

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60562

Première édition
First edition
1976-01

**Mesures des rayonnements ionisants accidentels
produits par les tubes électroniques**

**Measurements of incidental ionizing radiation
from electronic tubes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60562: 1976

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**

60562

Première édition
First edition
1976-01

**Mesures des rayonnements ionisants accidentels
produits par les tubes électroniques**

**Measurements of incidental ionizing radiation
from electronic tubes**

© IEC 1976 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

J

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Terminologie	6
3. Théorie	6
4. Exigences de l'appareillage	8
5. Etalonnage	8
6. Conditions de mesure	10
7. Mesures	14
8. Précautions	14
FIGURES	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60562:1976

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Terminology	7
3. Theory	7
4. Apparatus requirements	9
5. Calibration	9
6. Measurement conditions	11
7. Measurements	15
8. Precautions	15
FIGURES	16

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60562:1976

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURES DES RAYONNEMENTS IONISANTS ACCIDENTELS
PRODUITS PAR LES TUBES ÉLECTRONIQUES

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

La présente norme émane du document 39(Bureau Central)261, soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1973.

D'accord avec le Président du Comité d'Etudes N° 39 et un expert du Sous-Comité 45B: Instrumentation pour la radioprotection, il fut décidé de soumettre aux Comités nationaux, pour approbation suivant la Procédure des Deux Mois, un nouveau projet ayant pour but d'atteindre le plus haut degré de conformité des termes employés dans les publications de la CEI traitant de techniques et d'instrumentation comparables.

Ce projet, document 39(Bureau Central)280, fut soumis en février 1975.

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

Allemagne	Japon
Argentine	Pays-Bas
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques
Italie	

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:

- Publications N°s 65: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- 284: Règles de conduite imposées par les dangers inhérents à l'exploitation des matériels électroniques et autres matériels utilisant des techniques analogues.
- 463: Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs de rayonnement X ou gamma de faible énergie utilisés en radioprotection.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MEASUREMENTS OF INCIDENTAL IONIZING RADIATION
FROM ELECTRONIC 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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 39, Electronic Tubes.

This standard results from Document 39(Central Office)261, submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1973.

In consultation with the Chairman of Technical Committee No. 39 and an expert of Sub-Committee 45B, Health Physics Instrumentation, it was decided to submit a new draft to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure, with the aim to achieve the highest conformity of terms in IEC publications dealing with comparable techniques and instrumentation.

This draft, Document 39(Central Office)280, was submitted in February 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Netherlands
Australia	Poland
Belgium	Romania
Canada	Spain
Czechoslovakia	Switzerland
Finland	Turkey
France	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

Other IEC publications quoted in this publication:

- Publications Nos. 65: Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use.
- 284: Rules of Behaviour with Respect to Possible Hazards when Dealing with Electronic Equipment and Equipment Employing Similar Techniques.
- 463: Low Energy X or Gamma Radiation Portable Exposure Rate Meters and Monitors for Use in Radiological Protection

MESURES DES RAYONNEMENTS IONISANTS ACCIDENTELS PRODUITS PAR LES TUBES ÉLECTRONIQUES

1. Domaine d'application

Cette norme décrit les méthodes de détection des rayonnements ionisants et de mesures directes et indirectes du diagramme de rayonnement et du débit d'exposition d'éventuels rayonnements accidentels émanant de tubes électroniques à haute tension.

Elle n'inclut pas de recommandation concernant les niveaux non dangereux de rayonnement *.

2. Terminologie

2.1 *Enveloppe* (voir des exemples aux figures 1a, 1b et 1c, pages 16, 17 et 18)

Surface extérieure accessible du tube électronique ou surface arbitraire, mais définie, utilisée comme référence dans l'étude des rayonnements ionisants.

2.2 *Ouverture du détecteur*

Aire de la section droite du volume sensible aux rayonnements du détecteur.

2.3 *Plan de référence (ou axe)*

Plan (ou axe) du volume de rayonnement du détecteur et qui correspond avec son étalonnage.

