

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-14

Deuxième édition
Second edition
1975-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

Partie 14:

**Méthodes de mesure des tubes à rayons
cathodiques pour radar et oscilloscope**

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

Part 14:

**Methods of measurement of radar and
oscilloscope cathode-ray tubes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60151-14: 1975

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-14

Deuxième édition
Second edition
1975-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 14:
Méthodes de mesure des tubes à rayons
cathodiques pour radar et oscilloscope**

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

**Part 14:
Methods of measurement of radar and
oscilloscope cathode-ray tubes**

© IEC 1975 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

P

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
Introduction	6
1. Terminologie	6
2. Généralités	6
3. Mesure des caractéristiques optiques	6
4. Mesure de la déviation et du déplacement du spot	22
5. Mesure des capacités entre électrodes	24
FIGURES	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-14:1975

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
Introduction	7
1. Terminology	7
2. General	7
3. Measurement of optical characteristics	7
4. Measurement of deflection and spot displacement	23
5. Measurement of inter-electrode capacitance	25
FIGURES	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-14:1975

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES
ÉLECTRONIQUES**

**Quatorzième partie: Méthodes de mesure des tubes à rayons cathodiques pour radar
et oscilloscope**

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 publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 39 de la CEI: Tubes électroniques. Elle constitue la deuxième édition de la Publication 151-14 de la CEI et fait partie d'une série traitant des mesures des caractéristiques électriques des tubes électroniques.

La première édition, parue en 1968, fut suivie en 1969 par un complément, la Publication 151-14A, qui, en plus des mesures des caractéristiques optiques, décrit la mesure de la résolution des tubes à représentation visuelle.

Lors de la réunion tenue à Paris en novembre 1971, il fut décidé qu'une technique modifiée pour la mesure de la résolution des tubes à représentation visuelle munis d'écrans à longue persistance devait être amalgamée avec le contenu de la Publication 151-14A de la CEI. A la suite de cette réunion, le projet, document 39(Bureau Central)270, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1974.

Cette deuxième édition de la Publication 151-14 de la CEI contient le nouveau texte élargi du complément; elle annule et remplace la Publication 151-14A de la CEI. De plus, la terminologie de l'article 1 a été remplacée par une référence à la Publication 50(531), Vocabulaire Electrotechnique International, chapitre 531, Tubes électroniques, (1974) de la CEI.

On trouvera dans le Catalogue des publications de la CEI des renseignements sur les autres parties de cette série de publications de la CEI.

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

Allemagne
Belgique
Canada
Egypte
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Italie
Japon

Pays-Bas
Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 14: Methods of measurement of radar and oscilloscope cathode-ray 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 publication has been prepared by IEC Technical Committee No. 39, Electronic Tubes.

It forms the second edition of IEC Publication 151-14, one of a series dealing with the measurement of the electrical properties of electronic tubes.

The first edition, issued in 1968, was followed in 1969 by a supplement, Publication 151-14A, which, in addition to the measurement of the optical characteristics, described the measurement of the resolution of a display-tube.

During the meeting held in Paris in November 1971, it was decided that a modified technique for the measurement of the resolution of display-tubes with long persistence layers should be combined with the material of IEC Publication 151-14A. As a result of this meeting, the draft, document 39(Central Office)270, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1974.

In this second edition of IEC Publication 151-14, the new, extended text of the supplement has now been incorporated and supersedes IEC Publication 151-14A, whereas the terminology of Clause 1 has been replaced by a reference to IEC Publication 50(531), International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 531, Electronic Tubes (1974).

Reference should also be made to the Catalogue of IEC Publications for information on the other parts of this IEC publication series.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium
Canada
Czechoslovakia
Egypt
Finland
France
Germany
Italy
Japan

Netherlands
Poland
Romania
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

Quatorzième partie: Méthodes de mesure des tubes à rayons cathodiques pour radar et oscilloscope

Introduction

La présente publication est fondée sur la pratique courante des mesures des tubes à rayons cathodiques pour radar et oscilloscope. Elle ne doit pas être considérée comme une publication prise au sens de «norme» car une description plus détaillée des méthodes de mesure est nécessaire si l'on veut que les résultats des mesures basées sur ces principes soient comparables dans des tolérances définies.

1. Terminologie

Les définitions des termes généraux utilisés dans la présente publication se trouvent dans le chapitre 531: Tubes électroniques, du Vocabulaire Electrotechnique International (Publication 50(531) de la CEI), et en grande partie dans les sections 531-14, 531-22 et 531-42.

2. Généralités

2.1 *Domaine d'application*

Les mesures décrites dans la présente publication ne s'appliquent pas toutes à chaque type de tubes à rayons cathodiques. Elles ne sont donc applicables que lorsqu'elles sont spécifiquement prévues.

2.2 *Précautions*

En plus des précautions générales figurant dans la Publication 151-0 de la CEI: Partie 0: Précautions relatives aux méthodes de mesure des tubes électroniques, les précautions suivantes sont applicables:

2.2.1 *Pour la sécurité*, des précautions doivent être prises pour protéger l'opérateur des chocs à haute tension, des radiations X et de l'implosion des tubes.

2.2.2 *Pour la mesure des caractéristiques optiques*, il peut être nécessaire de régler la température ambiante lorsqu'on effectue des mesures des caractéristiques de l'écran. Des blindages de protection contre les effets des autres sources d'énergie rayonnante doivent être prévus.

2.2.3 *Pour les mesures à forts courants de faisceau*

Pour éviter d'endommager l'écran, la tension de commande nécessaire pour obtenir une valeur spécifique de courant de faisceau doit être mesurée lorsque le spot est dévié hors de la zone utile de l'écran ou lorsque l'écran est surbalayé.

3. Mesure des caractéristiques optiques

3.1 *Caractéristiques de luminance*

3.1.1 L'intensité lumineuse sera mesurée à concentration optimale sur une trame de dimensions convenables, en utilisant un dispositif photo-électrique ayant une réponse globale correspondant approximativement à l'observateur de référence photométrique C.I.E.*.

Les réglages de tension prescrits sont effectués pour obtenir l'intensité lumineuse requise et l'on mesure les tensions d'électrodes et les courants prescrits.

* C.I.E. (Commission Internationale de l'Eclairage), Vocabulaire international de l'éclairage, V.E.I. 50(45) (1970): 10-016.

MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES

Part 14: Methods of measurement of radar and oscilloscope cathode-ray tubes

Introduction

This publication is based on current practice on the measurement of radar and oscilloscope cathode-ray tubes. It should not be regarded as a publication in the sense of a "standard" because a more detailed description of the measuring methods is needed if measuring results on the basis of these principles have to be comparable within definite tolerances.

1. Terminology

The definitions of the general terms used in this publication can be found in Chapter 531: Electronic Tubes, of the International Electrotechnical Vocabulary (IEC Publication 50(531)), mainly in the sections 531-14, 531-22 and 531-42.

2. General

2.1 Scope

The measurements described in this publication are not all appropriate to every type of cathode-ray tube. They should therefore be applied only when specifically stated.

2.2 Precautions

In addition to general precautions stated in IEC Publication 151-0, Part 0: Precautions Relating to Methods of Measurement of Electronic Tubes and Valves, the following precautions are to be taken:

2.2.1 *For safety*, precautions should be taken to protect the operator from high-voltage shock, X-ray radiation and tube implosion.

2.2.2 *For measurement of optical characteristics*, it may be necessary to control the ambient temperature when making measurements of screen characteristics. Protective shielding against the effects of other sources of radiant energy should be provided.

