

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60235-3

Première édition
First edition
1972-01

**Mesure des caractéristiques électriques
des tubes pour hyperfréquences**

**Troisième partie:
Tubes à disques scellés**

**Measurement of the electrical properties
of microwave tubes**

**Part 3:
Disk seal tubes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60235-3: 1972

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

60235-3

Première édition
First edition
1972-01

**Mesure des caractéristiques électriques
des tubes pour hyperfréquences**

**Troisième partie:
Tubes à disques scellés**

**Measurement of the electrical properties
of microwave tubes**

**Part 3:
Disk seal tubes**

© IEC 1972 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Théorie de base	6
1.1 Diodes	6
1.2 Triodes et tétrodes	6
2. Mesures	6
2.1 Caractéristique de réponse de diode	6
2.2 Position et dispersion en fréquence	8
2.3 Q à vide	10
2.4 Puissance de sortie	12
2.5 Gain de puissance	12
2.6 Fréquence d'auto-neutrodynage	12
2.7 Coefficient de conversion a.m.-p.m.	12
FIGURES	14-19
ANNEXE	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Basic theory	7
1.1 Diodes	7
1.2 Triodes and tetrodes	7
2. Measurements	7
2.1 Diode response characteristic	7
2.2 Frequency position and frequency spread	9
2.3 Unloaded Q	11
2.4 Output power	13
2.5 Power gain	13
2.6 Self-neutralization frequency	13
2.7 A.M.-P.M. conversion coefficient	13
FIGURES	14-19
APPENDIX	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MESURE DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES
DES TUBES POUR HYPERFRÉQUENCES**

Troisième partie: Tubes à disques scellés

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été préparée par le Comité d'Etudes N° 39 de la CEI: Tubes électroniques, et le Sous-Comité 39A: Tubes pour hyperfréquences.

Les travaux ont commencé à la réunion du CE 39 à Londres en 1960. Un premier projet a été examiné à la réunion du CE 39 tenue à Interlaken en 1961. Un second projet fut examiné à la réunion du CE 39 à Nice en 1962. Un projet révisé et plus développé a été examiné à la réunion du CE 39 à Tokyo en 1965, à la suite de quoi les travaux furent transmis au SC 39A, nouvellement formé. Un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en 1967.

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

Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENT OF THE ELECTRICAL PROPERTIES
OF MICROWAVE TUBES**

Part 3: Disk seal tubes

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 39, Electronic tubes and Sub-Committee 39A, Microwave tubes.

Work was started at the meeting of TC 39 held in London in 1960. A first draft was considered during the meeting of TC 39 held in Interlaken in 1961. A second draft was considered during the meeting of TC 39 held in Nice in 1962. A revised and enlarged draft was considered during the TC 39 meeting in Tokyo in 1965. As a result of consideration at this meeting, the work was transmitted to the newly formed SC 39A. A draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Belgium	Netherlands
Canada	Poland
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	United Kingdom
Israel	United States of America

MESURE DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES POUR HYPERFRÉQUENCES

Troisième partie: Tubes à disques scellés

1. Théorie de base

1.1 *Diodes*

Les diodes à disques scellés sont principalement utilisées comme redresseurs dans des voltmètres. Lorsqu'une tension r.f. de valeur constante mais de fréquence variable est appliquée, la tension redressée varie en général avec la fréquence (voir figure 1a, page 14). L'inductance des connexions peut causer une bosse de résonance comme figuré dans la Région A, d'où un accroissement de la sensibilité. Dans la Région B, la sensibilité décroît rapidement à cause de l'effet du temps de transit et des pertes. Une diode à disques scellés peut être utilisée en redresseur de voltmètre pourvu que la caractéristique de réponse en fréquence reste à l'intérieur de certaines valeurs.

1.2 *Triodes et tétrodes*

Pour assurer l'interchangeabilité de tubes produits en grandes quantités par des fabricants différents, il faut que non seulement les paramètres conventionnels de tubes, mais aussi un certain nombre de propriétés en hyperfréquences soient semblables. Les résonateurs normalement utilisés avec les tubes à disques scellés sont généralement des circuits coaxiaux ou radiaux, ou une ligne de Lecher. Le tube est donc une partie intégrante du circuit. La fréquence de résonance d'un tel circuit est déterminée non seulement par la capacité totale du tube particulier utilisé, mais aussi par la répartition des capacités à l'intérieur du tube et par la forme des parties métalliques du tube dont dépend l'impédance des connexions d'électrodes. Pour cette raison, en plus des mesures de capacité, il faut observer la fréquence et les variations de fréquence dans des circuits normalisés.

La valeur de puissance de sortie pouvant être obtenue dépend beaucoup des propriétés du tube en hyperfréquences. Certaines de ces propriétés, par exemple la surtension à vide, peuvent être mesurées séparément. La meilleure méthode pour mesurer les autres propriétés, telles que tenue en tension et charge d'électrode, est d'effectuer des essais fonctionnels dans un circuit oscillateur ou amplificateur. Les triodes hyperfréquences sont généralement mesurées dans un circuit oscillateur et les tétrodes hyperfréquences dans un circuit amplificateur.

Dans les tubes hyperfréquences à disques scellés, la réaction interne est une propriété qui agit considérablement sur le fonctionnement. Aux fréquences les plus basses, la réaction dépend de la capacité entre anode et cathode. Lorsque les grilles ont une réactance inductive non négligeable, ce qui est généralement le cas avec les grilles à fils parallèles, le neutrodynage se produit à une fréquence particulière appelée fréquence d'auto-neutrodynage. Au-dessus de la fréquence d'auto-neutrodynage, la réaction devient inductive et croît assez brutalement avec la fréquence. Des tubes d'un type déterminé ayant des constructions de grilles différentes ne peuvent être admis comme interchangeables que s'ils ont la même fréquence d'auto-neutrodynage.

2. Mesures

2.1 *Caractéristique de réponse de diode*

Pour effectuer les mesures, les diodes doivent être branchées en sondes voltmétriques dans une ligne coaxiale (voir figure 1b, page 14) terminée par une charge adaptée, la tension

MEASUREMENT OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF MICROWAVE TUBES

Part 3: Disk seal tubes

1. Basic theory

1.1 *Diodes*

Disk-seal diodes are employed mainly as rectifiers in voltmeters. If a constant r.f. voltage of variable frequency is applied, the rectified voltage is then in general, frequency dependent (see Figure 1a, page 14). The connection inductance may cause a resonance hump as shown in Region A and thereby result in an increase in sensitivity. In Region B the sensitivity decreases sharply because of transit time effect and losses. A disk-seal diode can be used as a voltmeter rectifier provided that the frequency response characteristic remains within certain values.