2.4 *Energie de rayonnement*

Energie des photons du rayonnement. Elle est exprimée habituellement en kiloélectron-volts.

3. Théorie

Lorsque des électrons animés d'une vitesse rapide frappent un matériau, des rayons X sont produits. La répartition énergétique spectrale du rayonnement est fonction de la tension d'accélération, tandis que le débit de fluence énergétique à courant constant varie en fonction du carré de la tension. Cela est vrai pour le rayonnement à la « cible ». Un filtrage sélectif du rayonnement X par l'enveloppe du tube et/ou des composants internes peut faire varier le débit de fluence énergétique à l'extérieur du tube en fonction d'une puissance plus élevée de la tension.

Lorsque le filtrage est minimal, l'exposant reste égal à 2. Lorsque le filtrage est poussé, on peut s'attendre à des valeurs d'exposant plus élevées. Par exemple, dans un tube à image de télévision, l'exposant peut atteindre 30.

* A ce sujet, voir, par exemple, les Publications 65 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau (article 6), et 284: Règles de conduite imposées par les dangers inhérents à l'exploitation des matériels électroniques et autres matériels utilisant des techniques analogues.

MEASUREMENTS OF INCIDENTAL IONIZING RADIATION FROM ELECTRONIC TUBES

1. Scope

This standard describes methods for the detection of ionizing radiation and for the direct and indirect measurement of field pattern and exposure rate of random incidental radiation emanating from high-voltage electronic tubes.

It does not include recommendations for safe levels of radiation*.

2. Terminology

2.1 *Enclosure* (see Figures 1a, 1b and 1c, pages 16, 17 and 18, for examples)

The accessible outer surface of the electronic tube or an arbitrary but stated surface used for reference in the survey of ionizing radiation.

2.2 *Detector aperture*

The cross-sectional area of the radiation sensitive volume of the detector.

2.3 *Detector reference plane (or axis)*

The plane (or axis) of the radiation sensitive volume of the detector that corresponds with its calibration.

2.4 *Radiation energy*

The energy of the photons of the radiation. It is usually expressed in kilo-electron-volts.

3. Theory

Whenever high velocity electrons strike a material, X-rays are produced. The spectral energy distribution of the radiation is a function of the accelerating voltage, while the energy fluence rate at constant current varies as the second power of the voltage. This is true for the radiation at the "target". Selective filtering of the X-radiation by the tube enclosure and/or internal components may cause the energy fluence rate external to the tube to vary as a larger exponent of the voltage.

When the filtering is minimal, the exponent remains equal to 2. When the filtering is extensive, high values of the exponent can be expected. For example, in a television picture tube, the exponent may be as high as 30.

* For this aspect, see, for example, IEC Publication 65, Safety Requirements for Mains Operated Electronic and Related Apparatus for Household and Similar General Use (Clause 6), and IEC Publication 284, Rules of Behaviour with Respect to Possible Hazards when Dealing with Electronic Equipment and Equipment Employing Similar Techniques.

4. Exigences de l'appareillage

- 4.1 *Débitmètre d'exposition portatif* (la Publication 463 de la CEI: Débitmètres et moniteurs de débit d'exposition portatifs de rayonnement X ou gamma de faible énergie utilisés en radioprotection, est donnée également comme référence)

Débitmètre d'exposition (convenablement blindé contre les rayonnements électromagnétiques autres que le rayonnement X) pour explorer ou pratiquer un examen précis et rapide d'un champ de rayonnement. Cet appareil du type à chambre d'ionisation avec une ouverture de détecteur spécifiée est destiné à constituer l'appareil de mesure principal.

Note. — D'autres détecteurs de rayonnement X de faible énergie, tels que tubes compteurs de Geiger-Müller, tubes compteurs proportionnels, détecteurs à scintillation et détecteurs à semi-conducteurs, peuvent aussi être utilisés pourvu que l'on connaisse l'étalement sur la plage d'énergies à mesurer et que l'on tienne compte des différences entre les ouvertures des détecteurs.

