

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 151-14A

Première édition — First edition

1969

Premier complément à la Publication 151-14 (1968)

Mesures des caractéristiques électriques des tubes électroniques

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

First supplement to Publication 151-14 (1968)

Measurements of the electrical properties of electronic tubes and valves

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



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-14A:1969

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 151-14A

Première édition — First edition

1969

Premier complément à la Publication 151-14 (1968)

Mesures des caractéristiques électriques des tubes électroniques

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

First supplement to Publication 151-14 (1968)

Measurements of the electrical properties of electronic tubes and valves

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



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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 151-14 (1968)

**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 C E I en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

Cette publication a été préparée par le Comité d'Etudes N° 39 de la C E I : Tubes électroniques.

Elle constitue le premier complément à la Publication 151-14 de la C E I,

Un premier projet concernant la méthode de mesure pour déterminer la résolution des tubes à représentation visuelle fut discuté lors de la réunion tenue à Hambourg en 1966, à la suite de laquelle un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1967.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 151-14 (1968)

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

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

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Publication has been prepared by I E C Technical Committee No. 39, Electronic Tubes and Valves.

It forms the first supplement to I E C Publication 151-14.

A first draft regarding the method of measurement for the determination of display tube resolution was discussed during the meeting held in Hamburg in 1966, as a result of which a revised draft was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this supplement:

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

PREMIER COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 151-14 (1968)

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

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

1. Définitions

Ajouter ce qui suit :

1.7 Résolution

Indication qui caractérise le détail le plus fin que l'on peut reconnaître sur l'image à l'aide d'un système déterminé.

La résolution peut être exprimée par l'inverse de la dimension linéaire du plus petit détail, et être mesurée par le nombre total maximal de lignes noires et blanches alternées par unité de longueur.

3. Mesure des caractéristiques optiques

Ajouter les nouveaux paragraphes ci-dessous :

3.7 Détermination de la résolution des tubes à représentation visuelle

Les principes de mesure suivants peuvent être appliqués à tous les types de tubes à représentation visuelle, mais les techniques exactes utilisées dépendent de la persistance de la couche sensible et de l'amplitude (forte ou faible) du courant de faisceau.

La méthode décrite s'applique particulièrement aux tubes à représentation visuelle à grande résolution, ayant un faible courant de faisceau et utilisant des surfaces sensibles de persistance courte ou moyenne.

Note. — Une méthode de mesure de principe semblable mais de technique modifiée pour la rendre utilisable avec d'autres catégories de tubes à représentation visuelle est à l'étude.

3.7.1 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 est 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 centièmes de la réponse du tube à des fréquences basses, où l'on admet que la résolution est maximale.

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 151-14 (1968)

MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES AND VALVES

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

1. Definitions

Add the following:

1.7 Resolution

The indication characterizing the finest detail which can be recognized on the picture by a given system.

The resolution can be expressed by the inverse of the linear dimension of the smallest detail, and measured by the maximum total number of alternate black and white lines per unit length.

3. Measurement of optical characteristics

Add new sub-clauses as follows:

3.7 Determination of display tube resolution

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

The method described is particularly applicable to display tubes of high resolution having a low beam current and using medium to short persistence sensitive layers.

Note. — A method of measurement using a similar principle but employing a modified technique for use with other categories of display tubes is in course of preparation.

3.7.1 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 wobulation 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.

Toutefois, pour faciliter la mesure, la réponse en fréquence 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 12, 13, 14 et 15.

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 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:

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

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 figure 4)

D'après les figures 1 et 2 on peut voir que pour un taux 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 est perpendiculaire à la longueur d'une bande, comme indiqué à la figure 5, page 15, 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

For ease of measurement, however, the 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 and the spatial frequency response with sine wave modulation, and (b) between percentage modulation depth and the spatial frequency response with square wave modulation, differ. 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 12, 13, 14 and 15.

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 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:

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

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:

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

where:

$f_{60 (\text{sq})}$ = 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:

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

Alternatively the difference arising from the wave forms 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 15, 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

le spot est plus grand que la largeur des bandes, une partie de la lumière émise sera masquée par la section opaque 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 figures 6a et 6b, page 16). 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, 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 équivalant à une structure de dessin désirée, donnera une mesure des possibilités de résolution du tube.

3.7.2 Mesure

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

On fait fonctionner le tube dans des conditions données de tensions d'électrodes et de courant de faisceau, selon la disposition indiquée à la figure 7, page 17.

On fait balayer l'écran par le faisceau, à fréquence basse, de façon à obtenir une ligne courte. La vitesse est prise suffisamment faible pour s'assurer que l'énergie dans la couche sensible est dissipée avant que la ligne suivante ne soit tracée.

