum value at the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1).

3.1.2 *Repetitive peak reverse voltage (maximum recurrent reverse voltage) \**

Maximum value at the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1, Note 2, page 13).

\* In future, preference should be given to the first of the two alternative titles.

3.1.3 *Tension inverse de pointe non répétitive*

Valeur maximale pour la valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1, note 2, page 12).

3.1.4 *Tension inverse continue*

Valeur maximale, s'il y a lieu.

3.2 *Valeurs limites de courant*

3.2.1 *Courant direct moyen (note 3, page 12)*

Pour un circuit monophasé simple alternance avec une charge résistive. De plus, on devra donner des facteurs de conversion pour les autres circuits.

3.2.2 *Courant direct de pointe répétitif*

S'il y a lieu.

3.2.3 *Courant direct de surcharge prévisible (note 3)*

3.2.4 *Courant direct (non répétitif) de surcharge accidentelle (note 4, page 12)*

3.2.5 *Courant direct continu*

4. **Valeurs limites de fréquence**

S'il y a lieu, les fréquences maximale et/ou minimale pour lesquelles les valeurs limites de tension et courant de l'article 3 s'appliquent.

5. **Valeurs limites de dissipation de puissance**

Une courbe montrant la dissipation de puissance maximale permise du dispositif en fonction de la température du fluide de refroidissement (les autres conditions de refroidissement étant spécifiées) ou en fonction de la température du point de référence.

6. **Valeurs limites de température**

6.1 *Diodes de redressement à température ambiante spécifiée et à température de boîtier spécifiée*

Températures minimale et maximale du fluide de refroidissement ou du point de référence entre lesquelles les valeurs limites de tension du paragraphe 3.1 s'appliquent.

6.2 *Diodes de redressement à température de boîtier spécifiée seulement*

Température maximale du point de référence pour laquelle les valeurs limites de courant du paragraphe 3.2 s'appliquent.

6.3 *Toutes les diodes de redressement*

Températures de stockage minimale et maximale.

7. **Caractéristiques électriques**

7.1 *Caractéristiques directes*

S'il y a lieu, des courbes montrant la valeur instantanée de la tension directe en fonction du courant direct jusqu'à la valeur de pointe du courant correspondant à la valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1) à une température de 25 °C et à une autre température plus élevée choisie dans la liste des températures (paragraphe 1.2) dans des conditions de refroidissement spécifiées.

3.1.3 *Non-repetitive peak reverse voltage (peak transient reverse voltage) \**

Maximum value at the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1, Note 2, page 13).

3.1.4 *Continuous (direct) reverse voltage*

Maximum value, where appropriate.

3.2 *Current ratings*

3.2.1 *Mean forward current (Note 3, page 13)*

For single-phase half-wave circuit with resistive load. In addition, conversion factors for other circuits should be given.

3.2.2 *Repetitive peak forward current*

Where appropriate.

3.2.3 *Overload forward current (Note 3)*

3.2.4 *Surge (non-repetitive) forward current (Note 4, page 13)*

3.2.5 *Continuous (direct) forward current*

4. **Frequency ratings (limiting values)**

Where applicable, the maximum and/or minimum frequencies for which the voltage and current ratings in Clause 3 apply.

5. **Power dissipation ratings (limiting values)**

A curve showing maximum permissible power dissipation of the device versus cooling fluid temperature (other cooling conditions being specified) or versus reference point temperature.

6. **Temperature ratings (limiting values)**

6.1 *Ambient rated and case rated rectifier diodes*

Minimum and maximum cooling fluid or reference point temperatures between which the voltage ratings in Sub-clause 3.1 apply.

6.2 *Case rated rectifier diodes only*

Maximum reference point temperature for which the current ratings in Sub-clause 3.2 apply.

6.3 *All rectifier diodes*

Minimum and maximum storage temperatures.