1.2 *Triodes and tetrodes*

In order to ensure the interchangeability of tubes that are produced in large quantities by various manufacturers, not only the conventional tube parameters but also a number of microwave properties should be similar. The resonators used with disk-seal tubes are normally either coaxial, radial or Lecher line circuits. The tube is thus an integral part of the circuit. The resonance frequency of such a circuit is determined not only by the total capacitance of the particular tube employed, but also by the capacitance distribution inside the tube envelope and by the shape of the tube metal parts on which the impedance of the electrode connection depends. For this reason, in addition to capacitance measurements, observation of frequency and frequency variations in standard circuits are carried out.

The value of output power that can be delivered is very much dependent upon the microwave properties of the tube. A number of these properties – for example, unloaded Q – can be measured separately. The best method of measuring other properties, such as sparking and electrode loading, is to carry out functional tests in an oscillator or amplifier circuit. Microwave triodes are usually measured in an oscillator circuit and microwave tetrodes are measured in an amplifier circuit.

In microwave disk-seal tubes the internal feedback is a property which considerably influences operation. At lower frequencies the feedback is dependent upon the anode-cathode capacitance. When the grids exhibit significant inductive reactance, as is usually the case with parallel-wire grids, neutralization will occur at a particular frequency, which is termed the self-neutralization frequency. Above the self-neutralization frequency the feedback becomes inductive, and increases quite sharply with frequency. Tubes of one particular type with different grid constructions can be declared as direct replacements only when they have equal self-neutralization frequencies.

2. Measurements

2.1 *Diode response characteristic*

In order to carry out measurements, the diodes should be connected as a probe voltmeter in a coaxial line (see Figure 1b, page 14) terminated by a matched load, the input r.f. voltage

d'entrée r.f. étant maintenue constante à une valeur spécifiée. Le condensateur doit avoir une inductance aussi réduite que possible afin que son effet sur la caractéristique de réponse soit négligeable. On peut alors mesurer la variation de tension redressée aux bornes de la résistance de charge.

2.2 Position et dispersion en fréquence

La position et la dispersion en fréquence sont mesurées comme indiqué à la figure 2, page 14, en utilisant la cavité normalisée.

Les circuits normalisés suivants sont nécessaires pour mesurer la position et la dispersion en fréquence des divers types de tubes à disques scellés:

Triodes: circuit anodique (entre anode et grille de commande);
circuit cathodique (entre cathode et grille de commande).

Tétrodes: circuit anodique (entre anode et grille-écran);
circuit cathodique (entre cathode et grille de commande);
circuit de grille-écran (entre grille-écran et grille de commande).

Pour cette mesure, on ne doit relier au tube qu'un circuit à la fois. Afin que le circuit de mesure ne soit pas perturbé par les électrodes non branchées, ces électrodes devraient être entourées d'un matériau à pertes, ou incluses dans un circuit désaccordé. Des circuits normalisés typiques sont indiqués aux figures 3 à 7, pages 14 à 16, les dimensions (D, d, L) étant données par le fabricant et ayant des tolérances conformes à la Recommandation ISO R-286-1962(F); référence I.T.9 page 22, tableau 7. Une copie est reproduite ci-après:

Pour paliers de diamètre en millimètres	Tolérance normale en microns (1 μ = 0.001 mm)
≤ 3	25
> 3 à 6	30
> 6 à 10	36
> 10 à 18	43
> 18 à 30	52
> 30 à 50	62
> 50 à 80	74
> 80 à 120	87
> 120 à 180	100
> 180 à 250	115
> 250 à 315	130
> 315 à 400	140
> 400 à 500	155

Pour mesurer des tubes n'ayant pas de surface d'appui en tant que telle, un autre plan de référence doit être indiqué pour assurer le positionnement correct du tube dans le circuit normalisé.

La détermination des circuits normalisés pour tout type particulier de tube doit être effectuée par le fabricant d'origine. En particulier, la détermination des condensateurs du filament-cathode et de découplage de grille a un effet appréciable sur les mesures de fréquence de résonance. Ces condensateurs doivent donc être disposés exactement selon les recommandations du fabricant de tubes. L'inductance des ressorts de contact doit être aussi faible que possible; aussi la forme, la position et la réalisation de ces ressorts doivent-elles être indiquées avec précision dans les dessins du circuit normalisé. Les circuits normalisés étant aussi utilisés pour déterminer la surtension à vide, leurs pertes doivent être réduites au minimum.

En plus des dimensions de la cavité, les dimensions et la position des éléments de couplage entre la cavité et les circuits extérieurs de mesure doivent être spécifiées avec précision.

being maintained at a stated value. The inductance of the capacitor should be as low as possible so as to have a negligible effect on the response characteristic. The variation of rectified voltage across the load resistor with change of frequency can then be measured.

2.2 *Frequency position and frequency spread*

The frequency position and frequency spread are measured by using a standard cavity, as shown in Figure 2, page 14.

The following standard circuits are required for measuring the frequency position and frequency spread of the various types of disk-seal tubes.

Triodes: anode circuit (anode to control grid);
cathode circuit (cathode to control grid).

Tetrodes: anode circuit (anode to screen grid);
cathode circuit (cathode to control grid);
screen-grid circuit (screen grid to control grid).

Only one circuit at a time should be connected to the tube for this measurement. In order to prevent the measuring circuit from being influenced by unconnected electrodes these electrodes should be surrounded with a lossy material or incorporated in a detuned circuit. Typical standard circuits are shown in Figures 3 to 7, pages 14 to 16, the dimensions (D, d, L) being given by the manufacturer and having tolerances in accordance with ISO Recommendation R-286-1962(E) reference I.T.9, page 22, Table 7, as follows:

For diameter steps in millimetres	Standard tolerances in microns (1 μ = 0.001 mm)
≤ 3	25
> 3 to 6	30
> 6 to 10	36
> 10 to 18	43
> 18 to 30	52
> 30 to 50	62
> 50 to 80	74
> 80 to 120	87
> 120 to 180	100
> 180 to 250	115
> 250 to 315	130
> 315 to 400	140
> 400 to 500	155

In the measurements of tubes that have no seating surface as such, another suitable reference plane must be given to ensure correct seating of the tube in the standard circuit.

The design of standard circuits for any specific type should be established by the original manufacturer. In particular, the design of the heater-cathode and grid by-pass capacitors have an appreciable effect on measurements of resonance frequency and should be incorporated exactly as recommended by the tube manufacturer. The inductance of the contact springs should be as low as possible and therefore the form, position and design of these contact springs should be stated precisely in the standard circuit drawings. Since the standard circuits are also used for determining unloaded Q , their losses should be kept to a minimum.