2.2.3 *For measurement of high-beam currents*

To avoid risk of damage to the screen, the drive voltage required to attain a specified value of beam current should be measured with the spot deflected off the useful screen area or with the screen overscanned.

3. Measurement of optical characteristics

3.1 Luminance characteristics

3.1.1 The luminous intensity should be measured on an optimum focused raster of convenient size using a photo-electric device having an overall response approximating to the C.I.E.* standard photometric observer.

Prescribed voltage adjustments are made to attain the required luminous intensity and any prescribed electrode voltages or currents are measured.

* C.I.E. (International Commission on Illumination), International Lighting Vocabulary, I.E.V. 50(45) (1970): 10-016.

La luminance moyenne d'une trame est liée à l'intensité lumineuse par la formule:

$$I = L \times A$$

où:

I = intensité lumineuse (cd)

L = luminance (cd/m²)

A = surface lumineuse (m²) vue par le dispositif photo-électrique

3.1.2 Les mesures de l'intensité d'une couleur particulière émise par un écran doivent être faites à l'aide d'un filtre de couleur convenable en plus de l'observateur de référence photométrique C.I.E.*. L'ensemble du filtre et de la cellule photo-électrique est étalonné en utilisant une source lumineuse de caractéristiques connues. La procédure du paragraphe 3.1.1 est alors appliquée en utilisant le nouvel étalonnage.

Les filtres de couleur et les ensembles filtres-cellule photo-électrique peuvent aussi être utilisés pour les mesures d'établissement de luminance et de persistance (voir le paragraphe 3.6). On doit indiquer tous les détails concernant les filtres et les ensembles filtres-cellule photo-électrique.

3.1.3 L'intensité lumineuse ou le courant de faisceau en fonction de la tension de polarisation doit être mesuré en faisant varier la tension de polarisation du blocage jusqu'à une valeur correspondant à l'intensité lumineuse requise ou au courant de service du faisceau.

3.2 *Eclairement parasite*

La tension de chauffage spécifiée étant appliquée et toutes les autres tensions étant à zéro, la luminance de l'écran du tube due à la lumière provenant du système cathodique est mesurée. Cette luminance étant généralement à un niveau très bas, l'éclairement ambiant doit être pratiquement nul.

3.3 *Emission parasite*

3.3.1 *Conditions de mesure*

Le tube à mesurer doit être placé dans un circuit déterminé, des tensions données, y compris une tension de blocage et des tensions de déviation, étant appliquées.

L'éclairement ambiant mesuré sur l'écran du tube ne doit pas dépasser 5 lx.

L'œil de l'observateur doit être accommodé à la luminosité ambiante avant de regarder l'écran.

3.3.2 *Résultat de mesure*

Le résultat de la mesure consiste à dire si, dans un laps de temps donné, une luminance est visible.

3.4 *Flashes (claquages)*

3.4.1 *Mesure par la méthode A*

3.4.1.1 *Conditions de mesure*

Le tube doit être placé dans un circuit déterminé, les tensions données étant appliquées.

3.4.1.2 *Résultat de mesure*

Le résultat de mesure est le nombre de flashes observés sur l'écran du tube pendant un temps déterminé.

3.4.2 *Mesure par la méthode B*

3.4.2.1 *Conditions de mesure*

Le tube doit être placé dans un circuit déterminé, les tensions données étant appliquées. Ce circuit doit comprendre une impédance déterminée dans la connexion de cathode et un dispositif de comptage apte à

* C.I.E. (Commission Internationale de l'Eclairage), Vocabulaire international de l'éclairage, V.E.I. 50(45) (1970): 10-016.

The average luminance of a raster is related to the luminous intensity by the formula:

$$I = L \times A$$

where:

I = luminous intensity (cd)

L = luminance (cd/m²)

A = luminous area (m²) viewed by the photo-electric device

3.1.2 Measurements of the intensity of a particular colour emitted by a screen should be made using a suitable colour filter in addition to a C.I.E.* standard photometric observer. This filter/photocell combination is calibrated against a light source of known characteristic.

The procedure of Sub-clause 3.1.1 is then applied using the new calibration.

Colour filters and filter/photocell combinations may also be used for screen build-up and persistence measurements (see Sub-clause 3.6). Full details of the filters and filter/photocell combinations should be stated.

3.1.3 The luminous intensity or the beam current as a function of the bias voltage should be measured by varying the bias voltage from cut-off to the value corresponding to the required luminous intensity or to the working beam current.

3.2 *Stray illumination*

With the specified heater voltage applied and with all other voltages at zero, the luminance of the screen, due to light from the cathode assembly, is measured. Since this luminance will usually be at a very low level, the ambient illumination should be virtually zero.

3.3 *Stray emission*

3.3.1 *Conditions of measurement*

The tube being measured should be placed in a given circuit, with stated voltages including a cut-off voltage and a deflection voltage applied.

The ambient illumination measured at the screen of the tube should not exceed 5 lx.

The observer should have accommodated his eyes to the ambient illumination before viewing the screen of the tube.

3.3.2 *Measuring result*

The measuring result is a statement whether any luminance is visible within a given time.

3.4 *Flasharc*

3.4.1 *Measurement by Method A*

3.4.1.1 *Conditions of measurement*

The tube should be placed in a given circuit with stated voltages applied.

3.4.1.2 *Measuring result*

The measuring result is the number of flasharcs observed on the screen of the tube during a given time.

3.4.2 *Measurement by Method B*

3.4.2.1 *Conditions of measurement*

The tube should be placed in a given circuit with stated voltages applied. This circuit should include a defined impedance in the cathode lead and a counting device suitable for counting the voltage pulses which

* C.I.E. (International Commission on Illumination), International Lighting Vocabulary, I.E.V. 50(45) (1970): 10-016.

compter les impulsions de tension qui apparaissent aux bornes de l'impédance de cathode lorsqu'un flash se produit. Les caractéristiques du dispositif de comptage (impédance d'entrée, sensibilité, possibilité de séparation d'impulsions successives en fonction du temps) doivent être données.

3.4.2.2 *Résultat de mesure*

Le résultat de mesure est le nombre de flashes comptés pendant un temps déterminé.

3.5 *Mesure de la tension de blocage*

La tension de blocage doit être mesurée comme le seuil de visibilité d'un spot concentré sans déviation. L'intensité lumineuse (éclairage ambiant) tombant sur l'écran doit être à un faible niveau. En variante, la tension sera mesurée pour un faible courant de faisceau déterminé (usuellement 0,1 μA), en tenant compte des courants de fuite.

3.6 *Mesure de l'établissement de la luminance et de la persistance*

3.6.1 *Méthode 1*

Le tube fonctionne dans des conditions données pour les tensions d'électrodes. Aucune déviation n'est appliquée. Le courant de faisceau est modulé en impulsions avec une fréquence de répétition, une longueur d'impulsion et une amplitude données. La durée entre les impulsions doit être beaucoup plus longue que la persistance de l'écran à mesurer, à moins que des conditions spéciales ne s'appliquent pour la mesure de l'établissement de la luminance.

La lumière émise est reçue par un photomultiplicateur dont la sortie alimente un instrument d'enregistrement convenable.

Pour mesurer les tubes destinés à des applications visuelles, les caractéristiques de réponse du photomultiplicateur et de l'appareillage associé doivent être réglées au moyen de filtres convenables pour correspondre à celles de l'observateur de référence photométrique C.I.E.*. Lorsque les tubes sont destinés à d'autres applications, par exemple des applications photographiques, d'autres filtres peuvent être utilisés.