7. **Electrical characteristics**

7.1 *Forward characteristics*

Where appropriate, curves showing instantaneous value of forward voltage versus forward current up to the peak value of the current corresponding to the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1) at a temperature of 25 °C, and at one other higher temperature chosen from the list of temperatures (Sub-clause 1.2) under specified cooling conditions.

---

\* In future, preference should be given to the first of the two alternative titles,

## 7.2 Tension directe (dans des conditions d'équilibre thermique)

### 7.2.1 Tension directe continue

Une valeur maximale pour la valeur limite du courant direct continu permanent à une température du fluide de refroidissement ou du point de référence de 25 °C.

### 7.2.2 Tension directe de crête

S'il y a lieu, une valeur maximale pour le courant direct de crête correspondant à la valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1) à une température du fluide de refroidissement ou du point de référence de 25 °C.

## 7.3 Courant inverse

La valeur maximale pour la tension inverse égale à la valeur limite de la tension inverse de crête à une température du fluide de refroidissement ou du point de référence de 25 °C.

On indiquera une deuxième valeur à l'une des températures suivantes, suivant le cas :

- a) la température la plus élevée du paragraphe 2.1.1; ou
- b) la température spécifiée du paragraphe 2.1.2; ou
- c) la température choisie du paragraphe 2.2.

Ou bien, cette deuxième valeur peut être indiquée pour les conditions de dissipation produite par le courant direct moyen approprié à sa valeur limite.

## 7.4 Perte de puissance totale

Seulement pour les diodes de redressement à température de boîtier spécifiée, une courbe montrant la perte de puissance totale maximale en fonction du courant direct moyen à la valeur limite de la tension inverse de crête. On donnera une courbe pour chacune des conditions de circuit indiquées au paragraphe 3.2.1 (note 1, page 12).

## 8. Données mécaniques

Voir la Publication 147-0 de la CEI.

## 9. Données d'applications

Quand les diodes de redressement à semiconducteurs sont connectées en série ou en parallèle, il est nécessaire de considérer non seulement la division de la tension et du courant dans le fonctionnement stable, mais aussi l'effet d'accumulation des porteurs pendant la commutation.

### 9.1 Fonctionnement en régime stable (comprenant les surcharges)

#### 9.1.1 Fonctionnement en série

Afin d'obtenir une division convenable de la tension dans le montage en série, une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent être employées :

- 1) Diviseurs de tension en parallèle, composés de résistances.
- 2) Diviseurs de tension en parallèle, composés de capacités.
- 3) Caractéristiques inverses appareillées à l'usine.
- 4) Transformateurs à enroulements multiples (non applicables aux circuits monophasés simple alternance).
- 5) Egalisation de la température par montage sur un radiateur commun.

On devra consulter le fabricant pour les recommandations détaillées.

## 7.2 *Forward voltage (under thermal equilibrium conditions)*

### 7.2.1 *Continuous (direct) forward voltage*

A maximum value at the rated continuous (direct) forward current at a cooling fluid or reference point temperature of 25 °C.

### 7.2.2 *Crest (peak) forward voltage*

Where appropriate, a maximum value at the peak forward current corresponding to the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1) at a cooling fluid or reference point temperature of 25 °C.

## 7.3 *Reverse current*

The maximum value, at a value of reverse voltage equal to the rated crest (peak) working reverse voltage at a cooling fluid or reference point temperature of 25 °C.

A second value should be quoted at one of the following temperatures as appropriate:

- a) the one higher temperature of Sub-clause 2.1.1; or
- b) the temperature specified under Sub-clause 2.1.2; or
- c) the temperature chosen under Sub-clause 2.2.

Alternatively, this second value may be stated under conditions of dissipation produced by the appropriate rated mean forward current.

## 7.4 *Total power loss*

For case rated rectifier diodes only, a curve showing the maximum total power loss as a function of mean forward current at the rated crest (peak) reverse working voltage. A curve should be given for each of the circuit conditions referred to in Sub-clause 3.2.1 (Note 1, page 13).

## 8. **Mechanical data**

See IEC Publication 147-0.

