

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60151-18**

Première édition  
First edition  
1968-01

---

---

**Mesures des caractéristiques électriques  
des tubes électroniques**

**Partie 18:  
Méthodes de mesure des bruits d'origine  
mécanique ou acoustique**

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

**Part 18:  
Methods of measurement of noises due to  
mechanical or acoustic excitations**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60151-18: 1968

## 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**

**60151-18**

Première édition  
First edition  
1968-01

---

---

**Mesures des caractéristiques électriques  
des tubes électroniques**

**Partie 18:  
Méthodes de mesure des bruits d'origine  
mécanique ou acoustique**

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

**Part 18:  
Methods of measurement of noises due to  
mechanical or acoustic excitations**

© IEC 1968 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

**K**

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

## SOMMAIRE

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

### SECTION UN – DÉFINITIONS

#### Articles

|                                                        |   |
|--------------------------------------------------------|---|
| 1. Définitions relatives aux excitations . . . . .     | 6 |
| 2. Définitions relatives aux effets produits . . . . . | 8 |

### SECTION DEUX – DESCRIPTION DES MÉTHODES D'EXCITATION ET DES MONTAGES DU TUBE EN MESURE

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 3. Excitation mécanique . . . . .  | 8  |
| 4. Excitation acoustique . . . . . | 12 |

### SECTION TROIS – DESCRIPTION DES MÉTHODES ET APPAREILS DE MESURE

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Mesure du bruit microphonique avec excitation par tapotement . . . . . | 12 |
| 6. Mesure du bruit microphonique avec excitation par vibration . . . . .  | 14 |
| 7. Mesure des crachements . . . . .                                       | 16 |
| FIGURES . . . . .                                                         | 18 |

## CONTENTS

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

### SECTION ONE – DEFINITIONS

#### Clause

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| 1. Definitions relating to the excitations . . . . .       | 7 |
| 2. Definitions relating to the resulting effects . . . . . | 9 |

### SECTION TWO – DESCRIPTION OF THE METHOD OF EXCITATION AND OF THE MOUNTING OF THE TUBE OR VALVE BEING MEASURED

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 3. Mechanical excitation . . . . . | 9  |
| 4. Acoustic excitation . . . . .   | 13 |

### SECTION THREE – DESCRIPTION OF THE MEASURING METHODS AND INSTRUMENTS

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Measurement of microphonic noise with excitation by tapping . . . . .   | 13 |
| 6. Measurement of microphonic noise with excitation by vibration . . . . . | 15 |
| 7. Measurements of crackling . . . . .                                     | 17 |
| FIGURES . . . . .                                                          | 18 |

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-18:1968

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES  
ÉLECTRONIQUES

Dix-huitième partie: Méthodes de mesure des bruits d'origine mécanique ou acoustique

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.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Aix-les-Bains en 1964. Un projet révisé fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo en 1965, à la suite de laquelle un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1967.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette dix-huitième partie:

|                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| Australie             | Japon           |
| Belgique              | Pays-Bas        |
| Corée (République de) | Pologne         |
| Danemark              | Roumanie        |
| Etats-Unis d'Amérique | Royaume-Uni     |
| Finlande              | Suède           |
| France                | Suisse          |
| Israël                | Tchécoslovaquie |
| Italie                | Turquie         |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

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

**Part 18: Methods of measurement of noises due to mechanical or acoustic excitations**

---

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.

A first draft was discussed at the meeting held in Aix-les-Bains in 1964. A revised draft was discussed at the meeting held in Tokyo in 1965, as a result of which a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 18:

|                |                          |
|----------------|--------------------------|
| Australia      | Korea (Republic of)      |
| Belgium        | Netherlands              |
| Czechoslovakia | Poland                   |
| Denmark        | Romania                  |
| Finland        | Sweden                   |
| France         | Switzerland              |
| Israel         | Turkey                   |
| Italy          | United Kingdom           |
| Japan          | United States of America |

---

## MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

### Dix-huitième partie: Méthodes de mesure des bruits d'origine mécanique ou acoustique

#### SECTION UN — DÉFINITIONS

##### 1. Définitions relatives aux excitations

###### 1.1 Nature de l'excitation

###### 1.1.1 Excitation mécanique

Choc ou vibration appliqué ou transmis mécaniquement au tube.

*Note.* — L'accélération qui en résulte est habituellement exprimée en «nombre de g» (accélération due à la pesanteur).