In addition to the dimensions of the cavity, the dimensions and position of the coupling element or elements between the cavity and the external measurement circuit or circuits must be stated precisely.

a) *Circuit anodique normalisé*

Une cavité résonante quart d'onde, de type radial, doit être utilisée comme circuit anodique normalisé pour la mesure des triodes et tétrodes. La longueur L de ce résonateur doit être approximativement égale à la distance entre les milieux des surfaces de contact d'anode et de grille de commande (ou de grille-écran lorsque le tube en mesure est une tétrode). Aucune tension n'est appliquée au tube pour cette mesure.

b) *Circuit cathodique normalisé*

Une cavité trois quarts d'onde de type coaxial (figure 6, modèle *a*) ou une cavité résonante à charge capacitive (figure 6, modèle *b*) doit être utilisée comme circuit cathodique normalisé pour les triodes et les tétrodes (figure 7). La longueur L du modèle *a* et le diamètre D du modèle *b* de ces résonateurs doivent être choisis afin d'obtenir approximativement la même fréquence de résonance que dans le circuit anodique défini ci-dessus.

Dans le modèle *a*, le diamètre du conducteur intérieur doit être aussi faible que possible. L'impédance caractéristique du résonateur doit être approximativement adaptée à l'impédance caractéristique de la structure interne du tube et doit être aussi constante que possible dans tout le système. En pratique, cette valeur n'est généralement pas inférieure à 25 ohms. Dans le modèle *b*, la longueur L du résonateur doit être approximativement égale à la distance entre les milieux des surfaces de contact de grille et de cathode. On ne doit utiliser qu'une version de circuit cathodique normalisé pour chaque type de tube.

A cause de l'action de la charge d'espace sur l'impédance, le tube doit fonctionner sous sa tension nominale de chauffage, pendant qu'on augmente la polarisation de grille au-delà du blocage, jusqu'à ce que la fréquence de résonance de la cavité de cathode ne varie plus. A la demande du fabricant, les mesures peuvent être faites cathode non chauffée (dans ce cas ni le chauffage cathode ni la grille n'ont besoin d'un conducteur de découplage).

c) *Circuit normalisé de grille-écran*

Une cavité trois quarts d'onde de type coaxial doit être utilisée comme circuit normalisé de grille-écran pour les tétrodes (figure 5). La longueur L de ce circuit doit être choisie de façon à obtenir approximativement la même fréquence de résonance que dans le circuit anodique défini ci-dessus.

L'impédance caractéristique du résonateur doit être approximativement adaptée à l'impédance caractéristique de la structure interne du tube et doit être aussi constante que possible dans tout le système. En pratique, cette valeur n'est généralement pas inférieure à 10 ohms.

Aucune tension n'est appliquée au tube à mesurer.

Note. - L'expérience indique que la corrélation des mesures entre cavités est extrêmement difficile indépendamment des tolérances spécifiées. Des informations de corrélation doivent être obtenues sur au moins deux cavités supposées identiques, avant que la réalisation n'en soit normalisée. Une maîtrise plus précise des éléments inductifs influant sur la résonance peut être acquise en spécifiant des limites de fréquence de résonance en fonction des mesures normalisées de capacité aux fréquences basses. Cette relation peut être commodément définie à l'aide d'une représentation comme celle de la figure 8.

2.3 Q à vide

Cette mesure est effectuée en connectant le tube aux circuits normalisés appropriés, décrits au paragraphe 2.2. La valeur du facteur de surtension Q est déterminée à partir de l'écart séparant les fréquences pour lesquelles l'instrument (figure 2) indique un niveau inférieur de 3 dB à son niveau maximal, en utilisant la formule:

$$Q = \frac{f_0}{f_1 - f_2}$$

où f_0 est la fréquence de résonance,
et f_1 et f_2 les fréquences des points à 3 dB.

a) *Standard anode circuit*

A cavity resonator of the radial quarter-wavelength type is to be used as the standard anode circuit for the measurement of triodes and tetrodes. Length L of this resonator should be approximately the distance between the centres of the anode and control grid contact surfaces (or screen-grid contact surface if the tube being measured is a tetrode). No voltages are applied to the tube during this measurement.

b) *Standard cathode circuit*

A three-quarter wavelength coaxial type of cavity (Figure 6 model *a*) of a capacitively loaded cavity resonator (Figure 6 model *b*) should be used as a standard cathode circuit for triodes and tetrodes (Figure 7). Length L in model *a* and diameter D of model *b* of these resonators should be chosen so that approximately the same resonance frequency is obtained as in the anode circuit defined above.

In model *a* the inner conductor diameter should be as small as possible. The characteristic impedance of the resonator should be approximately matched to the characteristic impedance of the internal structure of the tube and should be as nearly constant as possible throughout the system. In practice this is usually not less than 25 ohms. In model *b* length L of the resonator should be approximately the distance between the centres of the grid and cathode contact surfaces. Only one version of the standard cathode circuit should be used for each tube type.

Because of the influence of the space charge on the impedance, the tube should operate with nominal heater voltage, while the grid bias is increased beyond cut-off until the resonance frequency of the cathode cavity shows no further change. Measurements may be made with the cathode unheated (in which case neither heater/cathode nor grid need by-pass capacitors) at the request of the manufacturer.

c) *Standard screen grid circuit*

A three-quarter wavelength coaxial type of cavity circuit should be used as a standard screen-grid circuit for tetrodes (Figure 5). The length L of this circuit is chosen so that approximately the same resonance frequency is obtained as in the anode circuit defined above.

The characteristic impedance of the resonator should be approximately matched to the characteristic impedance of the internal structure of the tube and should be as nearly constant as possible throughout the system. In practice this characteristic impedance is usually not less than 10 ohms.

No voltages are applied to the tube to be measured.

Note.— Experience indicates that correlation of measurements between cavities is extremely difficult regardless of the tolerance specified. Correlation data on at least two supposedly identical cavities should be obtained before the design is standardized. More precise control of the inductive elements that influence resonance may be obtained by specifying limits of resonance frequency versus standard low frequency capacitance measurements. This relation may be conveniently illustrated as shown in Figure 8.

2.3 Unloaded Q

This measurement is made with the tube in the appropriate standard circuits described in Sub-clause 2.2. The value of Q factor is determined from the separation between the frequencies at which the indicator (Figure 2) shows a level that is 3 dB below the maximum level, by use of the expression:

$$Q = \frac{f_0}{f_1 - f_2}$$

where f_0 is the resonance frequency,
and f_1, f_2 are the 3 dB frequency points.

Pendant cette mesure, il faut prendre soin de maintenir constante la tension de sortie du générateur de signal.

Pour mesurer la surtension à vide du circuit cathodique, on fait fonctionner le tube sous la tension de chauffage nominale et dans des conditions au-delà du blocage.

Aucune mesure de surtension à vide n'est faite avec le circuit normalisé de grille-écran.

