

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60235-5

Première édition
First edition
1972-01

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

**Cinquième partie:
Klystrons oscillateurs de faible puissance**

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

**Part 5:
Low-power oscillator klystrons**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60235-5: 1972

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60235-5

Première édition
First edition
1972-01

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

**Cinquième partie:
Klystrons oscillateurs de faible puissance**

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

**Part 5:
Low-power oscillator klystrons**

© 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

H

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Conditions générales et précautions	6
1.1 Diodes à semiconducteurs	6
1.2 Cavités extérieures	6
2. Méthodes de mesure	6
2.1 Courant de réflecteur	6
2.2 Puissance	8
2.3 Impulsions	8
2.4 Fréquence	8
2.5 Largeur de spectre	8
2.6 Accord	8
2.7 Hystérésis	12
2.8 Effet de modulation du filament	12
2.9 Coefficient d'entraînement de fréquence	14
2.10 Coefficient de température de la fréquence	14
2.11 Oscillations sur des modes parasites	14

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General requirements and precautions	7
1.1 Semiconductor diodes	7
1.2 External cavities	7
2. Methods of measurement	7
2.1 Reflector current	7
2.2 Power	9
2.3 Pulse measurements	9
2.4 Frequency	9
2.5 Spectrum width	9
2.6 Tuning	9
2.7 Hysteresis	13
2.8 Heater modulation effect	13
2.9 Frequency-pulling figure	15
2.10 Temperature coefficient of frequency	15
2.11 Spurious mode oscillation	15

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60235-5:1972

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Cinquième partie: Klystrons oscillateurs de faible puissance

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, et le Sous-Comité 39A: Tubes pour hyperfréquences.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion du CE 39 tenue à Aix-les-Bains en 1964. Un nouveau projet fut donc remis par le CE 39 à la référence du SC 39A tout nouvellement constitué. Ce projet fut discuté lors des réunions du SC 39A tenues à Florence et à Hambourg en 1966. A la suite de ces réunions, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1967.

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

Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Israël	Turquie
Italie	Union des Républiques
Japon	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 5: Low-power oscillator klystrons

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 Sub-Committee 39A, Microwave tubes.

A first draft was discussed at the meeting of TC 39 held in Aix-les-Bains in 1964. A new draft was then remitted by TC 39 to the newly-formed SC 39A. This draft was discussed at the meetings of SC 39A held in Florence and Hamburg in 1966. As a result of these meetings, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Germany	United Kingdom
Israel	Union of Soviet
Italy	Socialist Republics
Japan	United States of America

MESURE DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES POUR HYPERFRÉQUENCES

Cinquième partie: Klystrons oscillateurs de faible puissance

1. Conditions générales et précautions

Voir la publication 235-2 de la CEI, chapitre I.

1.1 *Diodes à semiconducteurs*

Lorsque la puissance de sortie est mesurée au moyen d'une diode à semiconducteurs, il importe d'établir la courbe de réponse de la diode pour toute la gamme de puissance et de fréquence à contrôler. Une méthode reconnue d'étalonnage de la réponse de la diode en termes de niveaux de puissance relatifs doit être utilisée.

Précaution

Les semiconducteurs pouvant être détériorés par des tensions transitoires et par d'autres phénomènes, il est prudent de les réétalonner fréquemment.

1.2 *Cavités extérieures*

Des cavités et montages normalisés seront utilisés pour les mesures, chaque fois que cela sera possible.

2. Méthodes de mesure

2.1 *Courant de réflecteur*

2.1.1 *Courant total*

Le courant total de réflecteur peut être mesuré (1) dans des conditions de non-oscillation au moyen d'un milliampèremètre placé dans le circuit du réflecteur ou (2) dans des conditions d'oscillation, soit au moyen d'un milliampèremètre placé dans le circuit du réflecteur, soit en mesurant les effets dus à l'introduction dans le circuit de réflecteur d'une résistance de valeur élevée connue. Dans ce dernier cas le courant de réflecteur peut être calculé en mesurant la variation de la tension d'alimentation de réflecteur nécessaire pour ramener la fréquence de fonctionnement à sa valeur d'origine.

2.1.2 *Courant de fuite*

Le courant de résonateur est réduit à zéro au moyen d'une polarisation de grille ou en coupant le circuit de cathode, et le courant de réflecteur est ensuite mesuré.