## 9. **Application data**

With series or parallel connection of semiconductor rectifier diodes, it is necessary to consider not only the division of voltage or current in steady state operation, but also carrier storage effect during commutation.

### 9.1 *Steady state operation (including overload)*

#### 9.1.1 *Series operation*

In order to obtain proper division of voltage in a series connection, one or more of the following methods can be used:

- 1) Parallel resistive voltage dividers.
- 2) Parallel capacitive voltage dividers.
- 3) Factory matched reverse characteristics.
- 4) Multiple transformer windings (not applicable to single-phase half-wave circuits).
- 5) Temperature equalization by mounting on a common heat sink.

The manufacturer should be consulted for detailed recommendations.

### 9.1.2 *Fonctionnement en parallèle*

Afin d'obtenir une division convenable du courant dans un montage en parallèle, une ou plusieurs des méthodes suivantes peuvent être employées:

- 1) Caractéristiques directes appareillées à l'usine.
- 2) Addition d'une résistance ou d'une réactance en série avec chaque diode.
- 3) Equilibrage des transformateurs ou transformateurs à enroulements séparés.
- 4) Egalisation de la température par montage sur un radiateur commun.

On devra consulter le fabricant pour des recommandations détaillées.

## 9.2 *Conditions pour les transitoires*

### 9.2.1 *Surtension transitoire due à l'effet d'accumulation des porteurs*

Le courant de la diode pendant la commutation peut changer rapidement à cause des effets d'accumulation des porteurs, et, associé avec l'inductance du circuit, peut produire une tension oscillante. Cette tension transitoire ajoutée à la tension appliquée peut souvent dépasser la valeur limite de tension inverse de la diode.

En ajoutant une capacité en dérivation, on augmentera le temps de recouvrement de la diode et on réduira la surtension transitoire.

On devra consulter le fabricant pour des recommandations détaillées.

### 9.2.2 *Division de la tension des diodes connectées en série pendant la commutation*

Dans un circuit de diodes connectées en série, des différences dans le temps de recouvrement des diodes peuvent produire une division inégale de la tension pendant la commutation. On peut réduire tout déséquilibre par une capacité en dérivation sur chaque diode de la chaîne série. On peut choisir à cet effet les capacités mentionnées au paragraphe 9.1.1.

On devra consulter le fabricant pour des recommandations détaillées.

*Notes 1.* — La valeur limite de la température du point de référence ne doit pas être dépassée dans les conditions les plus défavorables de combinaison des caractéristiques de pertes de puissance et de radiateurs, et l'ingénieur d'études de l'équipement devra tenir compte des dispersions de production relatives à ces deux ensembles de caractéristiques.

2. — On devra indiquer toutes les qualifications (par exemple de temps, d'énergie, etc.) applicables à ces valeurs limites.

3. — La valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1) est indiquée en supposant qu'aucune surcharge ne se produit.

La valeur limite de surcharge (paragraphe 3.2.3) est donnée pour un courant présentant essentiellement la même forme d'onde, appliqué pendant une durée spécifiée après un fonctionnement permanent à un courant spécifié inférieur à la valeur limite du courant direct moyen (paragraphe 3.2.1). On peut donner séparément des valeurs limites de courant direct moyen supplémentaires pour des facteurs d'utilisation spécifiés.

4. — La valeur limite du courant de surcharge accidentelle sera normalement exprimée sous forme d'une courbe montrant le courant maximal permis en fonction du temps, depuis le temps zéro jusqu'à un temps maximal équivalent à environ une demi-période et commençant avec le dispositif supportant sa pleine charge à sa température de fonctionnement.

### 9.1.2 *Parallel operation*

In order to obtain proper division of current in a parallel connection, one or more of the following methods can be used:

- 1) Factory matched forward characteristics.
- 2) The addition of resistance or reactance in series with each diode.
- 3) Balancing transformers or separate transformer windings.
- 4) Temperature equalization by mounting on a common heat sink.

The manufacturer should be consulted for detailed recommendations.