2.4 *Puissance de sortie*

Afin de vérifier les pertes r.f. se produisant dans les tubes à disques scellés, la pratique normale est de mesurer la puissance de sortie à une fréquence aussi élevée que possible.

a) *Triodes*

Il est recommandé de mesurer la puissance de sortie dans un circuit oscillateur. La fréquence d'oscillation doit être suffisamment élevée pour que le rendement en ondes entretenues soit compris entre 15% et 25%.

b) *Tétrodes*

Il est recommandé de mesurer la puissance de sortie dans un circuit amplificateur. La fréquence de mesure doit être telle que (1) le rendement du tube soit d'environ 50% ou (2) le gain (en puissance) soit de trois, en prenant la condition qui donne la plus faible valeur de fréquence.

2.5 *Gain de puissance*

Voir Publication 235-2 de la CEI, article 14.

On doit faire fonctionner le tube conformément aux recommandations du fabricant, le circuit d'entrée étant adapté à l'étage d'excitation. En indiquant le gain en puissance, il faut faire apparaître clairement si les éléments d'adaptation sont considérés appartenir à l'amplificateur.

2.6 *Fréquence d'auto-neutrodynage*

Pour la mesure de la fréquence d'auto-neutrodynage, le tube, considéré comme un quadripôle passif, est inséré dans une ligne à impédance caractéristique constante, de préférence une ligne coaxiale (figure 9, page 17) et on détermine la réponse en fréquence. Le couplage dû aux fentes des contacts de grille doit être aussi faible que possible. Il est pratique de faire cette mesure du côté de l'anode. La figure 10, page 17, représente un schéma fonctionnel du circuit de mesure. La ligne est alimentée en énergie par un générateur à fréquence variable. Les amplitudes des tensions (V_1 et V_2) sont mesurées aux plans de référence d'entrée et de sortie indiqués, à l'aide d'un coupleur directionnel et d'un détecteur sensible, en fonction de la fréquence. Le résultat de la mesure est la valeur de la fréquence à laquelle le rapport V_2 / V_1 accuse une valeur minimale nette.

2.7 *Coefficient de conversion a.m.-p.m.*

On fait fonctionner le tube conformément aux indications du fabricant. Le déphasage de la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée est mesuré. On modifie alors un peu l'amplitude de la tension d'entrée et on mesure à nouveau le déphasage. Le résultat de mesure est le rapport, exprimé en degrés par décibel, entre (1) la variation de déphasage et (2) la variation de puissance d'excitation lorsque la variation de puissance d'excitation est suffisamment faible pour qu'une réduction de cette variation ait une influence négligeable sur le rapport.

Notes 1. - Le coefficient de conversion a.m.-p.m. dépendant du niveau de puissance r.f., on doit indiquer la puissance de sortie à laquelle est faite la mesure.

2. - Les fluctuations des tensions de fonctionnement doivent être maintenues suffisamment faibles pour que leur effet sur le résultat mesuré soit négligeable.

During this measurement, care must be taken to keep the signal generator output voltage constant.

In the measurement of the unloaded Q of the cathode circuit the tube is operated with nominal heater voltage and under cut-off conditions.

No unloaded Q measurements are made with the standard screen-grid circuit.

2.4 *Output power*

In order to assess the losses at r.f. which occur in disk-seal tubes it is normal practice to make measurements of output power at as high a frequency as is practical.

a) Triodes

It is recommended that the output power be measured in an oscillator circuit. The frequency of oscillation should be so high that the efficiency in c.w. operation is between 15% and 25%.

b) Tetrodes

It is recommended that the output power be measured in an amplifier circuit. The frequency used for this measurement should be such that (1) the efficiency of the tube is about 50%, or (2) the power gain is three times, whichever provides the lower value of frequency.

2.5 *Power gain*

See IEC Publication 235-2, Clause 14.

The tube should be operated in accordance with the manufacturer's recommendations, the input circuit being matched to the driver stage. In quoting the power gain, it should be made clear whether the matching elements are considered as part of the amplifier.

2.6 *Self-neutralization frequency*

In the measurement of the self-neutralization frequency, the tube is inserted as a passive quadripole into a line with a constant characteristic impedance, preferably a coaxial line (Figure 9, page 17) and the frequency response determined. The coupling caused by slits in the grid contacts must be as low as possible. It is convenient to make this measurement from the anode side. Figure 10, page 17, shows a block diagram of the measuring circuit. A variable-frequency generator supplies energy to the line. Using a directional coupler and a sensitive detector the voltage amplitudes (V_1 and V_2) at the stated input and output reference planes are measured as a function of frequency. The result of the measurement is the value of the frequency at which V_2/V_1 has a distinct minimum, which is the self-neutralized value.

2.7 *A.M.-P.M. conversion coefficient*

The tube is operated in accordance with the manufacturer's instructions. The phase angle of the output voltage relative to that of the input voltage is measured. The amplitude of the input voltage is then changed by a small amount and the phase angle of the output voltage relative to that of the input voltage again measured. The measuring result is the ratio expressed in degree per decibel, of (1), the change of phase angle to (2) the change of driving power when the change of driving power is so small that a further reduction of the change has a negligible effect on the ratio.

Notes 1.—As the a.m.-p.m. conversion coefficient depends upon the r.f. power level, the output power at which the measurement is made must be stated.

2.—Fluctuations of the operating voltages should be kept so small that their effect on the result of the measurement is negligible.

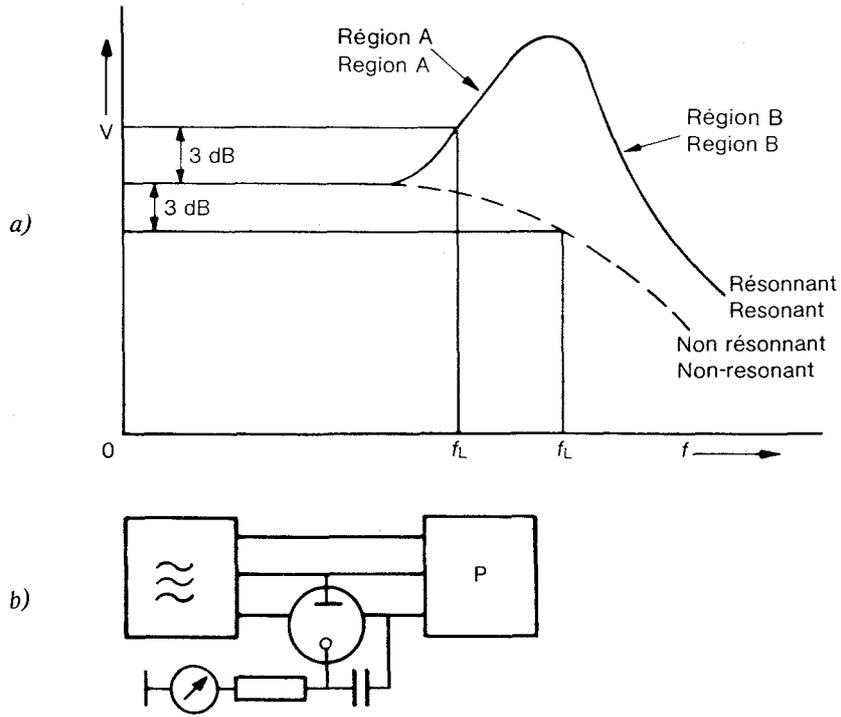


FIG. 1. - Mesure de la fréquence limite.
Measuring the limit frequency.