L'instrument d'enregistrement doit avoir un temps de réponse suffisamment court pour reproduire fidèlement l'établissement de la luminance et la persistance mesurés. Pour la mesure de l'établissement de la luminance et pour des écrans à faible persistance, un oscilloscope est convenable; pour de très longues persistances, il peut suffire d'utiliser un appareil de mesure photosensible et un chronomètre.

3.6.2 *Méthode 2*

Le tube fonctionne dans des conditions données de tensions d'électrodes et de courant de faisceau. Le spot balaie une ligne à une vitesse déterminée au moyen d'un système de déviation convenable. On utilisera une suppression de retour du spot si les conditions de retour risquent de causer une excitation de l'écran. Un masque avec une fente de largeur connue est placé devant l'écran de telle façon que la fente soit perpendiculaire à la ligne balayée et qu'on ne puisse voir qu'une faible portion de cette ligne.

La largeur de la fente et la vitesse de balayage doivent être telles que le temps que met le spot à traverser la fente soit court par rapport à la persistance à mesurer.

La lumière émise par cette petite portion de l'écran est reçue par un photomultiplicateur et renvoyée dans un dispositif d'enregistrement convenable comme décrit dans la méthode 1.

Le temps d'excitation de l'écran peut être calculé en connaissant le diamètre du spot et la vitesse de balayage. Le diamètre du spot doit être mesuré dans les mêmes conditions de fonctionnement (voir le paragraphe 3.7).

3.6.3 *Méthode 3*

Cette méthode peut être employée pour des tubes ayant une longue persistance et lorsque la lumière émise est faible. Le tube fonctionne dans des conditions données de tensions d'électrodes, de courant de faisceau et de température ambiante. A l'aide d'un système de déviation convenable, le faisceau produit une trame. Le temps de balayage de la trame doit être faible par rapport à la persistance à mesurer.

* C.I.E. (Commission Internationale de l'Eclairage), Vocabulaire international de l'éclairage, V.E.I. 50(45) (1970): 10-016.

develop over the cathode impedance as a result of flasharc. The characteristics of the counting device (input impedance, sensitivity, time discrimination between successive pulses) should be stated.

3.4.2.2 *Measuring result*

The measuring result is the number of flashes counted during a given time.

3.5 *Measurement of cut-off voltage*

The cut-off voltage should be measured at the threshold of visibility of an undeflected-focused spot. The light intensity (room illumination) falling on the screen should be at a low level. Alternatively, the voltage should be measured for a stated low-beam current (typically 0.1 μA), allowance being made for leakage currents.

3.6 *Measurement of screen build-up and persistence*

3.6.1 *Method 1*

The tube is operated under stated conditions of electrode voltages. No deflection is applied. The beam current is pulsed at a stated repetition frequency, pulse length and amplitude. The period between pulses must be much longer than the persistence of the screen being measured, unless special conditions apply for the measurement of build-up.

The light output is received by a photomultiplier, the output of which is fed to a suitable recording instrument.

For the measurement of tubes intended for visual applications, the characteristics of the response of the photomultiplier and its associated apparatus should be adjusted by the means of suitable filters to correspond to that of the C.I.E.* standard photometric observer. When tubes are intended for other applications, e.g. for use in photographic applications, other filters may be used.

The recording instrument must have a response time sufficiently short to reproduce faithfully the build-up and persistence being measured. For the measurement of build-up and for short persistence screens, an oscilloscope is suitable; for very long persistence, it may be sufficient to use a light-meter and a stop-watch.

3.6.2 *Method 2*

The tube is operated under stated conditions of electrode voltages and beam current. The spot is scanned by means of a suitable deflecting system at a known sweep speed along a line. Flyback suppression should be used if the conditions of flyback are likely to cause excitation of the screen. A mask with a slit of known width is placed in front of the screen so that the slit is at right angles to the scanned line, and only a small portion of the line is visible.

The width of the slit and the sweep speed must be such that the time taken for the spot to traverse the slit is short compared with the persistence being measured.

The light emitted by this small portion of the screen is received by a photomultiplier and fed to a suitable recording instrument as described in Method 1.

The time of excitation of the screen can be calculated from the knowledge of the spot diameter and sweep speed. The spot diameter must be measured under the same operating conditions (see Sub-clause 3.7).

3.6.3 *Method 3*

This method may be used for tubes having a long persistence and where light output is low. The tube is operated under stated conditions of electrode voltages, beam current and ambient temperature. Using a suitable deflecting system, the beam is formed into a raster. The field time for the raster must be short compared with the persistence being measured.

* C.I.E. (International Commission on Illumination), International Lighting Vocabulary, I.E.V. 50(45) (1970): 10-016.

L'écran est alors excité pendant un nombre défini de trames et la lumière émise par toute la zone est reçue par un photomultiplicateur dont la sortie est enregistrée comme décrit dans la méthode 1.

Il faut remarquer que le temps d'excitation n'est pas le temps de balayage de la trame, mais est égal au diamètre du spot divisé par la vitesse de balayage.

3.7 *Mesure de la qualité de concentration*

La qualité de concentration peut se déterminer par une mesure de la largeur d'une ligne en utilisant une des méthodes suivantes.

Pour empêcher de brûler l'écran, il peut être nécessaire de moduler la grille en impulsions, positivement à partir de la tension de blocage, avec des impulsions de durée et de fréquence de répétition spécifiées.

Les tubes utilisant une concentration ou une déviation magnétique doivent être mesurés avec un bloc de concentration-déviation défini.

3.7.1 *Méthodes d'examen au microscope*

3.7.1.1 *Trame expansée*

Une trame constituée par un nombre déterminé de lignes avec une fréquence de trame donnée est formée autour du centre de l'écran, et la tension de grille est réglée pour obtenir l'intensité lumineuse ou le courant de faisceau donné.

La longueur des lignes doit être indiquée et maintenue constante. L'image est alors agrandie pour rendre la structure des lignes nettement visible et pour englober les positions de mesure requises. La concentration doit être réglée de façon optimale au centre de la trame, et la largeur de ligne est mesurée par un microscope comme indiqué au paragraphe 3.7.

Cette procédure est répétée, sans ajustement de concentration, en permutant les tensions de balayage et en réglant les dimensions de la trame pour obtenir les mêmes longueurs de lignes.

Pour les tubes à déviation électrique, des tensions de déviation symétrique doivent être utilisées.

3.7.1.2 *Trace elliptique ou circulaire*

Une trace elliptique ou circulaire dont les axes ont des longueurs et des fréquences définies est utilisée, et la tension de grille est réglée pour obtenir une intensité lumineuse ou un courant de faisceau défini.

La concentration est réglée de façon optimale et la largeur de la trace est mesurée au point dont la définition est la plus mauvaise.

3.7.1.3 *Ligne pulsée*

Une ligne dont la fréquence de répétition et la longueur sont prescrites est utilisée, et la tension de grille est réglée à une valeur équivalente à celle donnant une intensité lumineuse ou un courant de faisceau requis sur une trame. La grille peut être modulée en impulsions, positivement à partir de la tension de blocage, avec des impulsions convenables à une fréquence de répétition donnée pour obtenir des conditions équivalentes de courant de faisceau de crête ou d'intensité lumineuse.

La concentration est réglée de façon optimale et la largeur de ligne est mesurée au centre de la trace.

3.7.2 *Méthode de la contraction de trame*

Le tube fonctionne dans des conditions données, y compris une trame à balayages linéaires dont les vitesses de balayage dans les deux directions sont indiquées. La concentration est réglée de façon optimale.