## 9.2 *Transient conditions*

### 9.2.1 *Transient overvoltage due to carrier storage effect*

The diode current during commutation may change rapidly due to carrier storage effects, and if associated with circuit inductance, can produce an oscillatory voltage. This transient voltage, together with the applied voltage, may often exceed the reverse voltage rating of the diode.

An added shunt capacitance will lengthen the diode recovery time and reduce the transient overvoltage.

The manufacturer should be consulted for detailed recommendations.

### 9.2.2 *Voltage division of series connected diodes during commutation*

In a series connection of diodes, differences in diode recovery times may produce an unequal voltage division during commutation. Any unbalance may be reduced by a capacitance shunting each diode of the series chain. The capacitors mentioned under Sub-clause 9.1.1 may be chosen to meet this purpose.

The manufacturer should be consulted for detailed recommendations.

*Notes 1.* — The reference point temperature rating must not be exceeded under the worst possible combination of power losses and heat sink characteristics, and allowance must be made by the equipment designer for the production spreads of both these characteristics.

2. — Any qualifications (e.g. of time, energy, etc.) applicable to these ratings should be stated.

3. — The rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1) is given on the assumption that no overload occurs.

The overload rating (Sub-clause 3.2.3) is given for a current of essentially the same waveshape, applied for a specified time after continuous service at a specified current lower than the rated mean forward current (Sub-clause 3.2.1). Additional mean forward current ratings may be given separately for specified duty cycles.

4. — The surge current rating will normally be expressed as a curve showing the maximum permissible current versus time, starting from zero time up to a maximum time equivalent to about half a cycle, starting with the device fully loaded and at its working temperature.

## CHAPITRE III: THYRISTORS

### SECTION UN — THYRISTORS TRIODES BLOQUÉS EN INVERSE

#### INTRODUCTION

Cette section donne des recommandations concernant les valeurs limites, les caractéristiques et autres paramètres des thyristors triodes bloqués en inverse soit de type P, soit de type N.

Les thyristors blocables ne sont pas spécifiquement couverts par ces recommandations. Le terme « thyristor triode bloqué en inverse » a été abrégé dans le texte en « thyristor ».

#### 1. Généralités

On doit spécifier les thyristors comme des dispositifs à température ambiante spécifiée, ou comme des dispositifs à température de boîtier spécifiée.

##### 1.1 Définitions

Pour les définitions relatives à ce sujet, voir la Publication 147-0 de la CEI.

##### 1.2 Températures recommandées

Plusieurs des valeurs limites et caractéristiques de cette recommandation exigent d'être indiquées à une température de 25 °C et à une autre température spécifiée.

Sauf précision contraire, l'autre température spécifiée devra être choisie par le fabricant dans la liste donnée par la Publication 147-0 de la CEI; en outre, les températures de - 40 °C et de + 35 °C peuvent être utilisées.

#### 2. Conditions pour les valeurs limites

Les valeurs limites données à l'article 3 devront être indiquées pour une ou plusieurs des conditions thermiques suivantes.

##### 2.1 Thyristors à température ambiante spécifiée

###### 2.1.1 Convection libre

A 25 °C et à une température plus élevée de la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2. Le fluide de refroidissement et la pression (dans le cas d'un gaz) seront spécifiés.

###### 2.1.2 Circulation forcée

A une température de la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2. Le type, la pression et le débit du fluide de refroidissement seront spécifiés.

##### 2.2 Thyristors à température de boîtier spécifiée

A une température de point de référence, choisie dans la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2.

#### 3. Valeurs limites de tension et de courant

##### 3.1 Tensions anode/cathode

###### 3.1.1 Tension inverse de crête

Valeur maximale pour des conditions spécifiées.

**CHAPTER III: THYRISTORS**  
**SECTION ONE — REVERSE BLOCKING TRIODE THYRISTORS**

**INTRODUCTION**

This Section gives recommendations regarding ratings, characteristics and other parameters of reverse blocking triode thyristors, which may be of the “P gate” or “N gate” types.