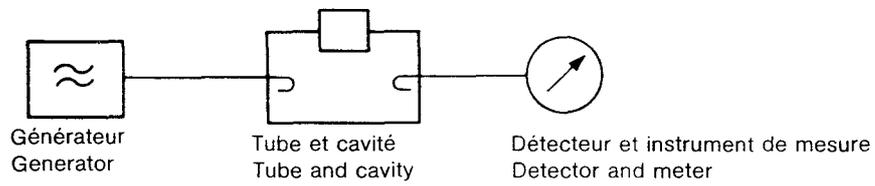


FIG. 2. - Mesure de la position en fréquence et de la dispersion en fréquence.
Measurement of frequency position and spread.

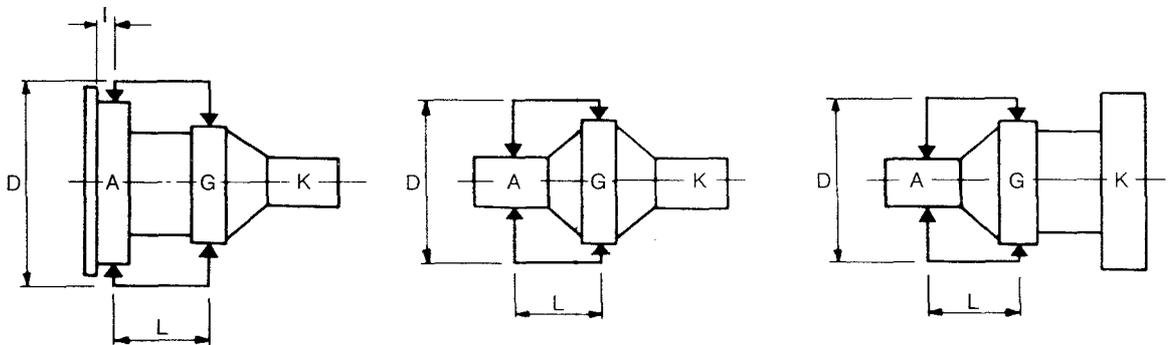


FIG. 3. - Circuits anodiques normalisés pour divers types de triodes.
Standard anode circuits for various types of triodes.

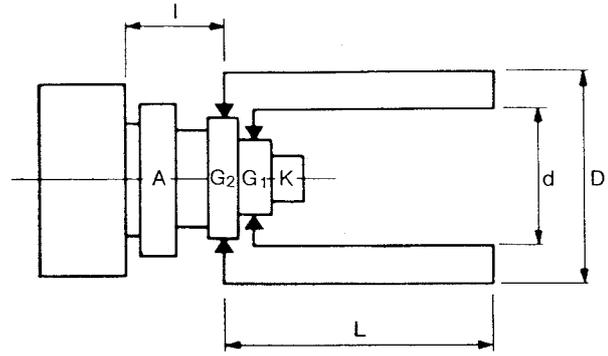
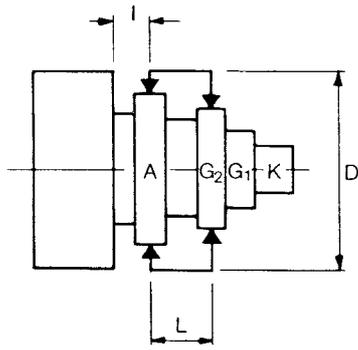


FIG. 4. - Circuit anodique normalisé pour les tétrodes.
Standard anode circuit for tetrodes.

FIG. 5. - Circuit normalisé de grille-écran pour les tétrodes.
Standard screen grid circuit for tetrodes.

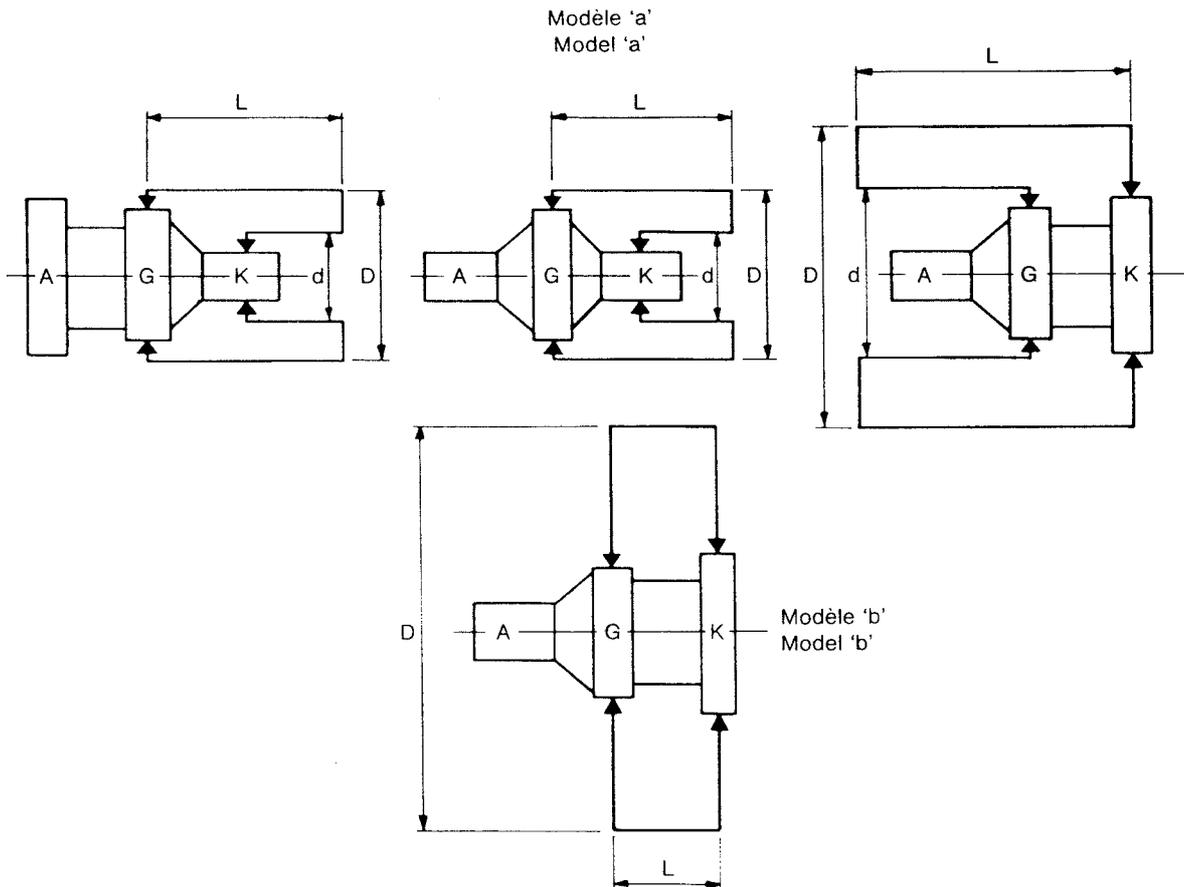
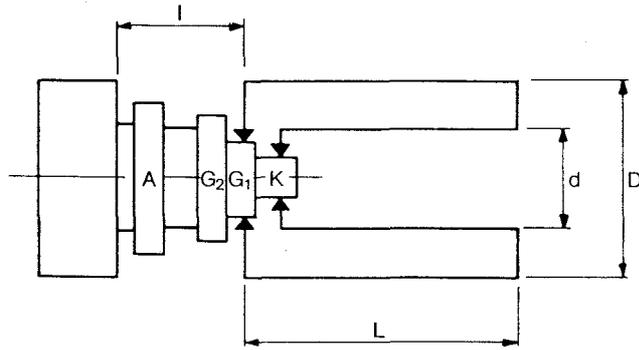


