

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60151-13**

Première édition  
First edition  
1966-01

---

---

**Mesures des caractéristiques électriques  
des tubes électroniques**

**Partie 13:**

**Méthodes de mesure du courant d'émission des  
tubes électroniques à vide, à cathode chaude**

**Measurements of the electrical properties  
of electronic tubes and valves**

**Part 13:**

**Methods of measurement of emission current  
from hot cathodes for high-vacuum electronic  
tubes and valves**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60151-13: 1966

## Numéros des publications

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI\***
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60151-13**

Première édition  
First edition  
1966-01

---

---

**Mesures des caractéristiques électriques  
des tubes électroniques**

**Partie 13:**

**Méthodes de mesure du courant d'émission des  
tubes électroniques à vide, à cathode chaude**

**Measurements of the electrical properties  
of electronic tubes and valves**

**Part 13:**

**Methods of measurement of emission current  
from hot cathodes for high-vacuum electronic  
tubes and valves**

© IEC 1966 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**F**

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES  
ÉLECTRONIQUES**

**Treizième partie: Méthodes de mesure du courant d'émission des tubes électroniques  
à vide, à cathode chaude**

---

**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 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 recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 39 de la CEI: Tubes électroniques.

Elle fait partie d'une série de publications traitant des mesures des caractéristiques des tubes électroniques. Le catalogue des publications de la CEI donne tous renseignements sur les autres parties de cette série.

Le premier projet fut discuté lors d'une réunion tenue à Interlaken en 1961, à la suite de quoi un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle de Six Mois en décembre 1963.

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

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

---

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC  
TUBES AND VALVES**

**Part 13: Methods of measurement of emission current from hot cathodes for high-vacuum  
electronic tubes and valves**

---

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 Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 39, Electronic Tubes and Valves.

It forms one of a series dealing with the measurement of the electrical properties of electronic tubes and valves. Reference should be made to the current catalogue of IEC Publications for information on the other parts of the series.

The first draft was discussed at a meeting held in Interlaken in 1961 and, as a result, a draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1963.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 13:

Belgium	Korea (Republic of)
China (People's Republic of)	Netherlands
Czechoslovakia	Poland
Denmark	South Africa
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	Turkey
Israel	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America

---

## MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

### Treizième partie: Méthodes de mesure du courant d'émission des tubes électroniques à vide, à cathode chaude

#### 1. Domaine d'application

Cette recommandation est fondée sur la pratique courante des mesures du courant d'émission des tubes électroniques à vide, à cathode chaude. Elle ne doit pas être considérée comme une recommandation prise au sens de « norme », car une description plus détaillée des méthodes de mesure est nécessaire si l'on veut que les résultats des mesures basées sur ces principes soient comparables dans des tolérances définies.

#### 2. Définitions

##### 2.1 Emission électronique

Emission d'électrons par une surface dans l'espace environnant (VEI 07-20-005, deuxième édition).

(Note. — Cette expression est aussi employée comme synonyme d'« émission »)

##### 2.2 Emission — Pouvoir émissif

Nombre d'électrons émis par une surface dans l'unité de temps (VEI 07-20-035, deuxième édition).

##### 2.3 Courant d'émission

Courant résultant du flux électronique émis par une surface (VEI 07-20-045, deuxième édition).

Note. — En ce qui concerne cette recommandation, le courant d'émission d'un tube électronique est le courant dû aux électrons émis par la cathode en direction de celles des autres électrodes qui se trouvent à un potentiel positif par rapport à la cathode.

#### 3. Théorie

Lorsqu'on étudie le courant d'émission d'un tube électronique à vide et que l'on trace la courbe des variations de ce courant d'émission en fonction de la tension appliquée aux électrodes, on obtient en général une courbe dont l'allure est représentée à la figure 1, page 10.