Turn-off thyristors are not specifically covered by these Recommendations. The term “reverse blocking triode thyristor” has been abbreviated in the text to “thyristor”.

**1. General**

Thyristors should be specified as ambient rated devices, or as case rated devices.

**1.1 Definitions**

For the relevant definitions, see IEC Publication 147-0.

**1.2 Recommended temperatures**

Many of the ratings and characteristics in this Recommendation are required to be quoted at a temperature of 25 °C and at one other specified temperature.

Unless otherwise stated, the one other specified temperature should be chosen by the manufacturer from the list in IEC Publication 147-0; in addition, temperatures of  $-40\text{ °C}$  and  $+35\text{ °C}$  may be used.

**2. Rating conditions**

The ratings given in Clause 3 should be stated under one or more of the following thermal conditions.

**2.1 Ambient rated thyristors**

**2.1.1 Natural convection**

At 25 °C and at one higher temperature taken from the list of recommended temperatures in Sub-clause 1.2. The cooling fluid and pressure (in the case of a gas) should be specified.

**2.1.2 Forced circulation**

At a temperature taken from the list of recommended temperatures in Sub-clause 1.2. The type, pressure and flow of the cooling fluid should be specified.

**2.2 Case rated thyristors**

At a reference point temperature, taken from the list of recommended temperatures in Sub-clause 1.2.

**3. Voltage and current ratings (limiting values)**

**3.1 Anode/cathode voltages**

**3.1.1 Crest (peak) working reverse voltage**

Maximum value under specified conditions

3.1.2 *Tension inverse de pointe répétitive*

Valeur maximale pour des conditions spécifiées (note 1, page 22).

3.1.3 *Tension inverse de pointe non répétitive*

Valeur maximale pour des conditions spécifiées (note 1).

3.1.4 *Tension inverse continue permanente*

Valeur maximale, s'il y a lieu.

3.1.5 *Tension de pointe à l'état bloqué*

Valeur maximale pour des conditions spécifiées de signal de commande, d'impédance du circuit de gâchette, et une vitesse spécifiée de croissance de la tension d'anode.

3.1.6 *Tension directe continue à l'état bloqué*

Valeur maximale dans des conditions spécifiées de signal de commande et d'impédance du circuit de gâchette, s'il y a lieu.

3.2 *Tension de gâchette (note 2, page 22)*

3.2.1 *Tension directe de pointe de gâchette (anode positive par rapport à la cathode)*

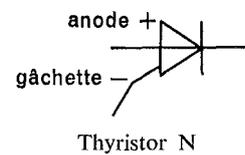
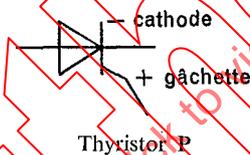
Valeur maximale.

3.2.2 *Tension directe de pointe de gâchette (anode négative par rapport à la cathode)*

Valeur maximale.

3.2.3 *Tension inverse de pointe de gâchette*

Valeur maximale.



Les tensions de gâchette sont appliquées entre les bornes de gâchette et de cathode dans le cas d'un thyristor P (gâchette positive pour une tension directe de gâchette) et entre les bornes d'anode et de gâchette dans le cas d'un thyristor N (anode positive pour une tension directe de gâchette).

3.3 *Courant principal (note 2)*

3.3.1 *Courant moyen à l'état passant (note 3, page 22)*

Valeur maximale pour un circuit monophasé, simple alternance, avec un angle de conduction de 180° et une charge résistive. En outre, les facteurs de conversion pour d'autres circuits devront être donnés.

3.3.2 *Courant de pointe répétitif à l'état passant*

Valeur maximale, s'il y a lieu.

Cette valeur limite devra être exprimée en fonction de l'angle de conduction directe.

3.1.2 *Repetitive peak reverse voltage (maximum recurrent reverse voltage) \**

Maximum value under specified conditions (Note 1, page 23).

3.1.3 *Non-repetitive peak reverse voltage (peak transient reverse voltage) \**

Maximum value under specified conditions (Note 1).