FIG. 6. - Circuits cathodiques normalisés pour divers types de triodes.
Cathode circuits for various types of triodes.



- A = Connexion d'anode
Anode terminal
- G₂ = Connexion de grille
Screen grid terminal
- G₁ = Connexion de grille de commande
Control grid terminal
- K = Connexion de cathode
Cathode terminal
- D = Diamètre intérieur du conducteur extérieur
Inside diameter of the outside lead
- d = Diamètre extérieur du conducteur intérieur
Outside diameter of the inside lead
- L = Longueur de résonateur
Resonator length
- l = Distance entre le plan de référence et la plus proche face interne du résonateur
Distance between reference plane and nearest inner face of the resonator

FIG. 7. - Circuit cathodique normalisé pour les tétrodes.
Standard cathode circuit for tetrodes.

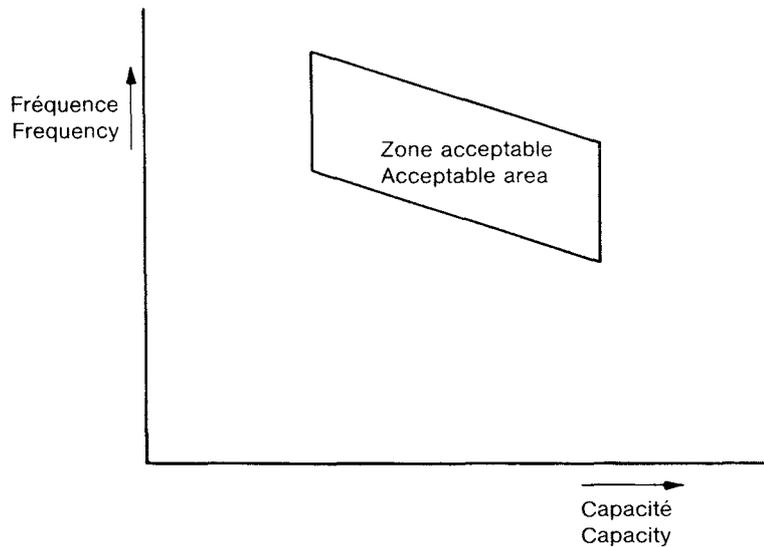


FIG. 8. - Représentation en forme de parallélogramme de la fréquence de résonance en fonction de la mesure de capacité aux fréquences basses.
Parallelogram plot of resonance frequency versus low frequency capacitance measurement.

Ressorts de contact de grille à très faible couplage
Grid contact springs with extremely small coupling

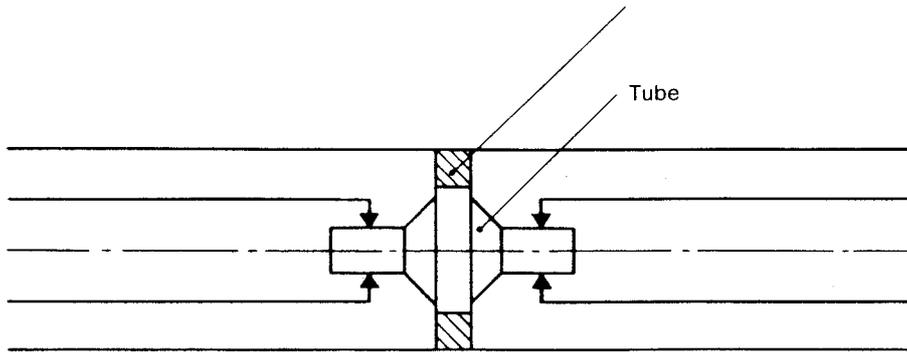


FIG. 9. - Disposition typique de mesure de tube.
Typical measuring arrangement with tube.