4.2 *Monture du film*

Support d'un film sensible aux rayonnements X, étudié de façon à isoler le film de l'exposition à la lumière (et, si nécessaire, à la chaleur et à l'huile).

Note. — La monture comprend souvent une série d'épaisseurs d'aluminium afin qu'un expert (généralement un service de lecture de film) utilisant un densimètre puisse déterminer à la fois l'énergie et l'intensité.

4.3 *Sources d'alimentation*

Source qui assure des conditions électroniques stables pour le fonctionnement du tube et incorpore des moyens de mesure de la tension anodique et du courant.

4.3.1 *Voltmètre à haute tension*

Appareil permettant de mesurer la haute tension avec une précision définie, généralement 0,5% en courant continu, 1% en courant alternatif et 2% en impulsion. On l'étalonne à l'aide d'un diviseur à haute tension ayant une précision et une stabilité convenables.

4.3.2 *Appareil de mesure du courant*

Appareil servant à mesurer le courant avec une erreur inférieure à 2%.

4.4 *Précaution — Blindage du personnel*

Les locaux de mesure doivent incorporer un blindage tel qu'il réduise les risques de l'opérateur très au-dessous du niveau acceptable de rayonnements X, et qu'il protège aussi des hautes tensions normalement utilisées avec les tubes mesurés.

5. Etalonnage (la Publication 463 de la CEI est donnée également comme référence)

5.1 Le débitmètre d'exposition portatif ou la monture du film doivent être étalonnés par un champ de rayonnement X connu avec un débit d'exposition et une énergie efficace de rayonnement approximativement égaux aux valeurs mesurées. Il faut noter que les vitesses réelles des électrons peuvent être celles qui sont associées à environ deux fois la valeur de la tension appliquée. L'énergie efficace de rayonnement des champs de rayonnement X mesurés et connus doit être déterminée en utilisant la couche de demi-atténuation donnée au tableau I.

Pour des mesures sur des régulateurs shunts, des redresseurs à haute tension et des tubes à rayons cathodiques, l'énergie efficace des rayonnements X peut être déterminée par la valeur de la tension à utiliser pour la mesure, compte tenu de la limitation introduite par le filtrage sélectif mentionné à l'article 3.

4. Apparatus requirements

4.1 *Portable exposure rate meter* (reference is also made to IEC Publication 463, Low Energy X or Gamma Radiation Portable Exposure Rate Meters and Monitors for Use in Radiological Protection)

An exposure-rate meter (properly shielded against electromagnetic radiation other than X-radiation) for probing or rapid surveying of a radiation field. This meter of the ionization chamber type with a specified detector aperture is intended to be the principal measuring instrument.

Note. — Other detectors of low energy X-radiation may also be used, such as Geiger-Müller counters, proportional gas detectors, scintillation and semiconductor detectors, provided that the calibration is known over the energy ranges being measured and differences in detector apertures are considered.

4.2 *Film mount*

A holder for X-ray sensitive film which has been designed to shield the film from exposure to light (and heat and oil if necessary).

Note. — The mount often includes a series of thicknesses of aluminium so that an expert (usually a film reader service) using a densitometer can determine both energy and intensity.

4.3 *Power supplies*

The source which provides stable electronic conditions for operation of the tube and has means for measurement of anode voltage and current.

4.3.1 *High-voltage meter*

A meter for measurement of the high voltage with a stated accuracy, usually 0.5% for d.c., 1% for a.c. and 2% for pulse voltage measurement. Calibrate using a high-voltage divider with suitable accuracy and stability.

4.3.2 *Current meter*

A meter for measurement of the current with less than 2% error.

4.4 *Precaution — Personnel shielding*

The measurement facility should include such shielding as to reduce operator hazard to far less than the acceptable level from X-radiation and from the high voltages normally associated with tubes being measured.