3.1.4 *Continuous (direct) reverse voltage*

Maximum value, where appropriate.

3.1.5 *Peak off-state voltage*

Maximum value under specified conditions of control signal and gate circuit impedance and specified rate of rise of anode voltage.

3.1.6 *Continuous (direct) off-state voltage*

Maximum value under specified conditions of control signal and gate circuit impedance, where appropriate.

3.2 *Gate voltage (Note 2, page 23)*

3.2.1 *Peak forward gate voltage (anode positive with respect to cathode)*

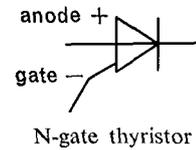
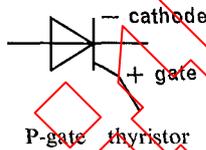
Maximum value.

3.2.2 *Peak forward gate voltage (anode negative with respect to cathode)*

Maximum value.

3.2.3 *Peak reverse gate voltage*

Maximum value.



Gate voltages are applied between gate and cathode terminals of a P-gate thyristor (gate positive for a forward gate voltage), and between anode and gate terminals of an N-gate thyristor (anode positive for a forward gate voltage).

3.3 *Principal current (Note 2)*

3.3.1 *Mean on-state current (Note 3, page 23)*

Maximum value for single-phase half-wave circuit with 180° conduction angle and with resistive load. In addition, conversion factors for other circuits should be given.

3.3.2 *Repetitive peak on-state current*

Maximum value, where appropriate.

This rating should be expressed with relation to the forward conduction angle.

\* In future, preference should be given to the first of the two alternative titles.

3.3.3 *Courant de surcharge à l'état passant (note 3, page 22)*

Valeur maximale pour les mêmes conditions que celles données au paragraphe 3.3.1.

3.3.4 *Courant (non répétitif) de surcharge accidentelle à l'état passant (note 4, page 22)*

Valeur maximale.

3.3.5 *Courant continu à l'état passant*

Valeur maximale, s'il y a lieu.

3.3.6 *Courant de recouvrement inverse de pointe répétitif*

Valeur maximale.

3.4 *Courant de gâchette*

3.4.1 *Courant direct de pointe de gâchette*

Valeur maximale avec la polarité de la tension anode-cathode spécifiée (note 1, page 22).

4. **Valeurs limites de fréquence**

S'il y a lieu, les fréquences maximale et/ou minimale pour lesquelles les valeurs limites de tension et de courant de l'article 3 s'appliquent.

5. **Valeurs limites de dissipation de puissance**

5.1 *Dissipation de puissance totale*

Une courbe montrant la dissipation de puissance maximale permise du dispositif en fonction de la température du fluide de refroidissement (les autres conditions de refroidissement étant spécifiées) ou en fonction de la température du point de référence.

5.2 *Dissipation de puissance de gâchette*

5.2.1 *Puissance moyenne de gâchette*

Valeur maximale.

5.2.2 *Puissance de pointe de gâchette*

Valeur maximale.

Si ces valeurs limites dépendent de la température, une information concernant la réduction de la puissance admissible devra être donnée.

6. **Valeurs limites de température**

6.1 *Thyristors à température ambiante spécifiée et à température de boîtier spécifiée*

Températures minimale et maximale du fluide de refroidissement ou du point de référence entre lesquelles les valeurs limites de tension indiquées aux paragraphes 3.1 et 3.2 s'appliquent.

6.2 *Thyristors à température de boîtier spécifiée seulement*

Température maximale du point de référence pour laquelle les valeurs limites de courant indiquées aux paragraphes 3.3 et 3.4 s'appliquent.

6.3 *Tous les thyristors*

Températures de stockage minimale et maximale.

3.3.3 *Overload on-state current (Note 3, page 23)*

Maximum value for the same conditions as given under Sub-clause 3.3.1.

3.3.4 *Surge (non-repetitive) on-state current (Note 4, page 23)*

Maximum value.

3.3.5 *Continuous (direct) on-state current*

Maximum value, where appropriate.