L'amplitude de l'image est d'abord augmentée jusqu'à ce que la structure des lignes soit nettement visible, puis réduite de façon telle que les bords de lignes adjacentes soient confondus et que l'image ait une luminance uniforme.

La dimension réduite de l'image est alors mesurée et divisée par le nombre de lignes. Le quotient est une mesure de la largeur de ligne.

On notera que la définition de la largeur de ligne utilisée dans la mesure ci-dessus diffère sensiblement de celle utilisée pour la mesure de la largeur d'une ligne simple ou d'un spot. La relation entre les deux types de mesures dépend de la distribution énergétique dans la ligne ou dans le spot, mais on a trouvé que, dans beaucoup de cas, la largeur de ligne obtenue par la méthode de contraction de trame est d'environ la moitié de celle obtenue par la mesure d'une ligne simple ou d'un spot.

The screen is then excited for a stated number of fields and the light output from the whole area is received by a photomultiplier, the output of which is recorded as described in Method 1.

It should be noted that the excitation time is not the field scan time, but is the spot diameter divided by the sweep speed.

3.7 *Measurement of focus quality*

The focus quality may be determined by a measurement of the width of a line using one of the following methods.

To prevent screen burning, it may be necessary to pulse the grid positively from cut-off voltage with pulses of specified duration and repetition frequency.

Tubes utilizing magnetic focus and/or deflection should be measured in a defined focus/deflection unit.

3.7.1 *Methods of examination by microscope*

3.7.1.1 *Expanded raster*

A raster formed by a stated number of lines at a given field frequency is applied about the centre of the screen, and the grid voltage is adjusted to obtain the stated light intensity or beam current.

The length of the lines should be stated and kept constant. The pattern is then expanded to make the line structure clearly visible and to include the required positions of measurement. The focus should be adjusted to the optimum at the centre of the raster, and the line width is measured by a microscope as stated in Sub-clause 3.7.

This procedure is repeated, without adjustment of focus, with the scanning voltages interchanged and the raster size adjusted to give the same line lengths.

For electrostatic deflection tubes, symmetrical deflection voltages should be used.

3.7.1.2 *Elliptical or circular trace*

An elliptical or circular trace having axes of stated lengths and frequency is used, and the grid voltage is adjusted to attain a stated light intensity or beam current.

The focus is adjusted to optimum and the width of the trace measured at the point of poorest definition.

3.7.1.3 *Pulsed line*

A line of prescribed repetition frequency and length is used and the grid voltage is adjusted to a value equivalent to that for the required light intensity or beam current on a raster. The grid may be pulsed positively from cut-off with suitable pulses at a given repetition frequency to obtain the equivalent peak-beam current or light intensity conditions.

The focus should be adjusted to optimum and the line width measured at the centre of the trace.

3.7.2 *Shrinking raster method*

The tube is operated under stated conditions, which include a linear scanning raster whose frequencies in both directions are stated. The focus should be adjusted to optimum.

The amplitude of the pattern is first increased until the line structure is clearly visible, and then reduced to the condition in which the edges of adjacent lines have merged and the display is of uniform luminance.

The reduced dimension of the pattern is then measured and divided by the number of lines in the display. The quotient is a measure of the line width.

It will be noted that the definition of line width for the purpose of the above measurement is significantly different from that for a measurement of the width of a single line or spot. The relationship between the two types of measurement depends on the energy distribution within the line or spot, but it has been found that, in many cases, the line width as obtained by the shrinking raster method is approximately one-half of that obtained by measurement of a single line or spot.

Cette méthode est simple et nécessite un minimum d'appareillage supplémentaire, mais la précision de la mesure dépend de la linéarité du balayage de trame.

3.7.3 Méthode de la fente étroite

Le tube fonctionnant dans les conditions données de tensions d'électrodes et de courant de faisceau, on fait balayer au faisceau une ligne.

La lumière de cette ligne est concentrée à l'aide d'un dispositif optique convenable de façon à produire une image réelle agrandie dans un plan connu. Une fente étroite est montée dans ce plan.

La largeur de la fente doit être faible par rapport à la largeur de l'image de la ligne à mesurer. Il est aussi important que l'image et la fente soient parallèles entre elles avec précision.

La lumière traversant la fente est alors concentrée sur la photocathode d'un photomultiplicateur qui est couplé à un dispositif d'enregistrement convenable. En mesurant l'intensité lumineuse en plusieurs points le long de la largeur de la ligne, une courbe de distribution peut être relevée et, connaissant l'amplification du système optique, la largeur de ligne peut être déterminée.

Les mesures peuvent s'effectuer par:

a) déplacement de la fente le long de l'image de la ligne

ou

b) déplacement de la ligne balayée sur le tube de façon telle que l'image se déplace dans la fente.

Cette méthode donne des informations sur la distribution totale de l'intensité lumineuse à travers la largeur de la ligne. Lorsque cette information est disponible, n'importe quelle définition arbitraire de largeur de ligne (par exemple celle limitée à 20% de l'intensité de crête) peut être utilisée.

3.8 Détermination de la résolution des tubes de visualisation par la méthode de la fréquence spatiale

Les principes de mesure ci-après peuvent être appliqués à tous les types de tubes de visualisation mais les procédures précises à utiliser varient en fonction de la persistance de la couche sensible et de la valeur (forte ou faible) du courant de faisceau.

3.8.1 Théorie

Un tube à rayons cathodiques ne reproduit le dessin désiré que si ce dessin est de nature plus grossière que le spot lumineux qui le trace. Si le dessin est à structure fine, le contraste de la trace pour une modulation donnée tend à diminuer et, à la limite, le dessin disparaîtra.

Lorsqu'on applique au tube des signaux sinusoïdaux suffisamment faibles pour produire une modulation en intensité, la caractéristique liant l'intensité de la trace à l'amplitude du signal de modulation appliqué est essentiellement linéaire. Le degré de résolution d'un tube peut donc être obtenu en observant la trace vobulée pour un signal d'entrée donné en fonction de la fréquence spatiale du dessin, où la fréquence spatiale est définie comme étant le nombre de cycles sinusoïdaux par unité de longueur de trace. En conséquence, une mesure de la réponse en fréquence spatiale d'un tube à rayons cathodiques sera un moyen d'évaluer le comportement du tube lorsqu'il sera utilisé pour des images modulées en intensité, aussi bien que la mesure plus familière de la dimension du spot ou d'une largeur de ligne.

Pour des raisons pratiques, la réponse en fréquence spatiale d'un tube est exprimée en pour-cent de la réponse du tube à des fréquences basses, où l'on admet que la résolution est maximale.

Toutefois, pour faciliter la mesure, la réponse en fréquence spatiale du tube peut être déterminée en maintenant constante l'intensité de la trace et en utilisant un dessin normalisé extérieur qui simule les zones blanches et noires données par une trace modulée.

Dans ce cas, il faut noter que l'utilisation d'un tel dessin normalisé extérieur donne une forme de modulation équivalant à celle d'une onde carrée.

Les deux caractéristiques, donnant les relations (a) entre le taux de modulation et la réponse en fréquence spatiale avec modulation sinusoïdale, et (b) entre le taux de modulation et la réponse en fréquence spatiale avec modulation carrée, sont différentes.

Il faut donc tenir compte de cette différence, ce que l'on peut faire à l'aide de courbes semblables à celles tracées aux figures 1, 2, 3 et 4, pages 26 à 29.