###### 1.1.2 Excitation acoustique

Vibration appliquée au tube à travers le milieu atmosphérique et normalement limitée à la bande des audiofréquences.

###### 1.2 Forme de l'excitation

###### 1.2.1 Vibration sinusoïdale

Vibration de forme sinusoïdale en fonction du temps. Sa fréquence peut être soit constante, soit variable dans une gamme prescrite.

Si on désigne par:  $\gamma$  = l'accélération maximale ( $\text{m/s}^2$ )  
 $f$  = la fréquence, en hertz  
 $a$  = l'amplitude ( $\frac{1}{2}$  déplacement total) (m)  
 $g$  = l'accélération de la pesanteur ( $\text{m/s}^2$ )  
 $n$  = «nombre de g»

les relations suivantes s'appliquent:

$$\gamma = 4 \pi^2 a f^2$$

$$n = \frac{\gamma}{g}$$

*Note.* — Cette définition est provisoire.

###### 1.2.2 Vibration en bruit blanc

Vibration aléatoire dont la forme d'onde couvre théoriquement toutes les fréquences et amplitudes. En pratique, une vibration de cette espèce doit être limitée à la fois en fréquence et en amplitude, et est habituellement définie de la façon suivante:

Vibration aléatoire sur une gamme de fréquences prescrite dans laquelle la valeur quadratique moyenne de l'accélération est constante par unité de largeur de bande et où les amplitudes sont réparties suivant la loi gaussienne.

###### 1.2.3 Tapotement

Petits chocs appliqués ou transmis au tube, par exemple à l'aide d'un maillet à bouchon.

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

### Part 18: Methods of measurement of noises due to mechanical or acoustic excitations

#### SECTION ONE — DEFINITIONS

##### 1. Definitions relating to the excitations

###### 1.1 Nature of excitation

###### 1.1.1 Mechanical excitation

Shock or vibration mechanically applied or transmitted to the tube or valve.

*Note.* — The resulting acceleration is usually expressed in “number of  $g$ ” (gravitational acceleration).

###### 1.1.2 Acoustic excitation

Vibration applied to the tube or valve through the medium of the surrounding atmosphere, and normally limited to the audio-frequency range.

###### 1.2 Shape of excitation

###### 1.2.1 Sinusoidal vibration

Vibration having a sinusoidal variation versus time. Its frequency may be either fixed or variable in a prescribed frequency range.

If  $\gamma$  = peak acceleration ( $\text{m/s}^2$ )

$f$  = frequency, in hertz

$a$  = amplitude ( $\frac{1}{2}$  total displacement) (m)

$g$  = gravitational acceleration ( $\text{m/s}^2$ )

$n$  = “number of  $g$ ”

the following relations apply:

$$\gamma = 4 \pi^2 a f^2$$

$$n = \frac{\gamma}{g}$$

*Note.* — This definition is provisional.

###### 1.2.2 White noise vibration

Random vibration, the waveform of which theoretically covers all frequencies and amplitudes. In practice, such a vibration has to be limited both in frequency range and amplitude, and is usually defined as follows:

Random vibration over a prescribed frequency range in which the “mean square value” of the acceleration is constant per unit bandwidth and the amplitudes follow a Gaussian distribution.

###### 1.2.3 Tap blows

Small shocks applied or transmitted to the tube or valve, e.g. by means of a cork mallet.

### 1.3 Direction de l'excitation

L'accélération est normalement appliquée au tube à mesurer dans une ou plusieurs des directions suivantes :

#### a) Axe 1

Perpendiculaire à l'axe principal du tube et à la section transversale la plus grande de l'assemblage des électrodes.

#### b) Axe 2

Perpendiculaire à l'axe principal du tube et parallèle à la section transversale la plus grande de l'assemblage des électrodes.

#### c) Axe 3

Parallèle à l'axe principal du tube. Pour les essais de chocs, les deux sens de cette direction peuvent être utilisés.

#### d) Procédures simplifiées

Quand la corrélation avec les mesures séparées peut être estimée, on peut : soit appliquer une accélération dans une seule direction de façon que ses projections sur les trois axes soient approximativement égales à l'accélération requise sur chacun des axes pour les mesures séparées ; soit choisir celle des directions ci-dessus pour laquelle on trouve généralement le bruit le plus important.