L'image de la trace apparaissant sur le tube est formée, à l'aide d'un microscope, sur le réseau dont les bandes opaques et transparentes ont des dimensions telles que, en tenant compte du grossissement de l'objectif du microscope, la fréquence spatiale requise soit obtenue. Un réseau type est indiqué à la figure 5, page 15. La direction du balayage 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 oscilloscope dont la base de temps est synchronisée avec la vitesse de balayage du tube en mesure.

L'amplitude apparaissant sur l'oscilloscope, 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 unique large, qui représente l'amplitude que l'on peut obtenir à la fréquence zéro. Le rapport de ces deux amplitudes est exprimé en centièmes pour la fréquence spatiale définie.

Afin de réduire les effets de bruit dus à la couche sensible de l'écran, on peut provoquer une faible déviation du spot, à haute fréquence, perpendiculairement à la ligne de balayage.

3.7.3 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 figure 7) et la cathode du photomultiplicateur est disposée de préférence à environ la même distance de la lentille de champ que l'objectif du microscope.

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 16). 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 removed 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.

3.7.2 *Measurement*

The measurement on tubes using "magnetic" focus and/or deflection, should be made in 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 17.

The beam is scanned across the tube face 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 trace displayed on the tube is imaged through a microscope on to the grating whose opaque and transparent strips have dimensions so as to provide, in conjunction with the microscope objective magnification, the required spatial test frequency. A typical grating is shown in Figure 5, page 15. The direction of scan 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 focusses the aperture of the microscope objective on to the photomultiplier cathode. The output from the photomultiplier is fed directly to an oscilloscope whose timebase is synchronised to the scan speed of the tube being measured.

The indicated amplitude on the oscilloscope, 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.

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

3.7.3 *Measuring equipment requirements*

The microscope objective, grating, field lens and photomultiplier, are housed in a light-tight 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) and the photomultiplier cathode is positioned preferably at approximately the same distance from the field lens as the microscope objective.

3.7.4 Réseau

Le dessin du réseau représenté à la figure 5, page 15, 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 c/cm.

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

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.

3.7.5 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.

3.7.6 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.

3.7.7 Etalonnage

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.

3.7.4 Grating

The grating pattern shown in Figure 5, page 15, 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 c/cm.

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

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.

3.7.5 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.

3.7.6 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 sawtooth waveform to provide an input to a scan amplifier for the purpose of deflecting the spot on the cathode-ray tube being measured.

3.7.7 Calibration

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.

