

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-15

Première édition
First edition
1967-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 15:
Méthodes de mesure des courants parasites
d'électrodes**

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

**Part 15:
Methods of measurement of spurious and
unwanted electrode currents**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60151-15: 1967

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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**

60151-15

Première édition
First edition
1967-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 15:
Méthodes de mesure des courants parasites
d'électrodes**

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

**Part 15:
Methods of measurement of spurious and
unwanted electrode currents**

© IEC 1967 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

Q

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
1. Objet	6
2. Théorie générale	6
3. Définitions générales	6
4. Courant négatif de grille	8
5. Emission thermoélectronique de grille	12
6. Emission secondaire de grille	14
7. Emission thermoélectronique d'anode	16
8. Isolement entre électrodes	18
9. Courant entre filament et cathode	20
ANNEXE — Méthode d'analyse du courant négatif de grille	24
FIGURES	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
1. Scope	7
2. General basic theory	7
3. General definitions	7
4. Negative grid current	9
5. Thermionic grid emission	13
6. Secondary grid emission	15
7. Thermionic anode emission	17
8. Inter-electrode insulation	19
9. Current between heater and cathode	21
APPENDIX — Method of analysis of negative grid current	25
FIGURES	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES
ÉLECTRONIQUES

Quinzième partie: Méthodes de mesure des courants parasites d'électrodes

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 électriques 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 de la réunion tenue à Nice en 1962 et un projet révisé fut discuté lors de la réunion tenue à Aix-les-Bains en 1964, à la suite de quoi un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mai 1965.

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

Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Chine (République Populaire de)	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes
Italie	Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 15: Methods of measurement of spurious and unwanted electrode currents

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 measurements 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 Nice in 1962, and a revised project was discussed at a meeting in Aix-les-Bains in 1964 and, as a result, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in May 1965.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 15:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
China (People's Republic of)	Romania
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

Quinzième partie : Méthodes de mesure des courants parasites d'électrodes

1. Objet

Cette recommandation est fondée sur la pratique courante des mesures de courants parasites d'électrodes. 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.

Cette recommandation ne s'applique pas aux tubes à gaz.

2. Théorie générale

Lorsqu'on fait fonctionner un tube électronique on peut constater la présence de courants parasites d'électrodes. Ils sont en général de faible importance et peuvent être dus à des effets autres que ceux provenant directement de l'émission normale de cathode. Ces courants parasites dérivent de l'une ou plusieurs des causes suivantes :

- a) Emission thermoélectronique d'éléments autres que la cathode.
- b) Emission secondaire d'une électrode.
- c) Fuites entre éléments soumis à une différence de potentiel.
- d) Ionisation du gaz résiduel.
- e) Emission causée par plusieurs sortes de rayonnements extérieurs (par exemple émission photo-électrique).

Ces effets étant fortement influencés par la température des divers éléments, on doit prendre soin que les conditions de fonctionnement requises pour le tube soient maintenues tout au long des mesures.

3. Définitions générales

3.1 *Courant positif de grille*

On dit que le courant de grille est positif lorsque le flux d'électrons se dirige de la sortie de grille vers le circuit extérieur.

3.2 *Courant négatif de grille*

On dit que le courant de grille est négatif lorsque le flux d'électrons se dirige du circuit extérieur vers la sortie de grille.

3.3 *Courant d'émission primaire*

Courant d'émission électronique résultant directement de la température d'une surface, de l'action d'un rayonnement sur une surface, ou de l'application d'un champ électrique à cette surface.

3.4 *Courant d'émission thermoélectronique*

Courant d'émission électronique causé seulement par la température d'une surface émissive.

MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES AND VALVES

Part 15: Methods of measurement of spurious and unwanted electrode currents

1. Scope

This Recommendation is based on current practice on the measurement of spurious and unwanted electrode currents. 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.

This Recommendation does not apply to gasfilled tubes or valves.