## 2. Définitions relatives aux effets produits

### 2.1 Effets électriques

#### 2.1.1 Bruit microphonique

Modulation des paramètres d'un tube électronique résultant de mouvements instantanés ou de déformations mécaniques des éléments du tube.

#### 2.1.2 Crachements

Variations brusques d'un courant d'électrode causées par des variations d'isolement ou de contacts.

*Note.* — Une excitation mécanique appliquée au tube peut provoquer à la fois du bruit microphonique et des crachements.

Toutefois ces effets peuvent parfois être séparés car le bruit microphonique peut être produit par des chocs relativement faibles et les fréquences correspondantes se trouvent en général dans la bande des audiofréquences, tandis que des chocs plus importants sont nécessaires pour provoquer les crachements, dont les effets peuvent être décelés dans la gamme des radiofréquences.

### 2.2 Effets visuels

Variations brusques dans la représentation recherchée.

## SECTION DEUX — DESCRIPTION DES MÉTHODES D'EXCITATION ET DES MONTAGES DU TUBE EN MESURE

### 3. Excitation mécanique

Les tubes pourvus d'un dispositif de fixation sont fixés par ce dispositif. Les broches et les sorties souples ne doivent pas être considérées comme des dispositifs de fixation.

### 1.3 *Direction of excitation*

The acceleration is normally applied to the tube or valve being measured in one or more of the following directions:

#### a) *Axis 1*

At right angles to the main axis of the tube or valve and to the major cross-section of the electrode assembly.

#### b) *Axis 2*

At right angles to the main axis of the tube or valve and parallel to the major cross-section of the electrode assembly.

#### c) *Axis 3*

Parallel to the main axis of the tube or valve. For shock testing, both directions of this axis may be used.

#### d) *Simplified procedures*

Where correlation with the separate measurements can be estimated, it is permissible either to apply the acceleration in one direction only so that the accelerations resolved in each of the three axes are approximately equal to the accelerations prescribed in each axis for the separate measurements; or to choose from the above directions the one in which the predominant noise is usually found.

## 2. **Definitions relating to the resulting effects**

### 2.1 *Electrical effects*

#### 2.1.1 *Microphonic noise*

Modulation of electronic tube or valve parameters resulting from instantaneous movement or mechanical deformation of tube or valve elements.

#### 2.1.2 *Crackling*

Abrupt changes of an electrode current caused by variations in insulation or contacts.

*Note.* — Mechanical excitation can produce both microphonic noise and crackling at the same time.

The effects can sometimes be separately detected, however, because microphonic noise may be produced by relatively weak shocks and the frequencies are usually inside the audible frequency range, whereas the production of crackling requires more severe shocks and the effect may be detected in the radio frequency range.

### 2.2 *Visual effects*

Abrupt changes in the intended display.

## SECTION TWO — DESCRIPTION OF THE METHOD OF EXCITATION AND OF THE MOUNTING OF THE TUBE OR VALVE BEING MEASURED

### 3. **Mechanical excitation**

Tubes or valves having integral mounting devices should be fixed by means of these devices. Pins or flexible leads should not be regarded as mounting devices.

Dans les autres cas, le tube doit être fixé de la manière la plus rigide possible, compte tenu de la gamme de fréquences spécifiée.

Les connexions nécessaires pour le fonctionnement du tube, ou pour les mesures pendant l'excitation mécanique, doivent le moins possible entraver les mouvements.

L'assemblage comprenant l'accéléromètre et les dispositifs d'excitation et de montage du tube ne doit pas présenter de résonances dans la gamme de fréquences spécifiée.

### 3.1 *Vibration sinusoïdale (à fréquence fixe ou variable)*

Les caractéristiques complètes du générateur, de la chaîne d'amplification et d'asservissement et du vibreur seront telles que la distorsion totale de l'accélération résultante n'excédera pas 10 % à une fréquence quelconque prise dans la gamme de fréquences spécifiée.

L'amplitude de l'accélération, ou celle du déplacement, sera maintenue constante avec une tolérance de  $\pm 10\%$  pour l'accélération, ou de  $\pm 15\%$  pour le déplacement, pour toute fréquence dans la gamme spécifiée.

Les tolérances sur les fréquences seront de  $\pm 1$  Hz jusqu'à 50 Hz et de  $\pm 2\%$  au-dessus de 50 Hz.

Des dispositions devront être prises afin d'éviter les effets dus au champ de fuite du vibreur.