5. Calibration (reference is also made to IEC Publication 463)

5.1 The portable exposure rate meter or film mount shall be calibrated by a known X-ray field with an exposure rate and effective radiation energy approximately equal to the measured values. Note that the actual electron velocities may be those associated with approximately twice the applied voltage. The effective radiation energy of the measured and known X-ray fields shall be determined by application of half-value layers according to Table I.

When measuring shunt regulators, high-voltage rectifiers and cathode-ray tubes, the effective energy of the X-rays may be determined by the value of the voltage to be applied for the measurement, with the limitations due to selective filtering discussed in Clause 3.

Le débit d'exposition servant à l'étalonnage doit être représentatif des débits d'exposition à mesurer. Cet étalonnage doit pouvoir être ramené à un étalon primaire convenable.

5.2 Une source radioactive appropriée est un moyen convenable pour vérifier la stabilité de l'étalonnage.

5.3 L'instrument à utiliser pour effectuer la mesure doit être étalonné sur la plage des niveaux d'énergie du rayonnement connu et doit avoir l'ouverture de détecteur requise.

Note. — L'ouverture de détecteur est généralement donnée en centimètres carrés, avec une restriction supplémentaire sur ses dimensions principales.

TABEAU I

Energie efficace (keV)	Matériau	Couche de demi-atténuation (mm)
7	Aluminium	0,1
21	Aluminium	0,9
23	Aluminium	1,1
35	Aluminium	3,3
50	Aluminium	6,6
50	Cuivre	0,3
80	Cuivre	1,0
100	Cuivre	1,4
130	Cuivre	2,7
160	Cuivre	3,9
200	Cuivre	5,0
200	Plomb	0,7
265	Plomb	1,25
300	Plomb	1,8

6. Conditions de mesure

6.1 Généralités

Les mesures de rayonnements X provenant du fonctionnement des tubes électroniques peuvent généralement être séparées en deux catégories: 1) contrôle initial ou général, 2) mesures de produits ayant des diagrammes de rayonnement connus. En effectuant des contrôles, particulièrement les contrôles initiaux, il est important de ne faire aucune hypothèse concernant la nature du diagramme de rayonnement à attendre car des changements dans les matériaux constitutifs du tube aux jonctions, ou la présence de rayons électroniques secondaires très fins, peuvent souvent donner naissance à des faisceaux de rayonnements X très fins provenant de sources très inattendues. Ainsi, on trouve souvent pratique d'effectuer de tels contrôles avec des techniques utilisant un film afin que des diagrammes complets, comprenant les faisceaux les plus fins, puissent être mesurés. L'énergie efficace des rayonnement X émis dans la direction du débit d'exposition maximal doit être mesurée lors du contrôle initial.

Lorsque le diagramme de rayonnement est connu, le tube mesuré doit être disposé par rapport à l'appareillage de mesure de façon telle que les mesures soient faites au point où le rayonnement maximal est observé. Une période convenable de préchauffage doit être observée avant de commencer les mesures afin que l'appareillage de mesure et le tube mesuré fonctionnent dans des conditions stables et définies.

On peut utiliser les lectures provenant d'instruments ayant des ouvertures de détecteur plus faibles pourvu que de nombreuses mesures soient effectuées en traversant la zone intéressante, pour permettre une intégration qui corrige la non-uniformité spatiale du champ. Des détecteurs ayant des ouvertures plus grandes ne devraient être utilisés que lorsqu'on sait que le champ de rayonnement est uniforme sur l'ouverture.

6.2 Enveloppe

Voir le paragraphe 2.1 et les figures 1a, 1b et 1c, pages 16, 17 et 18.

The calibrating exposure rate shall be representative of the exposure rate to be measured. This calibration shall be traceable to a suitable primary standard.

5.2 An appropriate radioactive source is a convenient means of checking the stability of the calibration.

5.3 The instrument to be used to make the measurement shall be calibrated over the range of energy levels of the known radiation and shall have the required detector aperture.

Note. — The detector aperture is normally given in square centimetres, with a further restriction on the major dimensions.