Ces courbes indiquent la relation entre le taux de modulation et la fréquence spatiale, donnée en fonction de la fréquence spatiale qui procure un taux de modulation de 60%, en supposant que l'intensité du spot a une

Whilst this method is simple and requires a minimum of additional equipment, the accuracy of the measurement depends on the linearity of the field scan.

3.7.3 *Narrow slit method*

With the tube operated under stated conditions of electrode voltages and beam current, the beam is scanned into a line.

Light from this line is focused by a suitable optical system to produce a magnified real image in some known plane.

A narrow slit is mounted in this plane. The width of the slit must be small compared with the width of the image of the line being measured. It is important also that the image and the slit are accurately parallel to each other.

The light passing through the slit is then focused on to the photocathode of a photomultiplier which is coupled to a suitable recording instrument. By measuring the light intensity at several points across the width of the line a distribution curve may be plotted, and from a knowledge of the magnification of the optical system the line width may be determined.

Measurements may be carried out by:

a) moving the slit across the image of the line

or

b) moving the scanned line on the tube in such a way that the image moves across the slit.

This method produces information on the complete light intensity distribution across the width of the line. When this information is available, any arbitrary definition for line width (e.g. that it is limited to 20% of peak intensity) may be applied.

3.8 *Determination of display-tube resolution by the spatial frequency method*

The following principles of measurement may be applied to all types of display tubes, but the exact techniques used vary according to the persistence of the sensitive layer and the magnitude (high or low value) of beam current flowing.

3.8.1 *Theory*

A cathode-ray tube reproduces the desired pattern only if the pattern is of a coarser nature than the illuminating spot which is tracing it. If the pattern is of a fine structure, the trace contrast for a given modulation tends to reduce and in the extreme the pattern will be lost.

If sufficiently small sinusoidal signals are applied to a tube to produce intensity modulation, the characteristic between trace intensity and the amplitude of the applied modulation signal is predominantly linear. Therefore, the degree of resolution of a tube may be obtained by the observation of the trace in wobble for a given input signal, against the spatial frequency of the pattern, where the spatial frequency is defined as the number of sinusoidal cycles per unit length of trace. Hence, a measurement of the spatial frequency response of a cathode-ray tube will provide a means of assessing the performance of the tube when used in intensity-modulated displays, as well as the more familiar spot size or line width measurement.

For convenience, the spatial frequency response of a tube is expressed as a percentage of the response of the tube at low frequencies where the resolution is accepted as being maximum.

For ease of measurement, however, the spatial frequency response of the tube may be assessed by maintaining the trace intensity constant and applying an external standard pattern which simulates the black and white areas provided by a modulated trace.

In this case, it should be noted that the use of such an external standard pattern provides a modulation waveform equivalent to that of a square wave.

The two characteristics, which show the relationships (a) between percentage modulation depth versus the spatial frequency response with sine-wave modulation, and (b) between percentage modulation depth versus the spatial frequency response with square-wave modulation, are different.

The difference should therefore be taken into account and this may be done using curves similar to those shown in Figures 1, 2, 3 and 4, pages 26 to 29.

These curves indicate the relationship between the percentage modulation depth and the spatial frequency, which is given in terms of that spatial frequency which provides a modulation depth of 60%, assuming that the

répartition gaussienne. Le taux de modulation de 60 % a été choisi dans ce cas particulier comme étant le niveau de mesure acceptable pour le tube.

Note – Il est recommandé d'adopter le taux de modulation de 60 % comme niveau de référence normalisé.

En supposant que l'intensité du spot suit une répartition gaussienne, les formules suivantes peuvent être utilisées:

$$M = e^{-2\pi^2 f^2 \delta^2}; f_{60(\sin)} = \frac{1}{2\pi\delta}$$

où:

M = taux de modulation à la fréquence spatiale f

$f_{60(\sin)}$ = fréquence spatiale sinusoïdale pour laquelle le taux de modulation est 60 %

2δ = largeur du spot à une amplitude de 60,6 % (voir la figure 4)

D'après les figures 1 et 2, on peut voir que pour un taux de modulation de 60 %, le rapport entre (1) la réponse en fréquence spatiale avec modulation carrée et (2) la réponse en fréquence spatiale avec modulation sinusoïdale est donné par:

$$\frac{f_{60(sq)}}{f_{60(\sin)}} = 1,21 \text{ (ligne AA')}$$

où:

$f_{60(sq)}$ = fréquence spatiale en signaux carrés pour laquelle le taux de modulation est 60 %

Ainsi, la relation entre la dimension du spot et la réponse en signaux carrés est donnée à partir de la formule indiquée plus haut par:

$$f_{60(sq)} = \frac{1,21}{2\pi\delta}$$

On peut aussi exprimer la différence provenant des formes de modulation sous forme d'une différence en taux de modulation pour une valeur donnée de fréquence spatiale.

Pour effectuer la mesure, on fait apparaître une trace sur le tube à rayons cathodiques et on la projette à l'aide d'un objectif de microscope sur le dessin normalisé qui a la forme d'un réseau défini de bandes alternativement opaques et transparentes de largeurs égales. Si le balayage croise les bandes alternées, c'est-à-dire s'il est perpendiculaire à la longueur d'une bande, comme indiqué à la figure 5, page 29, la quantité de lumière transmise à travers le réseau dépendra de la vitesse du balayage et des dimensions relatives de la largeur des bandes et du spot lumineux. Par exemple, si le spot est plus grand que la largeur des bandes, une partie de la lumière émise sera masquée par les sections opaques lorsque le centre du spot sera sur une bande transparente, et un éclairage marginal sera visible lorsque le spot se trouvera juste derrière une bande opaque (voir les figures 6a et 6b, page 30). De plus, comme la lumière émise dépend de l'énergie dans les particules de la surface sensible, un balayage trop rapide ne donnera pas suffisamment d'énergie à une particule pour provoquer l'intensité maximale et/ou ne permettra pas à l'énergie d'un balayage précédent d'être dissipée. On peut supprimer l'influence de la vitesse de balayage par un choix convenable de cette vitesse. L'observation de l'intensité variable de la lumière transmise à travers un réseau ayant des largeurs de bandes équivalent à une structure de dessin désirée donnera une mesure des possibilités de résolution du tube.

3.8.2 Mesure

3.8.2.1 Principe

Selon le cas, on fait apparaître sur le tube un spot ou une trace que l'on projette à l'aide d'un objectif de microscope sur un réseau tel que celui représenté à la figure 5. Les bandes opaques et transparentes ont des dimensions qui permettent, en tenant compte du grossissement de l'objectif du microscope, d'obtenir la fréquence spatiale d'essai requise.

La direction du déplacement relatif du spot et du réseau croise les bandes alternées, comme indiqué à la figure 5.

La lumière transmise est reçue par un photomultiplicateur ayant une réponse spectrale définie, par l'intermédiaire d'une lentille de champ convenable qui concentre l'ouverture de l'objectif du microscope sur la cathode du photomultiplicateur. La sortie du photomultiplicateur alimente directement un dispositif de visualisation (par exemple oscilloscope ou enregistreur mécanique) dont la base de temps est synchronisée avec la vitesse du déplacement relatif.

spot intensity follows a gaussian distribution. The 60% modulation depth level is taken in this particular example as being the acceptable level of measurement for the tube.

Note. – It is recommended that the 60% modulation depth be adopted as the standard reference level.