Aux points de fixation, et dans les directions perpendiculaires à la direction d'essai, l'accélération maximale de vibration ne doit pas dépasser 25 % de l'accélération spécifiée pour l'essai.

### 3.2 *Vibration en bruit blanc*

A l'étude.

### 3.3 *Tapotement*

#### 3.3.1 *Frappe manuelle*

Le tube est frappé à l'aide d'un maillet à bouchon dans deux directions perpendiculaires. La course du bouchon est de 5 cm (2 in).

Le maillet consiste en une tige en fibre enfoncée dans la plus petite base d'un bouchon de liège compact.

Les dimensions du bouchon sont:

- diamètre de la tige en fibre: 5 mm (3/16 in);
- hauteur: 27 mm (1,06 in);
- diamètre de la grande base: 22 mm à 23 mm (0,87 in à 0,91 in);
- diamètre de la petite base: 17 mm à 18 mm (0,67 in à 0,71 in).

Le poids total du maillet devra être d'environ 7,5 g, et sa longueur hors tout d'environ 15 cm (6 in).

#### 3.3.2 *Frappe automatique*

Le dispositif de frappe est généralement conçu et ajusté de telle façon qu'il puisse fournir une impulsion demi-sinusoidale de  $300 \pm 50 \mu s$  de durée, mesurée au niveau 10 % de l'impulsion. Cette impulsion de frappe devra être ajustée pour obtenir une accélération de crête de  $45 \pm 5 g$  mesurée à l'aide d'un accéléromètre convenable.

La sortie de l'accéléromètre sera couplée à travers un étage à charge cathodique et un filtre passe-bas à un oscilloscope à base de temps et amplitude calibrées. La bande passante du filtre mesurée à 3 dB devra s'étendre à 5 000 Hz au moins. L'accéléromètre devra être monté de façon convenable, et la frappe devra être effectuée dans le plan de sensibilité maximale de l'accéléromètre.

In other cases, the tube or valve should be fixed as securely as possible, taking into consideration the specified frequency range.

Any connections necessary to operate the tube or valve, or to make measurements during mechanical excitation, should impose the least possible restraint on the movement.

The assembly consisting of the accelerometer and the exciting and mounting devices of the tube or valve should be free from resonances over the specified frequency range.

### 3.1 *Sinusoidal vibration (fixed or variable frequency)*

The over-all characteristics of the generator, amplifying and controlling equipment, and of the vibrator should be such that the total distortion of the waveform of the resulting acceleration does not exceed 10 % at any frequency within the specified frequency range.

The amplitude of the acceleration or displacement must be maintained constant within a tolerance of  $\pm 10\%$  for the acceleration, or  $\pm 15\%$  for the displacement, over any frequency within the specified frequency range.

The frequency tolerances should be  $\pm 1$  Hz up to 50 Hz and  $\pm 2\%$  above 50 Hz.

Care should be taken to avoid effects due to the leakage field of the vibrator.

At the fixing points, and in directions perpendicular to the direction of measurement, the maximum acceleration of vibration should not be greater than 25 % of the acceleration specified for the direction of measurement.

### 3.2 *White noise vibration*

Under consideration.

### 3.3 *Tap blows*

#### 3.3.1 *Hand tapping*

The tube or valve is tapped with a cork mallet in two perpendicular directions from a distance of 5 cm (2 in).

The mallet consists of a fibre rod fitted to the smallest end of a solid cork.

The approximate dimensions of the mallet are as follows:

- diameter of the fibre rod: 5 mm (3/16 in);
- height of solid cork: 27 mm (1.06 in);
- large end section of the cork: 22 mm to 23 mm (0.87 into 0.91 in);
- small end section of the cork: 17 mm to 18 mm (0.67 into 0.71 in).

The total weight of the mallet should be about 7.5 g, and its over-all length 15 cm (6 in) approximately.

#### 3.3.2 *Automatic tapping*

The tapper is usually designed and adjusted so as to produce a semi-sinusoidal pulse of  $300 \pm 50 \mu\text{s}$  duration, measured at the 10 % level of the pulse amplitude. The tapper impulse should be adjusted to obtain a peak acceleration of  $45 \pm 5$  g as measured on a suitable accelerometer.

The output of the accelerometer should be coupled through a cathode follower and low-pass filter to an oscilloscope having amplitude and time scale calibration. The frequency response of the filter should not be more than 3 dB down at 5 000 Hz. The accelerometer shall be suitably mounted and the tap blow shall be delivered to the accelerometer in the plane of its maximum sensitivity.