3.3.6 *Repetitive peak reverse recovery current*

Maximum value.

3.4 *Gate current*

3.4.1 *Peak forward gate current*

Maximum value with anode-to-cathode voltage polarity specified (Note 1, page 23).

4. **Frequency ratings (limiting values)**

Where applicable, the maximum and/or minimum frequencies for which the voltage and current ratings in Clause 3 apply.

5. **Power dissipation ratings (limiting values)**

5.1 *Total power dissipation*

A curve showing maximum permissible dissipation of the device, versus cooling fluid temperature (other cooling conditions being specified) or versus reference point temperature.

5.2 *Gate power dissipation*

5.2.1 *Mean gate power*

Maximum value.

5.2.2 *Peak gate power*

Maximum value.

If these ratings are temperature dependent, derating information should be given.

6. **Temperature ratings (limiting values)**

6.1 *Ambient rated and case rated thyristors*

The minimum and maximum cooling fluid or reference point temperature between which the voltage ratings in Sub-clauses 3.1 and 3.2 apply.

6.2 *Case rated thyristors only*

The maximum reference point temperature for which the current ratings in Sub-clauses 3.3 and 3.4 apply.

6.3 *All thyristors*

Minimum and maximum storage temperatures.

## 7. Caractéristiques électriques

(A une température du fluide de refroidissement ou du point de référence de 25 °C, sauf indication contraire.)

### 7.1 *Caractéristiques à l'état passant*

S'il y a lieu, des courbes montrant la valeur instantanée de la tension à l'état passant en fonction du courant à l'état passant jusqu'à la valeur maximale du courant de pointe répétitif à l'état passant (paragraphe 3.3.2), à une température du fluide de refroidissement ou du point de référence de 25 °C, et à une autre température plus élevée choisie dans la liste des températures recommandées au paragraphe 1.2.

### 7.2 *Tension à l'état passant*

La valeur maximale pour le courant continu maximal à l'état passant (paragraphe 3.3.5) ou pour une autre valeur spécifiée du courant continu à l'état passant.

### 7.3 *Courant hypostatique ou courant de maintien*

Les valeurs maximale et minimale pour des conditions spécifiées.

La valeur maximale du courant hypostatique est la valeur du plus petit courant qui maintiendra tous les thyristors à l'état passant.

La valeur minimale du courant hypostatique est la valeur la plus élevée du courant au-dessous de laquelle tous les thyristors reviendront à l'état bloqué.

### 7.4 *Courant à l'état bloqué*

La valeur maximale pour la valeur maximale de la tension de pointe à l'état bloqué (paragraphe 3.1.5) pour des conditions de température du fluide de refroidissement ou du point de référence spécifiées à 25 °C.

On devra indiquer une deuxième valeur maximale pour la température maximale du fluide de refroidissement ou du point de référence spécifiée au paragraphe 6.1.

### 7.5 *Courant inverse*

La valeur maximale pour la valeur maximale de la tension inverse de crête (paragraphe 3.1.1) pour des conditions de température du fluide de refroidissement ou du point de référence spécifiées à 25 °C.

On devra indiquer une deuxième valeur maximale pour la température maximale du fluide de refroidissement ou du point de référence spécifiée au paragraphe 6.1.

### 7.6 *Courant d'amorçage par la gâchette*

### 7.7 *Tension d'amorçage par la gâchette*

Les valeurs des courant et tension de gâchette nécessaires pour provoquer l'amorçage de tous les thyristors à une faible tension anode-cathode spécifiée. Les autres conditions affectant les valeurs de ces caractéristiques devront être spécifiées.

### 7.8 *Courant de non-amorçage par la gâchette*

### 7.9 *Tension de non-amorçage par la gâchette*

Les valeurs des courant et tension de gâchette qui ne provoqueront pas l'amorçage de tous les thyristors à la valeur maximale de la tension de pointe à l'état bloqué. Toutes les autres conditions affectant les valeurs de ces caractéristiques devront être spécifiées.