2.1.3 *Courant ionique*

La valeur du courant déterminée lors de la mesure du courant de fuite (paragraphe 2.1.2) est soustraite de la valeur du courant total du réflecteur mesuré dans des conditions de non-oscillation. La différence est considérée comme le courant ionique du réflecteur.

MEASUREMENT OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF MICROWAVE TUBES

Part 5: Low-power oscillator klystrons

1. General requirements and precautions

See IEC Publication 235-2, Chapter I.

1.1 *Semiconductor diodes*

When output power is examined by means of output from a semiconductor diode it is necessary to calibrate the diode response over the range of power and frequency to be examined. An acceptable method of calibrating the diode response in terms of relative power levels should be used.

Precaution

Because semiconductors can be damaged by transients and other causes, it is wise to recalibrate frequently.

1.2 *External cavities*

Standardized cavities and assemblies shall be used in measurements, where applicable.

2. Methods of measurement

2.1 *Reflector current*

2.1.1 *Total current*

The total reflector current can be measured (1) for non-oscillatory conditions, by a meter in the reflector circuit, or (2) for oscillatory conditions either by a meter in the reflector circuit or by measuring the effect of switching a known high resistance into the reflector circuit. In the latter case the reflector current can be calculated by measuring the reflector supply voltage change necessary to return the operating frequency to its original value.

2.1.2 *Leakage current*

The resonator current is reduced to zero by means of grid bias or by opening the cathode circuit, and the reflector current is measured.

2.1.3 *Ion current (gas current)*

The value of current determined in the leakage current measurement (Sub-clause 2.1.2) is subtracted from the value of the total reflector current measured under non-oscillatory conditions. The difference is then considered to be the reflector ion current.

2.2 Puissance

Voir la publication 235-2 de la CEI, article 5.

2.2.1 Puissance de sortie moyenne en radiofréquence

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 5.1.

Les dispositifs d'accord sont réglés de façon à fournir dans la charge prévue la puissance optimale à la fréquence de référence; on procède ensuite à la mesure de la puissance de sortie.

2.3 Impulsions

Voir la publication 235-2 de la CEI, article 6.

2.4 Fréquence

Voir la publication 235-2 de la CEI, article 7.

2.4.1 Dérive de fréquence à la mise en fonctionnement

Cette mesure est effectuée dans des conditions de température données et pendant un temps spécifié. Le résultat de la mesure est la variation totale de la fréquence dans le temps spécifié.

Notes 1. — Il est quelquefois nécessaire de tenir compte de la variation de puissance qui se produit au cours de cette mesure.

2. — Il est souvent souhaitable de définir le début de l'intervalle de temps pendant lequel la mesure est effectuée.

2.5 Largeur de spectre

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 7.1.

2.6 Accord

Voir la publication 235-2 de la CEI, article 13.

2.6.1 Gamme de fréquence d'accord

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.1.

Le résultat de la mesure est la différence entre la fréquence à laquelle la puissance de sortie est plus grande qu'une certaine valeur donnée, ou qu'une fraction donnée de la puissance de sortie optimale.

Note. — Les conditions de puissance maximale sont maintenues pendant toute cette mesure.

2.6.2 Gamme d'accord mécanique

Le klystron est réglé de façon à fonctionner à la fréquence de référence dans des conditions optimales. On règle ensuite seulement le dispositif d'accord mécanique au-dessus de la fréquence de référence ainsi qu'au-dessous de celle-ci, aux fréquences pour lesquelles la puissance est un pourcentage donné de la puissance au centre du mode. Le résultat est la différence des fréquences, à ces niveaux de puissance réduite.

a) Gamme d'accord mécanique à tensions fixes

Le klystron est réglé de façon à fonctionner à la fréquence de référence dans les conditions optimales. On règle ensuite seulement le dispositif d'accord mécanique au-dessous de la fréquence

2.2 *Power*

See IEC Publication 235-2, Clause 5.

2.2.1 *Mean r.f. output power*

See IEC Publication 235-2, Sub-clause 5.1.

The tuning controls are adjusted to provide optimum power into the stated load at the reference frequency, and the output power is then measured.

2.3 *Pulse measurements*

See IEC Publication 235-2, Clause 6.