TABLE I

Effective energy (keV)	Material	Half-value layer (mm)
7	Aluminium	0.1
21	Aluminium	0.9
23	Aluminium	1.1
35	Aluminium	3.3
50	Aluminium	6.6
50	Copper	0.3
80	Copper	1.0
100	Copper	1.4
130	Copper	2.7
160	Copper	3.9
200	Copper	5.0
200	Lead	0.7
265	Lead	1.25
300	Lead	1.8

6. Measurement conditions

6.1 General

Measurements of X-radiation arising from the operation of electronic tubes are generally separable into two categories: 1) initial or general surveys, and 2) measurements on products having known radiation patterns. In making surveys, especially initial surveys, it is important that no assumptions should be made regarding the nature of the field pattern to be expected since changes in tube materials at junctions or the presence of very sharply defined secondary electron beams may often give rise to sharply defined X-ray beams from very unexpected places. Thus, it is often found practical to make such surveys with film techniques so that complete patterns, even of very sharply defined beams, can be measured. The effective energy of the X-rays emitted in the direction of maximum exposure rate shall be measured during the initial survey.

When the radiation pattern is known, the tube being measured shall be positioned relative to the measurement equipment so that measurements will be made at the point where maximum radiation is observed. A suitable warm-up period shall be provided before beginning measurements so that measurement apparatus and the tube being measured are operating at stable, stated conditions.

Readings from instruments having smaller detector apertures may be used provided many measurements are made, traversing the area of interest, to permit integration to correct for spatial non-uniformity of the field. Detectors having larger apertures should only be used when the field of radiation is known to be uniform across the aperture.

6.2 Enclosure

See Sub-clause 2.1 and Figures 1a, 1b and 1c, pages 16, 17 and 18.

6.3 Régulateurs shunt

On doit faire fonctionner le tube à mesurer aux valeurs nominales maximales continues du courant et de la tension d'anode (et non de source), qui ne doivent pas varier (y compris les ondulations) ou dériver de plus de $\pm 0,5\%$ pour la tension et $\pm 2\%$ pour le courant pendant toute la durée de la mesure. Si la combinaison de la valeur nominale maximale continue de la tension anodique et du courant conduit à une dissipation supérieure à la valeur nominale maximale de la dissipation anodique de tube, on réduira le courant de façon telle que cette valeur de dissipation soit obtenue sans réduction de la valeur nominale maximale continue de la tension anodique.

6.4 Redresseurs à haute tension

La méthode décrite au paragraphe 6.4.1 n'est requise que si, par suite de points chauds ou d'émission par effet de champ, l'anode émet dans la phase de tension inverse. Lorsqu'il ne se produit aucune de ces éventualités, la méthode décrite au paragraphe 6.4.2 peut être utilisée.

6.4.1 Mesures en fonctionnement

Un potentiel alternatif correspondant à la valeur limite de la tension inverse de crête est appliqué entre cathode ou filament et l'anode. La tension de crête à crête doit être dans les limites indiquées. La source d'alimentation et l'impédance de charge doivent être choisies pour que le fonctionnement se produise:

- a) au courant nominal maximal de crête, ou
- b) à la dissipation nominale maximale d'anode, ou
- c) les deux.

6.4.2 Mesures en inverse

Une tension positive continue, correspondant à la valeur nominale maximale de la tension inverse de crête (composante totale continue et crête), est appliquée à la cathode ou au filament par rapport à l'anode. Cette tension, y compris les ondulations, ne doit pas varier ou dériver de plus de $\pm 0,5\%$ pendant toute la durée de la mesure. Il n'est pas nécessaire d'alimenter le filament pendant cette mesure.

6.5 Tubes à rayons cathodiques

6.5.1 Le tube mesuré doit fonctionner aux valeurs définies de tension anodique, de courant anodique et de tension de concentration optimale. La tension anodique ne doit pas varier ou dériver de plus de $\pm 0,5\%$ pendant toute la durée de la mesure. Pour les tubes à plusieurs canons, on utilisera des courants de faisceaux approximativement égaux.