La partie inférieure de la courbe peut être exprimée par l'équation:

$$I = KV^{3/2}.$$

Cette équation n'est plus satisfaisante au-dessus d'une certaine valeur de la tension appliquée, et le point à partir duquel le changement a lieu est mal défini. A et B correspondent à deux régions typiques de la courbe. Dans la région A, la loi du courant d'émission commence à s'écarter de la loi donnée par l'équation et figurée en pointillés sur la courbe. Jusqu'à cette région, le courant n'est limité que par la charge d'espace, tandis que dans la région B, le courant d'émission est limité pratiquement par la température de la cathode.

Bien que le point où la courbe commence à s'écarter de la loi en puissance  $3/2$  ne soit pas nettement défini, diverses méthodes graphiques peuvent être utilisées pour déterminer, si nécessaire, ce point de raccordement ou le point d'inflexion.

## MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES AND VALVES

### Part 13: Methods of measurement of emission current from hot cathodes for high-vacuum electronic tubes and valves

---

#### 1. Scope

This Recommendation is based on current practice on the measurement of emission current from hot cathodes for high-vacuum electronic tubes and valves. It should not be regarded as a Recommendation in the sense of a standard, because a more detailed description of the measuring methods is needed if measuring results on the basis of these principles have to be comparable within definite tolerances.

#### 2. Definitions

##### 2.1 *Electron emission*

The liberation of electrons from a surface into the surrounding space (IEV 07-20-005, second edition).

(Note. — This term is also used as a synonym of “emission”).

##### 2.2 *Emission*

The rate of emission of electrons (IEV 07-20-035, second edition).

##### 2.3 *Emission current*

The current resulting from electron emission (IEV 07-20-045, second edition).

Note. — For the purpose of this Recommendation, the emission current of an electronic tube or valve is the current due to the electrons emitted by its cathode and flowing to those other electrodes which are at a positive potential with respects to the cathode.

#### 3. Theory

When the emission current of a high-vacuum electronic tube or valve is studied and a curve plotted showing how the emission current varies with applied electrode voltage, a curve of the form shown in Figure 1, page 10, is usually obtained.

The lower part of the curve can be expressed by the equation:

$$I = KV^{3/2}.$$

This equation is not valid above a certain value of applied voltage, and the point at which the change takes place is not clearly defined. A and B indicate two typical regions of the curve. In the region marked A, the law of emission current commences to depart from the law of the equation shown by the dotted line on the curve. Up to this region, the current is limited only by the space charge whilst in the region marked B, the emission current is limited in practice by the temperature of the cathode.

Although the point where the curve begins to depart from the three halves power law is not clearly defined, various graphical methods can be used to arrive at the points of flexion or inflexion if these are required.

#### 4. Méthodes de mesure

##### 4.1 Méthodes utilisant une tension continue ou alternative

###### 4.1.1 Méthode 1A (tension continue)

La méthode la plus simple pour effectuer une mesure d'émission est indiquée à la figure 2, page 10.

Le filament xx du tube est branché sur une source convenable; les électrodes sont reliées de façon à constituer une anode de diode et sont branchées, par l'intermédiaire d'un ampèremètre à courant continu A, à une source de tension continue mesurée par le voltmètre V. La résistance de l'ampèremètre doit être compensée.

En général, cette méthode ne peut être utilisée pour les mesures dans la région B de la figure 1, car les courants et tensions correspondants pourraient endommager le tube.

###### 4.1.2 Méthode 1B (tension alternative)

Dans ce cas, la source de tension est alternative et il importe d'indiquer l'impédance de la source et le type d'appareil de mesure de tension et de courant.

Cette méthode est d'un moindre degré de raffinement et est couramment utilisée pour des mesures comparatives.

###### 4.1.3 Précautions

Il faut noter que les valeurs de courant d'émission obtenues dans les deux cas ci-dessus ne seront pas les mêmes.

Dans certains cas, il peut être nécessaire d'utiliser, en série avec le tube en mesure, une résistance limitant le courant et il faut alors en tenir compte lors du réglage de la tension appliquée.

Il est recommandé que le temps de mesure soit court.