2.4 *Frequency*

See IEC Publication 235-2, Clause 7.

2.4.1 *Warm-up frequency drift*

This measurement is made under stated temperature conditions and for a stated time. The result is the total change of frequency in the stated time interval.

Notes 1. — It is sometimes necessary to consider the change in power occurring during this measurement.

2. — It is frequently desirable to state the beginning of the time interval during which measurements are made.

2.5 *Spectrum width*

See IEC Publication 235-2, Sub-clause 7.1.

2.6 *Tuning*

See IEC Publication 235-2, Clause 13.

2.6.1 *Frequency tuning range*

See IEC Publication 235-2, Sub-clause 13.1.

The result of the measurement is the difference between the frequency at which the output power is greater than a stated value, or than a stated fraction of the optimum output power.

Note. — In this measurement, optimum power conditions are maintained throughout.

2.6.2 *Mechanical tuning range*

The klystron is adjusted to operate at the reference frequency under optimum conditions. The mechanical tuning control only is then adjusted above and below the reference frequency to the frequency at which the power is a stated minimum value or stated fraction of the power at the mode centre. The result is expressed as the difference in frequency between these reduced power points.

a) Mechanical tuning range at fixed voltages

The klystron is adjusted in order to operate at the reference frequency under optimum conditions. The mechanical tuning device alone is then adjusted above and below the reference

de référence ainsi qu'au-dessus de celle-ci, aux fréquences pour lesquelles la puissance de sortie est égale à une valeur donnée. La différence entre ces deux fréquences est la gamme d'accord mécanique à tensions fixes.

b) Gamme optimale d'accord mécanique

Le klystron est réglé de façon à fonctionner à la fréquence de référence dans les conditions optimales. On règle ensuite le dispositif d'accord mécanique au-dessus et au-dessous de la fréquence de référence, aux fréquences pour lesquelles la puissance de sortie optimale est égale à une valeur donnée (par exemple, les tensions sont ajustées de façon à maintenir la puissance de sortie à sa valeur maximale). La différence entre ces deux fréquences est la gamme optimale d'accord mécanique.

Note. — Pour les klystrons reflex, seule la tension de réflecteur est ajustée.

2.6.3 Gamme d'accord électronique

Le klystron est réglé de façon à fonctionner à la fréquence de référence dans des conditions optimales. On fait varier ensuite seulement la tension de l'accord électronique au-dessus de la valeur de la fréquence de référence ainsi qu'au-dessous de celle-ci, aux fréquences pour lesquelles la puissance est un pourcentage donné de la puissance au sommet du mode. La gamme d'accord électronique est la différence des fréquences à ces niveaux de puissance réduite.

2.6.4 Sensibilité d'accord

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.2.

a) Sensibilité d'accord mécanique

Première méthode: Le klystron est réglé de façon à fonctionner, à la fréquence de référence, dans des conditions optimales. Le dispositif d'accord mécanique est ensuite réglé dans les deux sens d'une valeur donnée, et le dispositif d'accord électronique est réglé de façon à obtenir la puissance maximale de sortie. La nouvelle fréquence est mesurée par la suite. Le résultat est la variation de fréquence par unité de variation du dispositif d'accord.

Deuxième méthode: Le klystron est réglé de façon à fonctionner à la fréquence de référence dans des conditions optimales. Seul le dispositif d'accord mécanique est ensuite réglé d'une valeur donnée et la variation de fréquence qui s'ensuit est notée. Le résultat est la variation de fréquence par unité de variation de la position du dispositif d'accord.

Notes 1. — Si, le dispositif d'accord ayant été réglé de façon à obtenir la fréquence de référence, son déplacement est limité à une valeur inférieure à celle nécessaire pour la mesure, cette dernière sera effectuée entre la position limite du dispositif d'accord et la position atteinte par le dispositif lorsqu'il est déplacé de la valeur requise vers le centre de la bande.

2. — Il est nécessaire, en effectuant cette mesure, d'éviter l'effet d'hystérésis de l'accord mécanique.

2.6.5 Non-linéarité de l'accord électronique

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.4.