Note. — Pour satisfaire à cette exigence, la source d'alimentation anodique doit avoir une impédance interne qui ne soit pas supérieure à la valeur définie.

6.5.2 Les contrôles de balayage doivent être réglés pour donner une mire définie.

6.6 Tubes d'émission et tubes modulateurs

On fait fonctionner le tube dans des conditions de fonctionnement définies, aux conditions limites maximales.

Il faut noter que les vitesses réelles des électrons peuvent être celles qui sont associées à environ deux fois la valeur de la tension appliquée.

6.7 Tubes pour hyperfréquences

6.7.1 On doit faire fonctionner le tube dans des conditions types de fonctionnement définies.

6.3 *Shunt regulators*

The tube being measured shall be operated at the rated maximum d.c. anode (not supply) voltage and current, which shall not vary (including ripple) or drift more than $\pm 0.5\%$ in voltage and $\pm 2\%$ in current during the entire measurement period. If the combination of rated maximum d.c. anode voltage and current produces a dissipation value in excess of the tube's rated maximum anode dissipation, the current shall be reduced so far that this dissipation value is acquired without reduction of the rated d.c. anode voltage.

6.4 *High-voltage rectifiers*

The method described in Sub-clause 6.4.1 is required only if the anode emits in the inverse voltage phase due to hot spots of field emission. Where these problems do not arise, the method described in Sub-clause 6.4.2 may be used.

6.4.1 *Operational measurements*

An a.c. potential corresponding to the limiting value of the peak inverse voltage shall be applied to the cathode or filament relative to the anode. Peak-to-peak voltage regulation shall be within the stated limits. The power supply and load impedance shall be chosen to result in operation at:

- a) maximum rated peak current, or
- b) maximum rated anode dissipation, or
- c) both.

6.4.2 *Inverse measurements*

A positive d.c. potential, corresponding to the rated maximum peak inverse voltage (total d.c. and peak), shall be applied to the cathode or filament relative to the anode. This voltage, including ripple, shall not vary or drift more than $\pm 0.5\%$ during the entire measurement period. It is not necessary to energize the heater or filament during this measurement.

6.5 *Cathode-ray tubes*

6.5.1 The tube being measured shall be operated at the stated anode voltage, anode current and optimum focus voltage. The anode voltage shall not vary or drift more than $\pm 0.5\%$ during the entire measurement period. For multiple-gun tubes, approximately equal beam currents shall be used.

Note. — To meet this requirement, the anode power supply must have an internal impedance not greater than the stated value.

6.5.2 The scanning controls shall be adjusted to produce a stated raster.

6.6 *Transmitting and modulator tubes*

The tube shall be operated under stated typical operating conditions within the maximum limiting values.

Note that the actual electron velocities may be those associated with approximately twice the applied voltage.

6.7 *Microwave tubes*

6.7.1 The tube shall be operated at the stated typical operating conditions within the maximum limiting values.

6.7.2 Il est recommandé de mesurer également le tube dans des conditions anormales définies, de façon que l'on augmente la probabilité d'une émission de rayonnement X, sans toutefois risquer d'endommager le tube.

Il faut noter que les vitesses réelles des électrons peuvent être celles qui sont associées à environ deux fois la valeur appliquée.

Note. — Les précautions normales doivent être prises pour prévenir toute exposition au rayonnement hyperfréquence.

7. Mesures

7.1 Le tube doit fonctionner en équilibre dans les conditions de mesure données ci-dessus.

7.2 Mesures à l'aide d'un film pour rayonnement X

Un film pour rayonnement X recouvrant toute l'enveloppe peut être utilisé pour définir la source, évaluer l'intensité relative et déterminer le diagramme du rayonnement X.

Notes 1. — Il est recommandé d'utiliser un film pour rayonnement X lors des contrôles initiaux, afin de déterminer le point de débit d'exposition maximal pour des mesures ultérieures effectuées avec un débitmètre d'exposition portatif.