##### 4.2 Méthodes utilisant une impulsion de tension

###### 4.2.1 Méthode 2A

Si l'on désire mesurer le courant d'émission en un point situé vers le haut de la courbe  $I/V$ , d'autres méthodes doivent être utilisées car les valeurs élevées des courants et des dissipations risquent d'endommager le tube. Dans ce cas, une méthode normale est d'appliquer une impulsion de tension et d'enregistrer l'impulsion de courant en résultant; un circuit simple permettant cela est donné à la figure 3, page 10.

L'impulsion de tension fournie par un générateur d'impulsions approprié est appliquée aux bornes A et B et le courant qui en résulte, s'écoulant à travers une résistance R de faible valeur, provoque une impulsion de tension entre les bornes C et B où cette impulsion peut être mesurée à l'aide d'un voltmètre de crête approprié ou d'un oscilloscope.

###### 4.2.2 Méthode 2B

Pour des types de tubes électroniques plus puissants, on peut utiliser le circuit de la figure 4, page 11; son avantage est que le générateur d'impulsions branché dans le circuit de la grille de commande peut être de puissance inférieure à celui que nécessiterait la méthode 2A, la majeure partie de la puissance d'impulsion étant fournie par la source continue qui alimente les électrodes reliées ensemble.



## 4. Methods of measurement

### 4.1 *D.C. or a.c. voltage methods*

#### 4.1.1 *Method 1A (d.c. voltage)*

The simplest method of taking a measurement of emission current is shown in Figure 2, page 10.

The heater xx of the electronic tube or valve is connected to a suitable supply; the electrodes are strapped to form a diode anode and are connected via the direct current meter A to a source of direct voltage measured by the voltmeter V. Compensation should be made for the resistance of the current meter.

This method of measurement cannot be used in general for measurement in the region marked B of Figure 1, because the currents and voltages present in this region might damage the electronic tube or valve.

#### 4.1.2 *Method 1B (a.c. voltage)*

In this case, the voltage source is alternating and it is important that the source impedance and the type of voltage and current measuring instruments should be stated.

This method is of least refinement and is commonly used for comparative measurements.

#### 4.1.3 *Precautions*

It should be noted that the value of emission current obtained in the above two cases will not be the same.

In some circumstances, a current-limiting resistor in series with the tube or valve being measured may be required and, when used, due allowance must be made when setting up the applied voltage.

It is desirable to keep the measuring time short.

### 4.2 *Pulse voltage methods*

#### 4.2.1 *Method 2A*

If it is desired to measure emission current at a point high up on the  $I/V$  curve, other methods are necessary, as the high currents and dissipations involved are likely to damage the tube or valve. A normal method in this case is to apply a voltage pulse and to record the resulting current pulse; a simple circuit whereby this may be carried out is given in Figure 3, page 10.

The voltage pulse supplied by a suitable pulse generator is applied to terminals A and B and the resulting current, flowing through the small value resistor R, causes a voltage pulse to appear across its terminals C and B where it may be measured by a suitable peak reading voltmeter and/or an oscilloscope.

#### 4.2.2 *Method 2B*

For certain larger types of electronic tubes or valves, the circuit shown in Figure 4, page 11, may be used; it has the advantage that the pulse generator which is connected in the control grid circuit can be of smaller power than the pulse generator required in Method 2A, most of the pulse power being provided by the d.c. supply to the strapped electrodes.

La source continue alimentant la grille de commande est réglée de façon telle que le tube est bloqué entre les impulsions. L'impédance de cette source continue doit être faible et rester sensiblement constante pendant la durée de l'impulsion. L'impulsion de courant est mesurée, comme dans la méthode 2A, grâce à l'impulsion de tension qui en résulte aux bornes d'une résistance R ayant une faible valeur appropriée, insérée dans le circuit de cathode.

#### 4.2.3 Précautions

Dans ces méthodes, il faut s'assurer que les impulsions de tension sont définies avec précision en ce qui concerne leur amplitude, leur durée et leur fréquence, et que leur forme, définie par les temps de montée et de descente, est aussi convenablement déterminée. La durée d'impulsion et la fréquence de répétition doivent être adaptées au type de cathode et à l'application, et doivent être de nature telle que la surface émissive ne soit pas détériorée par la mesure.