If it is assumed that the spot intensity follows a gaussian distribution, the following formulae may be used:

$$M = e^{-2\pi^2 f^2 \delta^2}; f_{60(\sin)} = \frac{1}{2\pi\delta}$$

where:

M = modulation depth at the spatial frequency f

$f_{60(\sin)}$ = sinusoidal spatial frequency at which modulation depth is 60 %

2δ = spot width at 60.6 % height (see Figure 4)

From Figures 1 and 2, it can be seen that for a 60% modulation depth, the ratio of (1) the spatial frequency response with square-wave modulation to (2) the spatial frequency response with sinusoidal modulation is given by:

$$\frac{f_{60(sq)}}{f_{60(\sin)}} = 1.21 \text{ (line AA')}$$

where:

$f_{60(sq)}$ = square-wave spatial frequency at which modulation depth is 60 %

Thus, using the formula above the relationship between spot size and square-wave response is given by:

$$f_{60(sq)} = \frac{1.21}{2\pi\delta}$$

Alternatively, the difference arising from the modulation waveforms may be expressed as a difference in percentage modulation depth at a given spatial frequency value.

For this measurement, a trace is displayed on the cathode-ray tube and projected by a microscope objective on to the standard pattern which takes the form of a defined grating consisting of alternate opaque and transparent strips of equal width. If the line of scan is across the alternating strips, i.e. at right angles to the strip length, as shown in Figure 5, page 29, the amount of light transmitted through the grating will depend on the speed of scan and the relative sizes of the strip widths and the illuminating spot. For example, if the spot is larger than the strip widths, part of the light emitted will be masked off by the opaque sections when the spot centre is in a transparent strip, and fringe lighting will occur when the spot is immediately behind an opaque strip (see Figures 6a and 6b, page 30). In addition, as the light emitted depends on the energy in the sensitive layer particles, too fast a scan will not provide sufficient energy to a particle to produce maximum intensity, and/or may not permit the energy from a previous scan to be dissipated. The effect of the speed of scan can be cancelled by a suitable choice of speed. Observation of the varying intensity of light transmitted through a grating, having strip widths equivalent to a desired pattern structure, will provide a measure of the resolution capabilities of the tube.

3.8.2 Measurement

3.8.2.1 Principle

A spot or trace, as relevant, is displayed on the tube and is imaged through a microscope objective on to a grating such as that shown in Figure 5. The opaque and transparent strips have dimensions so as to provide, in conjunction with the microscope objective magnification, the required spatial-test frequency.

The direction of relative movement of the spot and the grating is across the alternating strips, as indicated in Figure 5.

The transmitted light is collected by a photomultiplier having a defined spectral response, via a suitable field lens which focuses the aperture of the microscope objective on to the photomultiplier cathode. The output from the photomultiplier is fed directly to a display device (e.g. oscilloscope or pen recorder) whose timebase is synchronized to the speed of the relative movement.

L'amplitude indiquée sur le dispositif de visualisation, qui est une mesure de la lumière transmise à travers le réseau, est mesurée aussi bien pour la bande large unique que pour la série de bandes étroites. L'amplitude mesurée pour les bandes étroites est alors comparée à celle obtenue pour la bande large unique qui représente l'amplitude que l'on peut obtenir à fréquence nulle. Le rapport de ces deux amplitudes est exprimé en pourcentage à la fréquence spatiale définie.

3.8.2.2 Méthodes de mesure

La mesure des tubes ayant une déviation et/ou une concentration magnétique doit être faite avec un bloc de déviation ou de concentration défini.

On fait fonctionner le tube dans les conditions données de tensions d'électrodes et de courant de faisceau, selon la disposition indiquée à la figure 7, page 31. La méthode de mesure doit être choisie en fonction de la persistance de la couche sensible de l'écran et de la valeur du courant de faisceau; l'importance du courant de faisceau dépendra de la facilité avec laquelle la couche sensible est brûlée à l'usage.

Les trois méthodes suivantes prennent ces facteurs en considération:

Méthode A – Pour tubes ayant un faible courant de faisceau et une couche sensible de persistance courte ou moyenne

On fait balayer le faisceau sur l'écran du tube, à une fréquence basse, pour obtenir une ligne courte. La vitesse doit être suffisamment faible pour que l'énergie dans la couche sensible soit dissipée avant que la ligne suivante soit tracée. La direction du balayage est perpendiculaire aux bandes du réseau (voir la figure 5, page 29).

Précaution – Afin de réduire au minimum les effets de bruit dus à la couche sensible, on peut provoquer une faible déviation du spot, à haute fréquence, perpendiculairement à la ligne de balayage.

Méthode B – Pour tubes ayant un faible courant de faisceau et une couche sensible de longue persistance

On fait apparaître sur l'écran du tube un spot stationnaire et on déplace le réseau pour que l'image du spot le traverse perpendiculairement aux bandes. Le dispositif de déplacement du réseau doit être exempt de vibrations et de bruit mécanique.

Précaution – A cause de la facilité avec laquelle les couches de plus longue persistance, spécialement les fluorures, peuvent être brûlées, il est recommandé de provoquer une faible déviation du spot, à haute fréquence, dans une direction parallèle aux bandes du réseau. Cette déviation réduit la charge locale de la couche sensible, ainsi que les effets de bruit dus à cette couche.

Pour tubes ayant un fort courant de faisceau

Lorsque la densité moyenne de courant en un point quelconque de l'écran est suffisamment élevée pour provoquer une brûlure de la couche pendant la durée nécessaire à une mesure, la procédure de mesure doit être modifiée pour réduire le courant moyen à une valeur sûre.

On peut utiliser séparément l'une ou l'autre des méthodes suivantes, ou les employer simultanément:

a) Un balayage répétitif est appliqué au spot dans la direction perpendiculaire à la direction de déplacement du réseau. L'amplitude de ce balayage doit être suffisante pour réduire la densité moyenne de courant en un point quelconque de l'écran à une valeur sûre. Le taux de balayage doit être voisin de celui utilisé en fonctionnement normal.

b) Le spot est modulé en impulsions entre les niveaux de coupure et de brillance maximale par application d'un signal convenable entre grille et cathode. Le rapport des durées de brillance maximale et de coupure du signal de modulation doit être suffisamment faible pour ramener la densité moyenne de courant en un point quelconque de l'écran à une valeur sûre, et le temps de transition entre les deux niveaux doit être court par rapport à la durée de brillance maximale.

Le déplacement relatif de la trace projetée et du réseau doit être tel qu'un nombre convenable d'impulsions (par exemple 20) se produise pendant une période de la fréquence spatiale du réseau.

c) Dans les cas extrêmes, ces deux méthodes peuvent être combinées: un balayage répétitif est appliqué comme en a), le tube étant bloqué, et la trace est périodiquement amenée à la brillance maximale par impulsions, comme en b) pendant la durée d'un balayage complet. Le taux de répétition de l'impulsion d'accroissement de brillance sera fonction du degré requis de réduction de densité moyenne de courant en un point quelconque de l'écran, et là encore, pendant une période de la fréquence spatiale du réseau, un nombre de 20 impulsions au moins est nécessaire.

The indicated amplitude on the display device, which is a measure of the transmitted light through the grating, is measured for both the single large spacing and the series of close spacings. The amplitude measured for the close spacings is then compared to that obtained for the single large spacing, which represents that amplitude obtainable at zero frequency. The ratio of the two amplitudes is expressed as a percentage amplitude for the defined spatial frequency.

3.8.2.2 *Methods of measurement*

The measurement of tubes using magnetic focus and/or deflection should be made using a defined focus/deflection coil unit.