2. — Cette méthode peut aussi être la seule à utiliser lorsqu'on mesure le rayonnement de tubes de très forte puissance qui, normalement, ne sont pas totalement blindés lorsqu'on les expédie et qui peuvent, au moins en partie, fonctionner dans l'huile.

7.3 Mesures faites à l'aide d'un débitmètre d'exposition portatif

On explore la surface totale de l'enveloppe, le plan de référence du détecteur étant à une distance spécifiée de l'enveloppe (par exemple 5 cm), et on procède suffisamment lentement pour permettre à l'indicateur de répondre aux faisceaux très fins.

La mesure doit être effectuée à l'emplacement du débit d'exposition maximal.

Il faut effectuer au moins trois lectures successives pour chaque position du débitmètre, la valeur moyenne étant enregistrée.

Il faut vérifier le rayonnement de fond à l'emplacement de mesure avant et après la période d'exposition, et appliquer des corrections aux valeurs observées si nécessaire.

8. Précautions

8.1 Le rayonnement X émis par des tubes à grande puissance peut avoir un débit d'exposition élevé. Les techniques de contrôle par film doivent toujours être utilisées lors d'un contrôle préliminaire pour éviter une exposition accidentelle du personnel qui effectue la mesure.

Dans certaines circonstances, un revêtement spécial du film peut être requis pour supporter la chaleur ou l'immersion dans un liquide.

8.2 Tout le personnel employé dans les opérations de contrôle doit être muni de badges à films et de dosimètres.

8.3 L'instrument de mesure doit être parfaitement mis à la masse pour éviter les risques de chocs électriques.

8.4 La présence d'énergie radiofréquence de fort niveau peut provoquer des lectures irrégulières ou une valeur relativement élevée de fond. Lorsque des lectures anormalement élevées sont observées, il faut vérifier qu'elles ne sont pas causées par le rayonnement électromagnétique autrement que le rayonnement X.

6.7.2 It is recommended that tubes should also be measured under such stated abnormal conditions as to increase the likelihood of emission of X-radiation, however without causing damage to the tube.

Note that the actual electron velocities may be those associated with approximately twice the applied voltage.

Note. — The normal precautions should be taken to prevent exposure to microwave radiation.

7. Measurements

7.1 The tube shall be operating in accordance with measurement conditions as given above.

7.2 *Measurements using X-ray film*

X-ray film covering the entire enclosure may be used to define the source, evaluate the relative intensity and determine the pattern of the X-radiation.

Notes 1. — It is recommended that X-ray films be used on initial surveys to determine the point of greatest exposure rate for later measurement with portable exposure rate meters.

2. — This method may also be the only one to use when measuring radiation from very high power tubes which, normally, are not fully shielded as shipped and which may, in part at least, operate under oil.

7.3 *Measurements made using portable exposure rate meter*

Explore the total surface of the enclosure with the detector reference plane at a stated distance (e.g. 5 cm) from the enclosure and proceed sufficiently slowly so as to allow the indicator to respond to sharp beams.

The measurement shall be made at the location of maximum exposure rate.

At least three successive readings shall be taken for each exposure rate meter position, the average value being recorded.

The background radiation shall be verified at the measurement position before and after the exposure period and corrections applied to observed data as required.

8. Precautions

8.1 X-radiations emitted by high-power tubes may have large exposure rates. Film survey techniques shall always be used in a preliminary survey to avoid accidental exposure to measurement personnel.

Under certain circumstances, special film coating may be required to withstand heat or immersion in liquid.

8.2 Assign film badges and dosimeters to all personnel involved in survey operations.

8.3 The measuring instrument shall be thoroughly grounded to avoid shock hazard.

8.4 The presence of radio-frequency energy at high level may cause irregular readings or apparently high background. Whenever abnormally high readings are observed, it should be verified that they are not caused by electromagnetic radiation other than X-radiation.