Les générateurs d'impulsions produisant souvent une pointe de tension au début de l'impulsion, il faut en tenir compte dans le dispositif détectant le courant, soit en déterminant par examen de la pointe à l'oscilloscope si son effet peut être négligé, soit en réglant la constante de temps du détecteur pour éliminer cet effet, si besoin est.

Il faut remarquer que la résistance dans le circuit de cathode, utilisée pour déterminer le courant d'impulsion, doit être pratiquement non inductive.

#### 4.2.4 Caractéristiques de l'impulsion

L'amplitude de l'impulsion est définie par la valeur maximale (excluant la pointe) d'une courbe lisse passant par la moyenne des fluctuations du sommet de l'impulsion (voir figure 5, page 11).

##### 4.2.4.1 Impulsion de tension

La largeur de pointe tolérable, mesurée à la base de la pointe, ne doit pas dépasser 10 % de la durée d'impulsion ( $tp$ ). La largeur de l'impulsion, pour une amplitude de 90 % de l'amplitude d'impulsion, ne doit pas être inférieure à 80 % de la durée d'impulsion ( $tp$ ). Le temps de montée ( $tr$ ) ne doit pas dépasser 10 % de la durée d'impulsion ( $tp$ ) et le temps de descente ( $tf$ ) ne doit pas dépasser 20 % de la durée d'impulsion ( $tp$ ).

Une définition pratique de la forme de ces impulsions de tension est donnée à la figure 5.

##### 4.2.4.2 Impulsion de courant

Il peut être souhaitable de définir des limites d'acceptation sur la forme aussi bien que sur l'amplitude de l'impulsion de courant car, dans certaines circonstances, il peut se produire une décroissance dans le courant d'impulsion pendant la durée de celle-ci (figure 6, page 11).

The d.c. supply to the control grid is adjusted so that the electronic tube or valve is cut off between pulses. The impedance of this d.c. supply must be low and must remain substantially constant during the pulse time. The current pulse is measured, as in the case of Method 2A, by means of the resulting voltage pulse developed across the resistor  $R$  of suitable small value connected in the cathode circuit.

#### 4.2.3 *Precautions*

In these methods, it is necessary to ensure that the voltage pulses are accurately defined with respect to their amplitude, duration and frequency and that their shape, as defined by the rise time and the fall time, is also adequately controlled. The pulse duration and repetition frequency should be appropriate to the type of cathode and the application, and should be of such a nature that the emitting surface is not damaged by the measurement.

As pulse generators often produce an initial voltage spike, arrangements should be made in the current-detecting device, either to observe on an oscilloscope the initial spike to determine whether its effect may be discounted, or to adjust the time constant of the detector to eliminate the effect, if this is justified.

It should also be noted that the resistance in the cathode circuit used to determine the pulse current should be substantially non-inductive.

#### 4.2.4 *Pulse characteristics*

The pulse amplitude should be defined as the maximum value (excluding spike) of a smooth curve through the average of the fluctuation over the top portion of the pulse (see Figure 5, page 11).

##### 4.2.4.1 *Voltage pulse*

The allowable spike width measured at the base of the spike should not exceed 10% of the pulse duration ( $tp$ ). The width of the pulse, at an amplitude 90% of the pulse amplitude, should not be less than 80% of the pulse duration ( $tp$ ). The time of rise ( $tr$ ) should not exceed 10% of the pulse duration ( $tp$ ) and the time of fall ( $tf$ ) should not exceed 20% of the pulse duration ( $tp$ ).

A suitable definition of the shape of these voltage pulses is given in Figure 5.

##### 4.2.4.2 *Current pulse*

It may be desirable to place some acceptance limit on the shape as well as the amplitude of the current pulse, as in certain circumstances there may be some falling off in the pulse current during its own pulse time as shown in Figure 6, page 11.

---