L'impulsion de frappe ainsi ajustée sera utilisée pour tous les tubes quelle que soit la dimension de l'enveloppe.

Pour les dispositifs de frappe dont les marteaux sont accélérés pendant leur course, juste avant le contact, la distance parcourue par le marteau pendant la mesure doit être la même que pendant l'étalonnage. Pour les dispositifs dont les marteaux s'approchent du tube à une vitesse pratiquement constante, la distance parcourue n'entre pas en jeu.

*Précaution:*

Etant donné les difficultés d'obtenir une bonne corrélation entre des appareillages de ce type, il est désirable de définir avec précision l'accéléromètre utilisé pour les étalonnages. En particulier, sa masse, ses dimensions et sa sensibilité doivent être indiquées, et sa fréquence de résonance ne doit pas être inférieure à 20 kHz.

#### 4. **Excitation acoustique**

Le tube doit être monté sur un support non microphonique de telle sorte que le montage ne transmette qu'une excitation mécanique négligeable. Les propriétés d'absorption de bruit de l'environnement immédiat du tube en mesure doivent être définies. La position du tube par rapport à la source d'excitation acoustique (haut-parleur) doit aussi être définie.

### SECTION TROIS – DESCRIPTION DES MÉTHODES ET APPAREILS DE MESURE

#### 5. **Mesure du bruit microphonique avec excitation par tapotement**

##### 5.1 *Méthode de mesure*

Le tube en mesure sera monté dans le support d'essai et frappé au moins deux fois dans chacune de deux directions perpendiculaires.

Pendant la frappe, le tube ne sera tenu que par le support et par une légère pression du doigt ou d'un dispositif élastique doux sur le dôme de l'ampoule. Cette pression ne sera utilisée que si elle est nécessaire pour éviter que le tube ne sorte du support, et elle sera appliquée de telle façon qu'elle entrave le moins possible le mouvement latéral de l'extrémité supérieure de l'ampoule. Les chocs devront être appliqués à l'enveloppe à peu près aux deux tiers de sa hauteur à partir du support. Les indicateurs de sortie doivent mesurer soit une valeur de crête, soit une valeur intégrée.

##### 5.2 *Circuit de mesure*

##### 5.2.1 *Amplificateur*

La figure 1, page 18, représente un circuit de mesure. Les valeurs des capacités de découplage de cathode et d'écran, quand elles sont spécifiées, devront être considérées comme des valeurs minimales.

Tout réseau de découplage du circuit d'anode doit avoir une résistance inférieure à 10 % de la résistance d'anode et une impédance série plus grande que la réactance de son condensateur de découplage à 10 Hz. Tout diviseur de tension de grille écran doit avoir un courant de diviseur au moins dix fois supérieur à la valeur du courant de grille écran, et cette grille doit alors être découplée par un condensateur dont la réactance à 10 Hz est inférieure à 10 % de la résistance équivalant aux deux sections du diviseur de tension mises en parallèle.

La réponse en fréquence des parties amplificateur et redresseur du système devra être à  $\pm 3$  dB de la réponse à 1 000 Hz sur une plage de fréquences de 100 Hz à 15 000 Hz.

Ce circuit peut être utilisé avec l'un des dispositifs indicateurs suivant.

The tapper impulse as adjusted should be used for all tubes or valves regardless of the size of envelope.

On tapping devices where the hammers are accelerating just before impact, the hammer travel distance shall be the same during the measurements as during calibration. On devices where the hammers approach the tube or valve at substantially constant velocity, the travel distance need not be controlled.

*Precaution:*

In view of the difficulties in obtaining close correlation between equipment of this type, it is desirable that the accelerometer used for calibration purposes be closely defined. In particular, its mass, physical dimensions and sensitivity should be stated, and its resonant frequency should not be less than 20 kHz.

4. **Acoustic excitation**

The tube or valve should be mounted in an anti-microphonic socket so that a negligible mechanical excitation is applied via the mounting. The noise absorption properties of the immediate surroundings of the tube or valve being measured should be defined. The position of the tube or valve with respect to the acoustic source (loudspeaker) should also be defined.