Le klystron fonctionne conformément aux conditions indiquées. La sensibilité d'accord électronique est mesurée au sommet du mode et à deux fréquences données qui sont situées de part et d'autre à une distance égale du sommet du mode.

frequency to the frequencies at which the power output is equal to a stated value. The difference between these two frequencies is the mechanical tuning range at fixed voltages.

b) Optimum mechanical tuning range

The klystron is adjusted in order to operate at the reference frequency under optimum conditions. The mechanical tuning device is then adjusted above and below the reference frequency to the frequencies at which the optimum power output is equal to a stated value (i.e. the voltages are adjusted in order to maintain the power output at its optimum value). The difference between these two frequencies is the optimum mechanical tuning range.

Note. — For reflex klystrons the reflector voltage alone is adjusted.

2.6.3 Electronic tuning range

The klystron is adjusted to operate at the reference frequency under optimum conditions. The electronic tuning voltage only is then varied above and below the reference frequency value to the values at which the power is a stated fraction of the power at the mode centre. The electronic tuning range is the difference in frequency between these reduced power points.

2.6.4 Tuning sensitivity

See IEC Publication 235-2, Sub-clause 13.2.

a) Mechanical tuning sensitivity

Method 1: The klystron is adjusted to operate at the reference frequency under optimum conditions. The mechanical tuning control is then adjusted by a stated amount in either direction and the electronic tuning control is adjusted to obtain maximum output power. The new frequency is then measured. The mechanical tuning sensitivity is the measured change of frequency per unit change of the tuning position.

Method 2: The klystron is adjusted to operate at the reference frequency under optimum conditions. The mechanical tuning control only is then adjusted by a stated amount and the consequent frequency change is noted. The mechanical tuning sensitivity is the measured change of frequency per unit change of the tuner position.

Notes 1. — If, when the tuning mechanism has been set to give the reference frequency, its travel is limited to less than the amount required for this measurement, the measurement should be made between the limit point of the tuner mechanism and that position that the mechanism reaches on being adjusted by the required amount towards the mid-band position.

2. — In making this measurement, it is necessary to avoid the effect of mechanical tuning hysteresis.

2.6.5 Electronic tuning non-linearity

See IEC Publication 235-2, Sub-clause 13.4.

The klystron is operated in accordance with the stated conditions. The electronic tuning sensitivity is measured at the mode centre and at two stated frequencies that are equally spaced from the mode centre.

Le facteur de non-linéarité est donné par la formule:

$$\frac{S_m - S_o}{S_o}$$

où: S_o = la sensibilité d'accord au sommet du mode,

S_m = la valeur la plus grande de la sensibilité d'accord obtenue aux fréquences spécifiées, situées à la même distance de part et d'autre du sommet du mode.

Cette mesure est habituellement effectuée en utilisant une méthode dynamique; on superpose sur la tension de commande de fréquence, qui provoque le déplacement désiré de la fréquence à partir du sommet du mode, une faible tension sinusoïdale d'une fréquence nettement supérieure. L'écart de fréquence qui en résulte est mesuré par l'intermédiaire d'un discriminateur de fréquence ou d'un récepteur convenable.

La différence entre la valeur au sommet du mode et chacune des deux autres est mesurée, et le facteur de non-linéarité est obtenu en divisant la différence la plus élevée par la valeur au sommet du mode.

Note. — Pour cette mesure, le point de sensibilité minimale peut être utilisé au lieu du sommet du mode.

2.7 Hystérésis

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.7.

2.7.1 Hystérésis de l'accord mécanique

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.8.

Le dispositif d'accord mécanique du klystron est convenablement manœuvré en tournant dans un sens jusqu'à une position donnée du cadran. La fréquence de fonctionnement est alors mesurée. Le dispositif d'accord est de nouveau convenablement manœuvré en tournant dans le sens opposé jusqu'à la même position du cadran, et la fréquence de fonctionnement est de nouveau mesurée. L'hystérésis d'accord mécanique est alors la différence entre les deux fréquences mesurées.

2.7.2 Hystérésis de l'accord électronique

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 13.9.

2.8 Effet de modulation du filament

Voir la publication 235-2 de la CEI, article 9.

2.8.1 Facteur de modulation d'amplitude du filament

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 9.1.

2.8.2. Facteur de modulation de fréquence du filament

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 9.2.

2.8.3 Facteur de modulation de phase du filament

Voir la publication 235-2 de la CEI, paragraphe 9.3.