2. General basic theory

In operating an electronic tube or valve, it may be found that spurious and unwanted electrode currents flow. These are usually of a small order and may be due to effects other than that directly caused by the normal cathode emission. These spurious and unwanted currents are caused by one or more of the following:

- a) Thermionic emission from elements other than the cathode.
- b) Secondary emission from an electrode.
- c) Leakage between elements having a potential difference.
- d) Ionization of residual gas.
- e) Emission caused by various kinds of external radiation (e.g. photoelectric emission).

Because all these effects are greatly influenced by the temperature of various elements, care must be taken to ensure that the required operating conditions of the tube or valve are maintained during the measurement.

3. General definitions

3.1 *Positive grid current*

The grid current is defined as being positive when the flow of electrons is from the grid terminal to the external circuit.

3.2 *Negative grid current*

The grid current is defined as being negative when the flow of electrons is from the external circuit to the grid terminal.

3.3 *Primary emission current*

Electron emission current due directly to the temperature of a surface, irradiation of a surface or the application of an electric field to a surface.

3.4 *Thermionic emission current*

Electron emission current caused solely by the temperature of an emitting surface.

3.5 *Courant d'émission secondaire*

Courant d'émission électronique résultant directement du bombardement d'une surface par des électrons ou des ions. Pratiquement cette expression désigne l'ensemble des électrons primaires réfléchis par la surface et des électrons secondaires provenant de cette surface.

3.6 *Courant de fuite (VEI 07-27-075) (ou d'isolement)*

Courant de conduction qui circule entre deux ou plusieurs électrodes par tout autre passage qu'à travers l'espace entre électrodes.

3.7 *Courant ionique*

Courant dû aux ions positifs produits par les molécules de gaz résiduel et recueillis par une électrode.

3.8 *Courant entre filament et cathode*

Courant qui circule entre le filament et la cathode lorsqu'ils sont soumis à une différence de potentiel. Cette expression désigne à la fois le courant de fuite et tout courant résultant de l'émission électronique du filament et de la cathode.

3.9 *Emission inverse dans une diode*

Emission thermoélectronique de l'anode.

4. *Courant négatif de grille*

4.1 *Théorie*

Un cas particulier de courant parasite est celui relatif à la première grille, ou grille de commande, d'un tube électronique. La figure 1, page 28, indique une allure typique de courbe de courant de grille de commande pour divers potentiels de grille.

Cette courbe représente plusieurs effets:

Dans la zone A-B, le courant négatif varie dans le même sens que le potentiel appliqué, et provient normalement de fuites à travers les isolateurs, ou à leur surface, ainsi que de l'émission thermoélectronique ou photoélectrique de la grille.

Dans la zone B-C, le courant de grille est causé principalement par ionisation du gaz résiduel dans le tube, et sa valeur est proportionnelle au courant cathodique.

L'accroissement du courant négatif de grille de commande ralentit lorsque la grille devient moins négative parce qu'un courant additionnel commence à circuler dans la direction opposée lorsque le potentiel négatif de la grille de commande est trop faible pour s'opposer à la réception des électrons dus à la charge d'espace proche de cette électrode.

Ce dernier effet augmente rapidement lorsque le potentiel de grille de commande devient moins négatif, puis positif, et ceci apparaît dans la zone C-E.

Note. — On peut voir sur la figure 1 que le courant de grille de commande devient positif pour un potentiel légèrement négatif D, qui est généralement appelé tension de départ du courant de grille ou tension de blocage du courant de grille.

Dans certains types de tubes électroniques, il est nécessaire de mesurer ce potentiel, et pour des raisons pratiques il est pris égal à celui pour lequel un léger courant positif de grille de commande circule (en général entre 0,1 μ A et 0,3 μ A pour les tubes de réception). Il faut noter que le potentiel de départ du courant de grille peut varier légèrement lorsque des tensions sont appliquées aux autres électrodes et qu'en conséquence les conditions de mesure doivent être indiquées.

3.5 *Secondary emission current*

Electron emission current due directly to the bombardment of a surface by electrons or ions. Practically the term includes both primary electrons reflected from the surface and secondary electrons detached from it.

3.6 *Leakage current (IEV-07-27-075) (or insulation current)*

A conduction current which flows between two or more electrodes by any path other than across the vacuous space between the electrodes.