SECTION THREE – DESCRIPTION OF THE MEASURING METHODS AND INSTRUMENTS

5. **Measurement of microphonic noise with excitation by tapping**

5.1 *Method of measurement*

The tube or valve being measured should be mounted in the measurement socket, and tapped at least twice in each of two perpendicular directions.

During tapping, the tube or valve should be restrained only by the socket and light finger or soft-cushioned pressure on the dome of the bulb. This pressure should be used only when necessary to prevent the tube or valve from coming out of the socket, and should be so applied that it produces the least possible restraint on the lateral motion of the top of the bulb. The tap blows should be delivered to the bulb approximately two-thirds up on the hold-down height. The indicating instruments should measure either a peak or an integrated value.

5.2 *Measuring circuit*

5.2.1 *Amplifier*

A measuring circuit is shown in Figure 1, page 18. The values of cathode and screen by-pass capacitors, when stated, should be regarded as minimum values.

Any anode-circuit decoupling network used should have a resistance less than 10 % of the anode resistance and a series impedance greater than the reactance of its by-pass capacitor at 10 Hz. Any screen-grid voltage-dividing network used should have a bleeder current at least ten times the operating screen grid current and should have the screen grid decoupled by a capacitor whose reactance at 10 Hz is less than 10 % of the effective resistance of the two sections of the divider in parallel.

The frequency response of the amplifier and rectifier portions of the system should be within  $\pm 3$  dB of the response at 1 000 Hz over the frequency range from 100 Hz to 15 000 Hz.

This circuit may be used with one of the following indicating systems.

### 5.2.2 Indicateur de crête

L'indicateur devra indiquer :

- la valeur de crête, positive ou négative, de la tension de sortie de bruit provenant de chaque frappe ;
- la valeur de crête à  $\pm 20\%$  des tensions sinusoïdales de toutes les fréquences comprises entre 100 Hz et 15 000 Hz ;
- la tension de crête à  $\pm 20\%$  d'une seule impulsion rectangulaire de 20  $\mu$ s.

### 5.2.3 Indicateur intégrateur

L'indicateur intégrateur devra mesurer la valeur intégrée de la tension de sortie de bruit du tube pendant une durée minimale  $t$  suivant chaque choc.

Un signal sinusoïdal, de valeur efficace  $E$ , appliqué à la connexion d'anode du support d'essai pendant  $t$   $\mu$ s correspond à la valeur intégrée :

$$\frac{2\sqrt{2}}{\pi} Et = 0,9 Et$$

L'intégrateur devra être capable de mesurer cette valeur pour un signal d'étalonnage à 5 000 Hz avec une précision de  $\pm 10\%$ , pour deux amplitudes de tension dont l'une est cent fois plus grande que l'autre, le réglage du gain étant inchangé.

La plus grande des deux tensions devra être appliquée pendant au moins 1  $\mu$ s, la plus petite cent fois plus longtemps. Un oscilloscope peut être réuni à l'indicateur pour montrer que l'intégration est correcte pendant les durées requises.

## 6. Mesure du bruit microphonique avec excitation par vibration

### 6.1 Méthode de mesure

Le tube sera monté comme l'indique l'article 3 et l'accélération appliquée dans la direction demandée. Le bruit à la sortie est mesuré en valeur crête à crête ou efficace.

Cette tension de bruit peut aussi être transformée en une tension équivalente ramenée à la grille du tube en essai.

On fait vibrer le tube soit à fréquence fixe, soit à fréquence variable, soit à bruit blanc. Dans le cas de vibration à fréquence variable, la gamme de fréquences requise sera couverte dans un seul sens, sauf indication contraire.

La vitesse de variation de la fréquence devra être suffisamment faible pour que l'on soit sûr que l'indicateur de sortie détecte les résonances principales. Habituellement la vitesse de variation de la fréquence n'excède pas 1 octave par 30 s.

La résultat de la mesure est la plus grande valeur de bruit relevée dans la bande de fréquences considérée.

### 6.2 Circuit de mesure

La figure 2, page 19, représente un circuit de mesure. Pour mesurer les faibles valeurs du bruit en vibration, les sources de chauffage et de haute tension devront être stables et avoir une ondulation négligeable.

L'impédance d'entrée de l'indicateur doit être suffisamment grande pour ne pas perturber le résultat de la mesure.

La réponse en fréquence de l'indicateur de bruit à la sortie doit être indiquée. Dans le cas de tubes de réception, cette réponse doit rester constante à  $\pm 1$  dB sur la gamme de fréquences de 60 Hz à 20 kHz par rapport à la réponse à 1 000 Hz.