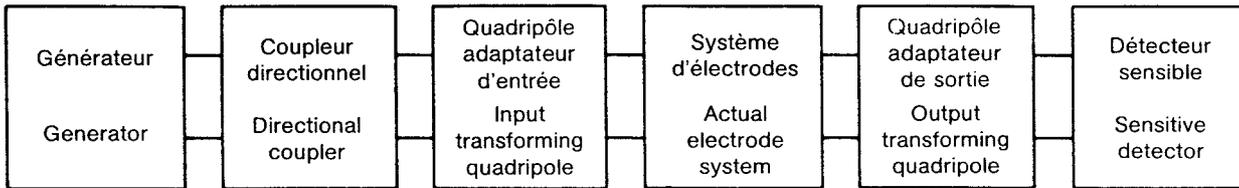
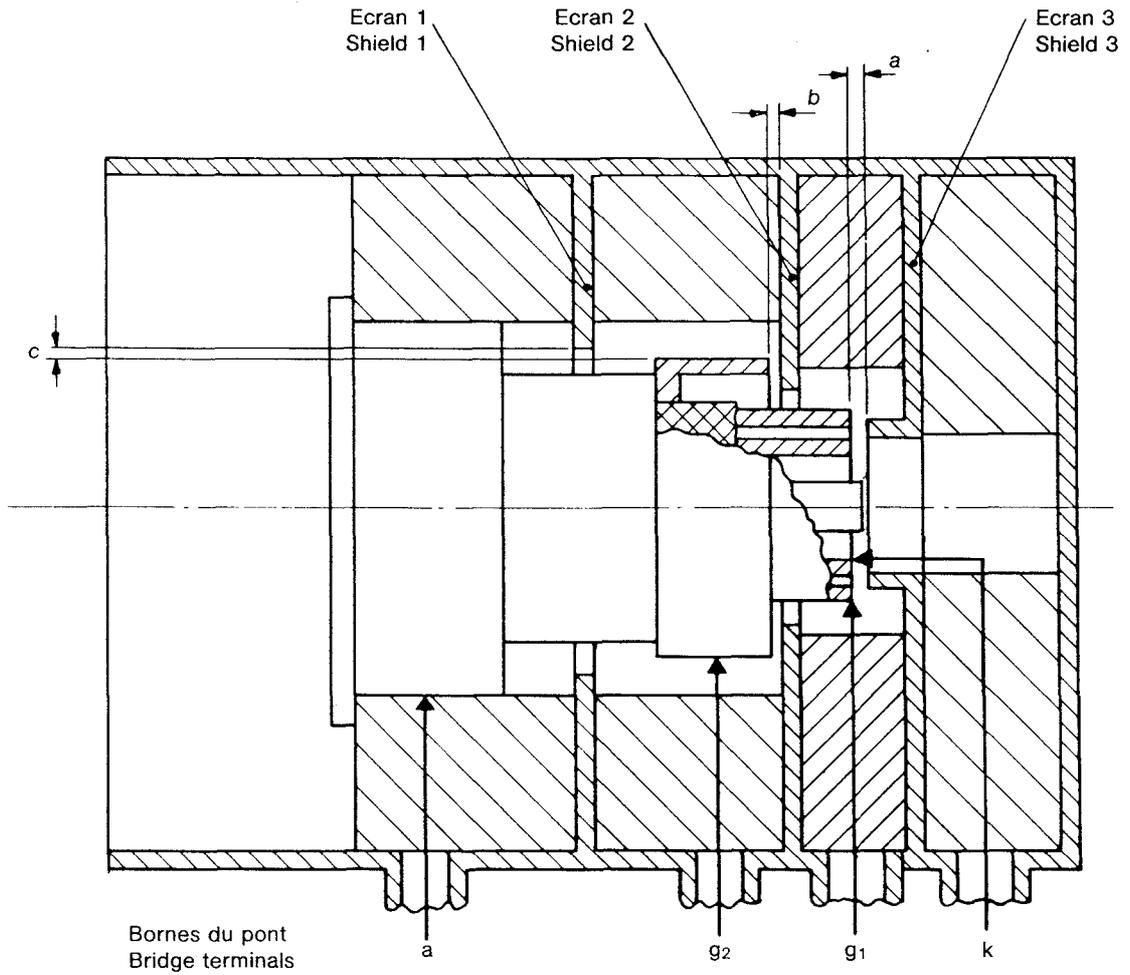


FIG. 10. - Schéma fonctionnel du dispositif de mesure pour la détermination de la fréquence d'auto-neutrodynage.
Block diagram of the measuring arrangement for determining the self-neutralization frequency.



La distance *a* doit être 1 mm (0.04 in)
Distance *a* should be
La distance *b* doit être 1.5 mm (0.06 in)
Distance *b* should be
La distance *c* doit être 1 mm (0.04 in)
Distance *c* should be

FIG. 11. - Tétrode à disques scellés fictive montrant les diverses possibilités de blindages.
Hypothetical disk seal tetrode showing the different possibilities of shielding.

La distance e doit être 1 mm (0.04 in)
Distance e should be 1 mm (0.04 in)

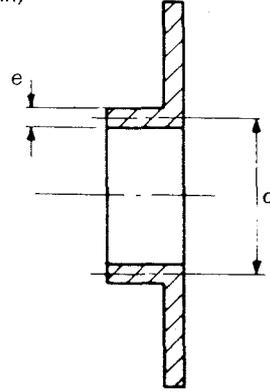
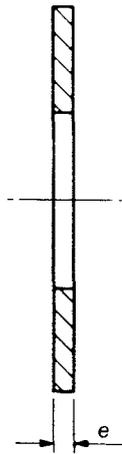


FIG. 13. - Dimension d'un blindage cylindrique.
Dimension of cylindrical shield.

FIG. 12. - Dimension d'un blindage muni d'une ouverture.
Dimension of apertured shield.

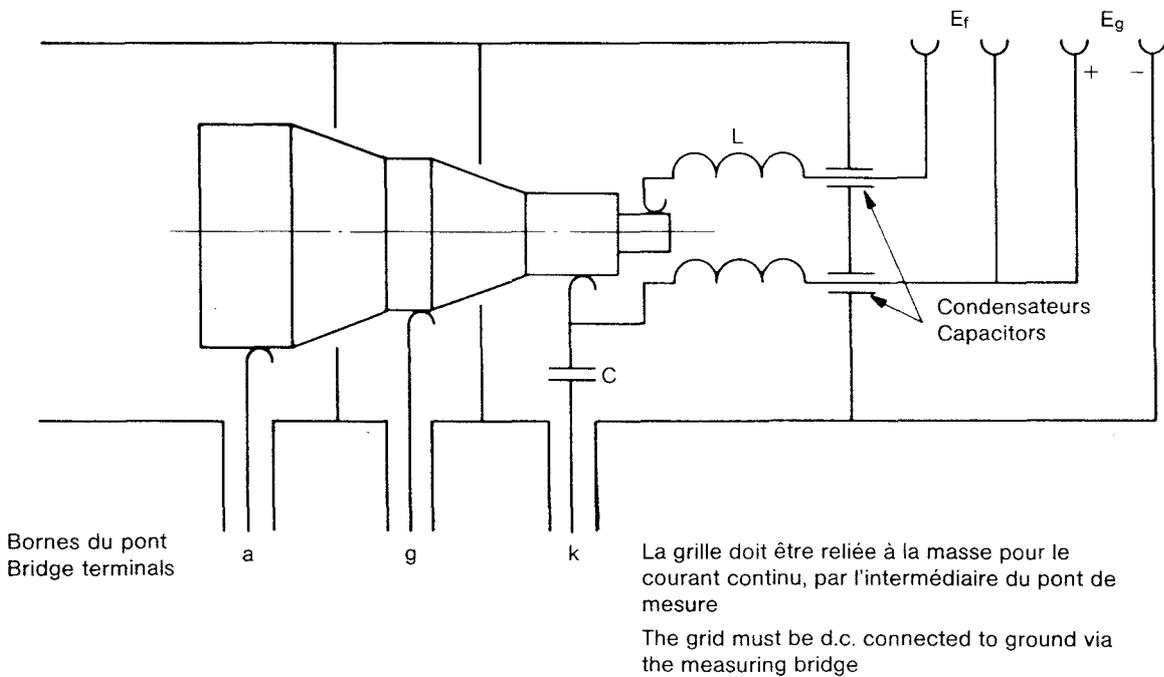


FIG. 14. - Schéma des circuits d'alimentation d'une triode.
Circuit diagram for voltage supplies to a triode.