The tube is operated under given conditions of electrode voltages and beam current in a system arrangement as given in Figure 7, page 31. The method of measurement chosen should be in accordance with the persistence of the sensitive layer on the screen and with the magnitude of the beam current; the significance of beam current will depend upon the ease with which the sensitive layer burns in use.

The three following methods take care of these factors:

Method A – For tubes having a low-beam current and medium to short persistence sensitive layers

The beam is scanned across the tube screen, at a low frequency, to produce a short line. The speed is made sufficiently low to ensure that the energy in the sensitive layer is dissipated before the subsequent line is traced. The direction of scan is across the strips of the grating (see Figure 5, page 29).

Precaution – In order to minimize the phosphor screen noise effects, a small amount of high-frequency spot deflection may be introduced at right angles to the line of scan.

Method B – For tubes having a low-beam current and long persistence sensitive layers

A stationary spot is displayed on the tube screen and the grating is moved across the image of the spot in a direction perpendicular to the strips of the grating. The means of moving the grating should be free from vibration and mechanical noise.

Precaution – Because of the ease with which the longer persistence phosphors, particularly fluorides, may be burnt, it is recommended that a small amount of high-frequency spot deflection be introduced in a direction parallel to the strips of the grating. This deflection reduces the local loading of the phosphor and also minimizes the phosphor screen noise effects.

For tubes having a high-beam current

When the mean current density at any point on the tube screen is sufficiently high to cause burning of the phosphor within the time taken to complete a measurement, the measurement procedure must be modified to reduce the mean current to a safe level.

Either of the two following methods may be applied individually, or both simultaneously:

a) A repetitive scan is applied to the spot in a direction at right angles to the direction of movement of the grating. The amplitude of this scan should be sufficient to reduce the mean current density at any point of the screen to a safe level. The scan rate should approximate to that used in normal operation.

b) The spot is pulsed between full-brightness and cut-off levels by means of an appropriate signal applied between grid and cathode. The on-to-off ratio of the modulation signal should be sufficiently low to reduce the mean current density at any point of the screen to a safe level, and the transition time between the two levels should be short compared to the “on” time.

The relative movement of trace image and grating must be such that an adequate number of pulses (e.g. 20) occur within one cycle of the spatial frequency of the grating.

c) In extreme cases, these two methods may be combined: a repetitive scan is applied as in a) with the tube held beyond cut-off, and the trace is periodically pulsed as in b) to full brightness for the duration of one complete scan. The repetition rate of the brightening pulse will be dependent upon the required degree of reduction in the mean current density at any point of the screen. Again, at least 20 pulses are required within one cycle of the spatial frequency of the grating.

3.8.3 Exigences pour l'équipement de mesure

L'objectif du microscope, le réseau, la lentille de champ et le photomultiplicateur sont placés dans une boîte étanche à la lumière montée de façon telle qu'elle soit mobile par rapport à la face du tube à rayons cathodiques à mesurer. Les distances entre l'objectif du microscope, le tube et le réseau doivent être réglables pour permettre un réglage fin du grossissement lors de l'étalonnage.

La lentille de champ est placée immédiatement derrière le réseau (voir la figure 7, page 31) et la cathode du photomultiplicateur est disposée, de préférence, à environ la même distance de la lentille de champ que l'objectif du microscope.

3.8.4 Réseau

Le dessin du réseau, représenté à la figure 5, page 29, contient un cycle à très basse fréquence et le reste à une fréquence de mesure élevée unique définie. Les dimensions des bandes, avec le grossissement approprié de l'objectif, donnent la fréquence spatiale requise. Par exemple, lorsque la largeur de bande est 0,0167 cm (0,0066 in) avec un grossissement d'objectif de cinq fois, la fréquence spatiale de la mesure en signaux carrés est 150 cycles par centimètre.

$$\frac{1}{f} = \frac{0,0167 \times 2}{5}$$

Le réseau peut être obtenu par réduction photographique à partir d'un dessin modèle. Pour maintenir la précision du dessin modèle sur le réseau final, un grand soin doit être pris pendant le processus photographique.

3.8.5 Photomultiplicateur

Le photomultiplicateur peut être tout tube approprié, mais un type convenable est celui ayant une fenêtre en bout. Sa réponse spectrale et ses caractéristiques doivent être appropriées à la mesure.

3.8.6 Oscilloscope

La sensibilité de déviation doit avoir une valeur telle qu'elle donne une déviation appropriée sur un tube à représentation d'image dont la persistance permet aisément des mesures d'amplitude. Il peut être pratique d'utiliser la dent de scie de la base de temps de l'oscilloscope comme entrée d'un amplificateur de balayage servant à faire dévier le spot sur le tube à rayons cathodiques en mesure.

3.8.7 Etalonnage

Méthode A

L'étalonnage du système peut s'effectuer en supprimant le photomultiplicateur et en plaçant une lampe convenable dans le plan de la photocathode. L'image projetée du réseau est observée à travers le système du microscope complété d'un micromètre étalonné. La distance entre l'objectif du microscope et le réseau est réglée jusqu'à ce que le nombre approprié de zones blanches et noires occupe une longueur connue sur le micromètre. La position de l'objectif est alors fixée et le photomultiplicateur remplacé.

Méthode B

Un diviseur de faisceau optique et un microscope d'examen sont placés sur le trajet de la lumière entre le réseau et le photomultiplicateur, afin qu'un observateur puisse voir le réseau (comme indiqué à la figure 8, page 31). Le microscope d'examen, une fois mis au point sur le réseau, est immobilisé et un micromètre gradué est placé dans le plan objet, à la place du tube mesuré.

La position de l'objectif du système de mesure et celle du micromètre sont alors réglées pour que l'image virtuelle du micromètre se superpose au réseau et que les deux puissent être vus simultanément à l'aide du microscope.

Le microscope d'examen peut également aider au réglage de la concentration électrique du tube en mesure, de la mise au point de l'image de la trace sur le plan du réseau et du positionnement précis de l'image de la trace par rapport aux bandes du réseau.

Le réseau doit être à l'intérieur d'une boîte étanche à la lumière.

3.8.3 Measuring equipment requirements

The microscope objective, grating, field lens and photomultiplier are housed in a light-proof container which is mounted so as to permit movement relative to the face of the cathode-ray tube being measured. The distances between the microscope objective, the tube and the grating must be adjustable to allow fine adjustment of the magnification during calibration.

The field lens is fitted immediately behind the grating (see Figure 7, page 31) and the photomultiplier cathode is positioned preferably at approximately the same distance from the field lens as the microscope objective.

3.8.4 Grating

The grating pattern shown in Figure 5, page 29, contains one cycle at a very low frequency, and the remainder at a defined single high measuring frequency. The dimensions of the spacings, together with the appropriate objective magnification, provide the required spatial frequency. For example, where the spacing width is 0.0167 cm (0.0066 in) with an objective magnification of five times, the square-wave spatial frequency of the measurement is 150 cycles per centimetre.

$$\frac{1}{f} = \frac{0.0167 \times 2}{5}$$

The grating may be obtained by photographic reduction from a master. To maintain the accuracy of the master on the final grating, great care must be taken during the photographic process.

3.8.5 Photomultiplier

The photomultiplier may be any suitable tube, but a convenient type is one having an end window. The spectral response and characteristics should be appropriate to the measurement.

3.8.6 Oscilloscope

The deflection sensitivity should be of that value which gives an adequate deflection on a display tube having a persistence which provides ease of amplitude measurement. It may be convenient to use the oscilloscope time base saw-tooth waveform to provide an input to a scan amplifier for the purpose of deflecting the spot on the cathode-ray tube being measured.