3.7 *Ion current*

Current due to positive ions which are created from residual gas molecules and which are collected by an electrode.

3.8 *Current between heater and cathode*

The current which flows between the heater and the cathode when these have a potential difference. The term includes both leakage current and any current due to electron emission from the heater and the cathode.

3.9 *Reverse emission in a diode (back emission)*

Thermionic emission from the anode.

4. **Negative grid current**

4.1 *Theory*

A special case of spurious current is that relating to the first or control grid of an electronic tube or valve. In Figure 1, page 28, the shape of a typical control grid current curve for varying grid potentials is shown.

This curve shows several effects:

In Region A-B, the negative current varies in the same sense as the applied potential and is due normally to leakage through or across the surfaces of insulators and also to thermionic and/or photoelectric emission from the grid.

In Region B-C, the grid current is principally caused by ionization of the residual gas in the tube or valve, and its amount varies directly with the cathode current.

The increase of negative control grid current lessens as the grid becomes still less negative because an additional current starts to flow in the opposite direction when the negative potential on the control grid is too small to oppose the collection of electrons from the space charge adjacent to this electrode.

This last effect rapidly increases as the control grid potential becomes less negative and then positive, and this is shown in the region C-E.

Note. — It will be seen from Figure 1 that the control grid current becomes positive at some slightly negative potential D, which is usually quoted as the grid current start voltage or the grid current cut-off voltage.

In certain types of electronic tubes and valves, it is necessary to measure this potential, and for practical convenience it is taken as that potential at which a small positive control grid current flows (usually between $0.1\mu\text{A}$ and $0.3\mu\text{A}$ for receiving tubes or valves). It should be noted that the grid current start voltage may differ slightly when the other electrodes have applied potentials; therefore the measurement conditions should be stated.

4.2 Méthodes de mesure

4.2.1 Méthode à lecture directe

Le tube est branché conformément à la figure 2, page 28 (une pentode est prise comme exemple):

M_1 = microampèremètre pour mesure du courant de grille

M_2 = voltmètre pour mesure de la tension de grille

R = résistance de protection. La valeur de cette résistance, ajoutée à la résistance du dispositif de mesure, ne doit pas être suffisamment élevée pour modifier d'une façon appréciable la tension appliquée à la grille, à cause du courant circulant à travers la résistance; sinon, on devra tenir compte de la chute de tension en résultant.

Au lieu d'un microampèremètre, on peut utiliser un voltmètre à tubes mesurant la chute de tension aux bornes de la résistance R .

4.2.2 Méthode de compensation

Le courant de grille est déterminé à partir de la chute de tension aux bornes d'une résistance donnée. Le tube est branché conformément à la figure 3, page 28.

M_1 = voltmètre pour mesurer la tension de grille

M_2 = ampèremètre pour mesurer le courant anodique

R = résistance de valeur élevée connue (valeur usuelle 10 M Ω)

S = interrupteur pour mettre la résistance R en court-circuit.

L'interrupteur étant fermé, on règle le circuit pour satisfaire aux conditions de mesure requises. La résistance de grille est alors branchée dans le circuit de grille en ouvrant l'interrupteur et l'augmentation de courant d'anode résultante est compensée en portant le potentiel de la grille à une valeur plus négative ($\delta V_{g1} < 0$). Le courant de grille peut être défini comme:

$$I_{g1} = \frac{\delta V_{g1}}{R}$$

où:

δV_{g1} représente la variation de tension de grille.

Pour des mesures précises, on peut repérer la valeur du courant anodique par une méthode d'opposition, ce qui permet d'utiliser un dispositif indicateur plus sensible. Dans ce cas, il est pratique d'utiliser deux sources de tension de grille en série, ce qui permet plus de précision dans les réglages et les mesures.

4.3 Analyse du courant négatif de grille

Il n'existe pas de méthode précise d'analyse de toutes les composantes du courant de grille qui ont été mentionnées au paragraphe 4.1. Pour tenter une telle analyse il est nécessaire de faire quelques