ANNEXE

A1. Supports normalisés pour la mesure des tubes à disques scellés

- A1.1 Etant donné la dilatation thermique de la structure de cathode, les effets de la conductivité du revêtement de cathode et les effets de la charge d'espace, des variations considérables de capacités (en particulier de la capacité grille-cathode) se produisent selon que les tubes sont mesurés à froid, ou à chaud dans les conditions de blocage. Il est donc recommandé d'étudier les supports de mesure afin qu'ils permettent la mesure des deux types de capacités. Les mesures de capacités dans les conditions d'attente sont valables et utiles en tant qu'information lors des études, mais ne sont normalement pas utilisées pour les gestions de la qualité.
- A1.2 Les blindages munis d'une ouverture, se trouvant entre des électrodes voisines, doivent être disposés en fonction de la forme des surfaces de contact d'électrodes (voir figure 11, page 18).
- A1.2.1 Si deux surfaces de contact d'électrodes sont disposées côte à côte, le blindage doit être équidistant des bords métalliques se faisant vis-à-vis (écran 1 de la figure 11).
- A1.2.2 Si une surface de contact en recouvre une autre, le blindage doit rester à 1,5 mm du bord de l'anneau de contact recouvrant, l'autre anneau de contact passant à travers l'ouverture (écran 2 de la figure 11).
- A1.2.3 Si les surfaces de contact d'électrodes sont coaxiales et de longueurs voisines, il est recommandé d'utiliser un blindage cylindrique centré entre les bords métalliques voisins (écran 3 de la figure 11).
- A1.3 Les blindages munis d'une ouverture doivent être conformes à la figure 12, page 19. Le diamètre de l'ouverture doit être supérieur de 2 mm (0,08 in) au diamètre de la partie la plus grande du tube traversant le blindage.
- A1.4 Pour les blindages cylindriques (figure 13, page 19) le diamètre d doit correspondre à la moyenne des diamètres des bords voisins des électrodes à blinder. La distance axiale entre le blindage et l'électrode la plus proche de celui-ci (dimension a de la figure 11) doit être de 1 mm (0,04 in).
- A1.5 Des pièces isolantes peuvent être disposées entre les divers blindages pour permettre de positionner et de centrer le tube ainsi que pour monter les contacts.
- A1.6 Pour les mesures dans les conditions de blocage, on peut utiliser une alimentation conforme à la figure 14, page 19. Le courant de chauffage et la tension de polarisation de cathode doivent être amenés par l'intermédiaire d'une inductance (de préférence un enroulement bifilaire) accordée sur la fréquence de mesure. La cathode doit être reliée au pont au moyen d'un condensateur (de valeur approximative 0,02 μ F), la grille doit avoir une liaison continue à la masse, à travers le pont. La polarisation (positive) de cathode doit être telle qu'aucun courant cathodique ne circule lorsque le tube est chauffé et que la tension r.f. est appliquée au tube suivant la figure 14.
- A1.7 Pour mesurer les tubes à disques scellés de type crayon, les supports de mesure doivent être articulés afin de permettre la mise en place et le retrait du tube. Ces supports doivent être aussi réalisés conformément au paragraphe 1.2.

APPENDIX

A1. Standard sockets for measurements on disk-seal tubes

- A1.1 Because of the thermal expansion of the cathode structure, effects of cathode coating conductivity, and space charge effects, considerable differences of capacitance (especially in grid-cathode capacitance) exist between tubes in the cold state and when heated under cut-off conditions. It is therefore advisable to design the measuring socket so that both kinds of capacitance can be measured. Capacitance measurements under standby conditions are valid and useful in providing design information but are not normally used for quality control.
- A1.2 The apertured shields between adjacent electrodes should be arranged according to the shape of electrode contact surfaces (see Figure 11, page 18).
- A1.2.1 If two electrode contact surfaces are arranged side by side, the shield should be situated centrally between their adjacent metallic edges (shield 1 in Figure 11).
- A1.2.2 If one electrode contact surface overlaps the other, the shield shall remain 1.5 mm from the edge of the overlapping contact ring, while the other contact ring projects through the aperture (shield 2 in Figure 11).
- A1.2.3 If the electrode contact surfaces are coaxial and nearly equal in length, it is recommended to use a cylindrical shield (shield 3 in Figure 11), which is arranged centrally between adjacent metallic edges.
- A1.3 Any shield with an aperture should be made in accordance with Figure 12, page 19. The diameter of the aperture should be 2 mm or 0.08 in larger than the diameter of the largest part of the tube that passes through the shield.
- A1.4 The diameter d of cylindrical shields (figure 13, page 19) should correspond to the mean value between the diameters of adjacent edges of electrodes to be shielded. The axial distance between the shield and that electrode which is nearest to the shield (dimension a in Figure 11) should be 1 mm or 0.04 in.
- A1.5 Insulating pieces may be placed between the various shields for locating and centering the tube as well as for mounting the contacts.
- A1.6 For measurements under cut-off conditions, a voltage supply according to Figure 14, page 19, can be used. Heater current and cathode bias voltage should be fed via an inductor (preferably bifilar wound) tuned to the measuring frequency. The cathode should be connected to the bridge by means of a capacitor (approx. value $0.02 \mu\text{F}$), the grid must have a d.c. connection to ground via the bridge. The cathode should be so biased (positive) that no cathode current flows when the tube is heated and when the r.f. voltage can be supplied to the tube according to Figure 14.
- A1.7 The measuring sockets for disk-seal tubes of the pencil type should be hinged so that the tube can be inserted and removed. In this case, too, the shields should be made according to Subclause 1.2.

- A1.8 Lorsqu'un tube à disques scellés comporte un condensateur entre la sortie r.f. de cathode et la cathode même, ce condensateur sera court-circuité. En général, le filament doit être relié à la cathode.
 - A1.9 S'il existe des connexions par broches en plus des contacts circulaires d'électrodes, la procédure de mesure de capacités applicable aux types conventionnels s'appliquera aux connexions du support.
 - A1.10 La butée pour l'insertion du tube dans le support de mesure doit être choisie pour se trouver au plan de référence du tube défini par la feuille d'information du fabricant.
-

- A1.8 If a disk-seal tube contains a capacitor between the r.f. cathode terminal and the cathode itself, this should be short-circuited. In general, the heater should be connected to the cathode.
- A1.9 If, in addition to circular electrode contact surfaces, pin connections exist, the capacitance measurement procedure applicable to conventional types shall apply to the socket connection.
- A1.10 The stop for the insertion of the tube into the measurement socket must be chosen to be at the reference plane for the tube as defined in the manufacturer's data sheet.
-

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 31.100