3.8.7 Calibration

Method A

Calibration of the system may be carried out by removing the photomultiplier and placing a suitable lamp in the plane of the photocathode. The projected image of the grating is observed through a microscope assembly fitted with a calibrated stage micrometer. The distance of the microscope objective from the grating is adjusted until the appropriate number of black and white areas occupy a known length on the stage micrometer. The position of the objective is then fixed and the photomultiplier replaced.

Method B

An optical beam splitter and viewing microscope are placed in the light path between the grating and the photomultiplier, permitting an observer to view the grating (as shown in Figure 8, page 31). When the viewing microscope has been focused on the grating, it is locked in position and a stage micrometer is placed in the object plane in place of the tube being measured.

The position of the objective of the measuring system and the position of the stage micrometer are then adjusted so that the aerial image of the stage micrometer coincides with the grating and both may be viewed simultaneously through the microscope.

The viewing microscope may also be used to aid the setting-up of the electrical focus of the tube being measured, the focusing of the trace image at the plane of the grating and the precise alignment of the trace image with the grating strips.

The grating should be enclosed in a light-proof container.

4. Mesure de la déviation et du déplacement du spot

4.1 Sensibilité et coefficient de déviation

4.1.1 Sensibilité de déviation (S)

Une déviation symétrique (ou asymétrique si spécifié) couvrant 75 % de la dimension utile correspondante de l'écran est appliquée à chaque axe successivement. Le quotient de la déviation, en millimètres, par la tension instantanée de déviation sera mesuré pour chaque axe.

4.1.2 Coefficient de déviation

C'est l'inverse de la sensibilité de déviation.

Une déviation symétrique (ou asymétrique si spécifié) couvrant 75 % de la dimension utile correspondante de l'écran est appliquée à chaque axe successivement. Le rapport entre la tension de déviation et la déviation correspondante, en millimètres, sera mesuré pour chaque axe.

4.2 Facteur d'uniformité de déviation – déviation électrique (F)

En utilisant la méthode décrite au paragraphe 4.1.1, la sensibilité de déviation S est mesurée en deux points spécifiés de déviation pour chaque axe. Les résultats S_1 et S_2 sont généralement exprimés en millimètres par volt et le facteur d'uniformité de déviation (F), pour chaque axe, exprimé en pour-cent, est déterminé d'après la formule:

$$F = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100 \%$$

Comme la sensibilité de déviation varie en fonction de l'amplitude de la déviation, une détermination complète du facteur d'uniformité de déviation ne peut être obtenue qu'à l'aide d'une courbe de ce facteur en fonction de l'amplitude de la déviation, mesurée à partir du centre de l'écran, sauf spécification contraire.

4.3 Distorsion de déviation – déviation électrique

4.3.1 Distorsion d'image

La surface d'écran requise étant balayée par des tensions de déviation symétriques (ou asymétriques si spécifié), les bords de la trame doivent se trouver entre des rectangles de dimensions données ayant même centre.

4.4 Excentrage mécanique du spot

La position du spot par rapport à un point de référence donné sur l'écran est mesurée sans aucun champ de déviation, en éliminant tout effet dû au champ électrique ou magnétique extérieur, ou en en tenant compte.

Pour les tubes à déviation électrique, les électrodes de déviation doivent être reliées directement à l'électrode convenable.

Pour les tubes à concentration électrostatique, le spot doit être réglé à la concentration optimale.

Pour les tubes à concentration magnétique, aucun champ de concentration ne doit être présent. La tension de polarisation doit être ajustée afin de ne pas endommager l'écran.

4.5 Déplacement électrique du spot

4.5.1 Effet des fuites

Le spot étant réglé à la concentration optimale, et chaque électrode de déviation reliée à l'électrode appropriée, la déviation du spot, due à l'insertion d'une résistance donnée en série avec chacune des électrodes de déviation successivement, est mesurée.

La tension de polarisation doit être ajustée afin de ne pas endommager l'écran.

4. Measurement of deflection and spot displacement

4.1 Deflection sensitivity and coefficient

4.1.1 Deflection sensitivity (S)

A symmetrical (or asymmetrical if specified) deflection covering 75% of the relevant useful screen dimension is applied to each axis successively. The quotient of the deflection, in millimetres, by the instantaneous deflection voltage should be measured for each axis.

4.1.2 Deflection coefficient

This is the reciprocal of the deflection sensitivity.

A symmetrical (or asymmetrical if specified) deflection covering 75% of the relevant useful screen dimension is applied to each axis successively. The quotient of the deflection voltage by the corresponding deflection, in millimetres, should be measured for each axis.

4.2 Deflection uniformity factor – electrostatic deflection (F)

Using the method of measurement described in Sub-clause 4.1.1, the deflection sensitivity S is measured for two specified points of deflection along each axis. The results S_1 and S_2 are usually expressed in terms of millimetres per volt and the deflection uniformity factor (F) for each axis, expressed as a percentage, is determined from the formula:

$$F = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100 \%$$

Since the deflection sensitivity varies with the amount of deflection, the complete determination of deflection uniformity factor can only be obtained from a curve of the deflection uniformity factor as a function of the amount of deflection, measured from the screen centre, if not otherwise specified.

4.3 Deflection distortion – electrostatic deflection

4.3.1 Pattern distortion

With the required screen area scanned by symmetrical (or asymmetrical if specified) deflection voltages, the edges of the raster should lie between concentric rectangles of stated dimensions.

4.4 Mechanical spot displacement

The spot position relative to a stated reference point on the screen is measured without any deflection field, by eliminating any effects caused by external electrostatic or magnetic fields or taking them into account.

For electrical deflection tubes, the deflecting plates must be directly connected to the relevant electrode.

For electrostatically focused tubes, the spot should be adjusted to optimum focus.

For the magnetically focused tubes, no focusing field should be present, the bias voltage must be adjusted in order not to damage the screen.

4.5 Electrical spot displacement

4.5.1 Leakage effects

With the spot adjusted to optimum focus and each deflecting electrode connected to the appropriate electrode, the deflection of the spot, caused by the insertion of a stated resistance in series with each deflecting electrode in turn, is measured.

The bias voltage must be adjusted in order not to damage the screen.

4.5.2 *Effet du courant de faisceau*

Des résistances données étant dans tous les circuits des électrodes de déviation, et les électrodes de déviation étant branchées symétriquement, on mesurera le déplacement du spot, d'une ligne ou d'une trame, lorsque la tension de grille passe de la tension de blocage à la tension requise pour obtenir l'intensité lumineuse donnée.

Si nécessaire, la grille peut être modulée en impulsions pour éviter d'endommager l'écran.

5. **Mesure des capacités entre électrodes**

Les mesures de capacité entre les diverses électrodes seront faites sur les broches des tubes, le tube étant froid, par les méthodes décrites dans la Publication 100 de la CEI: Méthodes de mesure des capacités entre électrodes des tubes électroniques.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-14:1975

4.5.2 *Beam current effects*

With stated resistors in all the deflecting electrode circuits and the deflecting electrodes connected symmetrically, the spot, line or raster displacement should be measured when the grid voltage is changed from cut-off to the voltage required to obtain the stated light intensity.

When necessary, the grid may be pulsed to prevent damage to the screen.

5. **Measurement of inter-electrode capacitance**

Capacitance measurements between the various electrodes should be made at the tube contacts with the tube cold and using the methods described in IEC Publication 100, Methods for the Measurement of Direct Interelectrode Capacitances of Electronic Tubes and Valves.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-14:1975