### 5.2.2 Peak indicating system

The peak indicating system should indicate:

- the peak positive or negative value of noise output voltage resulting from each tap blow;
- the peak value of sinusoidal voltages within  $\pm 20\%$  at all frequencies between 100 Hz and 15 000 Hz;
- the peak voltage within  $\pm 20\%$  of a single 20  $\mu\text{s}$  square pulse.

### 5.2.3 Integrating indicating system

The integrating indicating system should measure the integral value of the noise output voltage of the tube or valve during a minimum time duration  $t$  following each tap.

A sinusoidal voltage, of r.m.s. value  $E$ , applied to the anode connection of the measuring socket during  $t$   $\mu\text{s}$  corresponds to the integrated value:

$$\frac{2\sqrt{2}}{\pi} Et = 0.9 Et$$

The integrating system should be capable of measuring this value with a calibrating signal at 5 000 Hz to an accuracy of  $\pm 10\%$ , at each of two voltage amplitudes, one of which is one hundred times the other.

The larger voltage should be applied over a period of 1  $\mu\text{s}$  minimum, and the smaller voltage should be applied over a period one hundred times longer. An oscilloscope may be connected to the indicator to show that integration is correct over the required durations.

## 6. Measurement of microphonic noise with excitation by vibration

### 6.1 Method of measurement

The tube or valve should be mounted according to Clause 3, and the acceleration is applied in the required direction. The peak to peak or r.m.s. value of the noise output should be measured.

This noise output value may also be converted to an equivalent voltage on the grid of the tube or valve being measured.

The tube or valve is subjected either to fixed or variable frequency vibration or to white noise vibration. For variable frequency vibration, the required frequency range should be swept once only, unless otherwise stated.

The rate of change of frequency should be sufficiently low to ensure that the output indicator will detect all major resonances. Normally the rate of change of frequency should not exceed 1 octave per 30 s.

The measuring result is the maximum reading within the required frequency range.

### 6.2 Measuring circuit

A measuring circuit is shown in Figure 2, page 19. In order to measure low values of vibration noise, the heater and HT supply voltages should be stable and have a negligible ripple content.

The input impedance of the indicator should be high enough to avoid affecting the measuring result.

The frequency response of the noise output indicator should be stated. In the case of receiving tubes or valves, this response should be within  $\pm 1$  dB over the frequency range from 60 Hz to 20 kHz with reference to the response at 1 000 Hz.

A 25 kHz, la réponse doit être à  $-3 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$  et à 40 kHz, elle doit être à  $-15 \pm 3 \text{ dB}$  par rapport à la réponse à 1 000 Hz.

Une gamme de fréquences plus large peut être nécessaire dans certains cas particuliers; la réponse doit alors rester constante à  $\pm 1 \text{ dB}$  sur la gamme de fréquences de 60 Hz à 50 kHz par rapport à la réponse à 1 000 Hz. A 60 kHz, la réponse doit être à  $-3 \text{ dB} \pm 1 \text{ dB}$  et à 100 kHz, elle doit être à  $-15 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$  par rapport à la réponse à 1 000 Hz.

Les constantes de temps d'un indicateur crête à crête, s'il est utilisé, seront indiquées. Dans le cas de tubes de réception, l'indicateur doit être tel qu'une impulsion unique d'une durée de 25  $\mu\text{s}$  de polarité quelconque, appliquée à l'entrée de l'indicateur, donne une lecture de 63 % au moins de l'amplitude de l'impulsion.

## 7. Mesure des crachements

### 7.1 Méthode de mesure

Le tube est placé dans la position de mesure et mis en fonctionnement dans les conditions données. La sortie est couplée à un amplificateur en radiofréquence suivi d'un détecteur, d'un amplificateur en audiofréquence et d'un indicateur.

Le tube est soumis à un nombre donné de chocs au moyen du maillet décrit au paragraphe 3.3.1, ou à l'aide du dispositif de frappe automatique décrit au paragraphe 3.3.2.

Le point d'application et les directions des chocs sont donnés. Le résultat de la mesure est la valeur lue sur l'indicateur, convertie en une tension maximale ramenée à la sortie du tube en mesure.

### 7.2 Circuit de mesure

Un circuit de mesure est indiqué à la figure 3, page 20. L'anode du tube en essai est couplée à un amplificateur RF accordé sur une fréquence comprise entre 50 kHz et 1 600 kHz. La bande passante minimale doit être de 5 kHz pour un signal d'amplitude dix fois plus grande que celle de la valeur maximale que l'on doit éventuellement mesurer.

L'amplificateur audiofréquence doit avoir une réponse à  $\pm 5 \text{ dB}$  de la valeur à 400 Hz pour une bande de fréquences de 100 Hz à 2 000 Hz. L'étalonnage de l'amplificateur sera effectué en injectant au circuit d'anode du support du tube (tube enlevé) un signal de tension spécifiée, modulé à 30 % à 400 Hz. Ce signal sera injecté à travers un réseau comprenant un condensateur ayant une réactance maximale de 100  $\Omega$  et une résistance ayant une impédance RF de 100 k $\Omega \pm 20 \%$  à la fréquence de fonctionnement.

Le primaire du transformateur du circuit d'anode du tube devra avoir une impédance de 50 k $\Omega \pm 20 \%$  à la résonance et devra être accordé à la résonance.

Le gain de l'amplificateur doit être réglé pour obtenir 50 mW à la sortie de l'amplificateur AF.

Le réseau d'étalonnage sera alors enlevé et le tube à mesurer mis sur son support. Le transformateur sera accordé à la nouvelle résonance et le signal sera supprimé. La résistance du circuit de grille du tube en essai devra être de 5 k $\Omega$  à 25 k $\Omega$  et ne devra pas être découplée. Les tubes d'un même type peuvent être essayés sans retoucher l'accord.

At 25 kHz, the response should be  $-3 \pm 1$  dB and at 40 kHz, it should be  $-15 \pm 3$  dB with reference to the response at 1 000 Hz.

A wider frequency range may be necessary for special purposes. The response should then be within  $\pm 1$  dB over the frequency range from 60 Hz to 50 kHz with reference to the response at 1 000 Hz. At 60 kHz, the response should be  $-3 \pm 1$  dB and at 100 kHz, it should be  $-15 \pm 3$  dB with reference to the response at 1 000 Hz.

The time constants of a peak to peak indicator, where employed, should be stated. In the case of receiving tubes or valves, the indicator should be such that a single pulse of 25  $\mu$ s duration of either positive or negative polarity, applied to the input of the indicator, will result in a reading of not less than 63 % of the pulse amplitude.

## 7. Measurements of crackling

### 7.1 Method of measurement

The tube or valve is placed in the measuring position and set to stated operating conditions. The output is coupled to a radio-frequency amplifier followed by a detector, an audio-frequency amplifier and an indicating instrument.

The tube or valve is subjected to a given number of tap blows by means of the mallet described in Sub-clause 3.3.1 or by the automatic tapping device described in Sub-clause 3.3.2.

The point of application and directions of the tap blows should be given. The measuring result is the reading on the indicating instrument converted back into a maximum voltage at the output of the tube or valve being measured.

### 7.2 Measuring circuit

A measuring circuit is shown in Figure 3, page 20. The anode of the tube or valve being measured is coupled to a radio-frequency amplifier tuned to a frequency between 50 kHz and 1 600 kHz. The minimum bandwidth should be 5 kHz for a signal the amplitude of which is ten times that of the maximum value which may require measurement.

The frequency response of the audio amplifier should be within  $\pm 5$  dB of its response at 400 Hz over a frequency range from 100 Hz to 2 000 Hz. Calibration of this amplifier should be carried out by applying to the anode circuit of the tube or valve socket (without the tube or valve) a signal having a specified voltage, with 30 % modulation at 400 Hz. This signal should be applied through a network comprising a capacitor having a maximum reactance of 100  $\Omega$  and a resistor having a radio-frequency impedance of 100 k $\Omega \pm 20$  % at the working frequency.

The primary of the anode circuit transformer of the tube or valve should have an impedance of 50 k $\Omega \pm 20$  % at resonance, and should be tuned to resonance.

The gain of the amplifier should be adjusted to obtain 50 mW at the output of the AF amplifier.

The calibrating network should then be removed and the tube or valve to be measured should be mounted in its socket. The transformer is then adjusted to the new resonance, and the signal removed. The grid circuit resistance of the tube or valve being measured should have a value between 5 k $\Omega$  and 25 k $\Omega$  and should not be by-passed. Tubes or valves of the same type may be measured without readjusting the tuning.