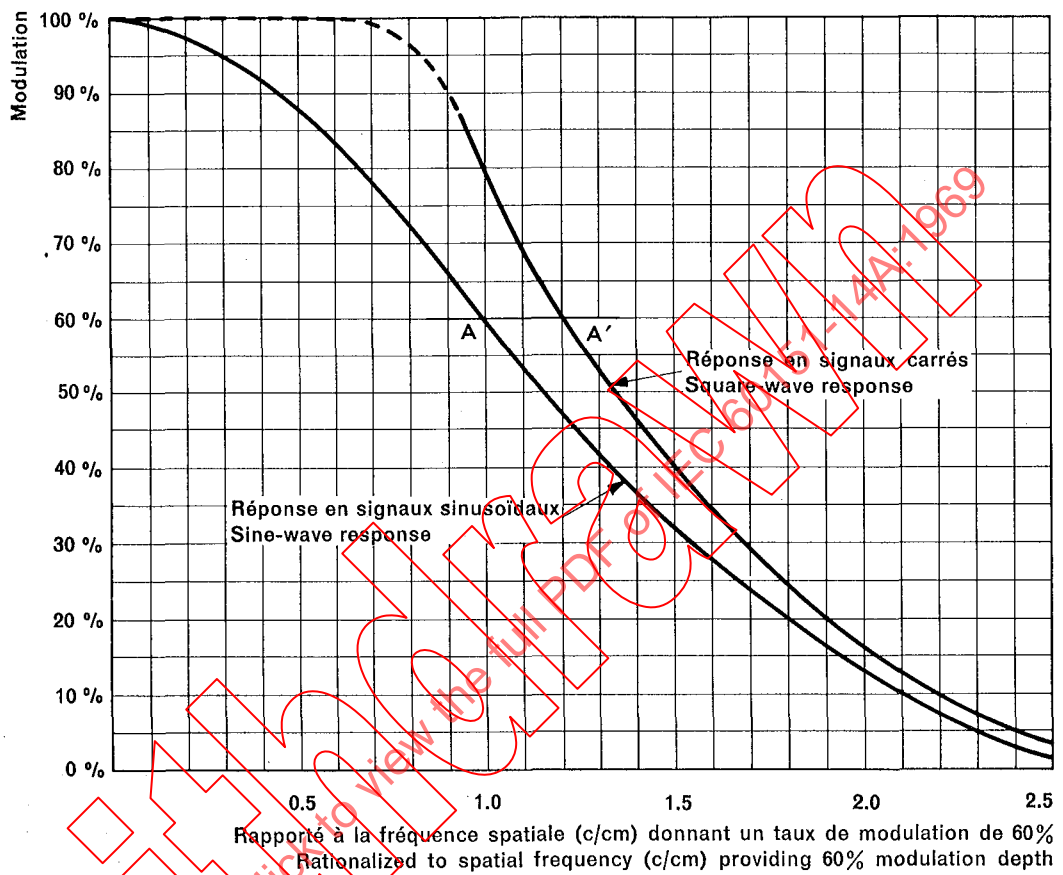
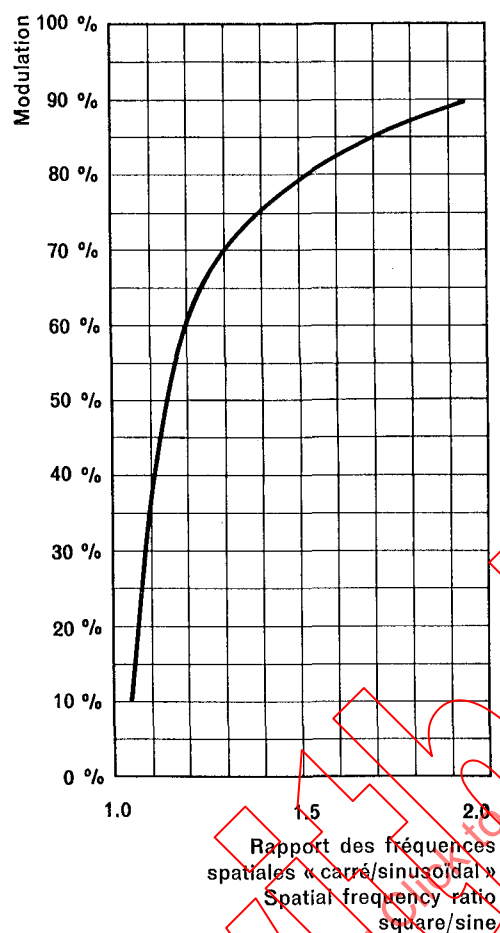


FIG. 1. — Comparaison des taux de modulation obtenus avec des signaux carrés et sinusoïdaux.
Comparison of modulation depths obtained with square wave and sine wave modulation.



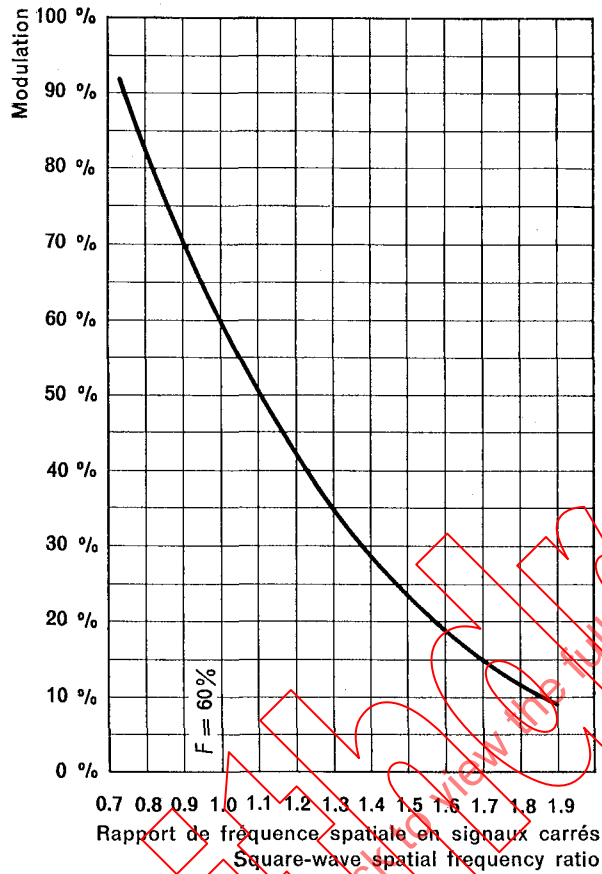
Multiplier la fréquence en signaux sinusoïdaux par le rapport pour avoir la fréquence en signaux carrés.
Diviser la fréquence en signaux carrés par le rapport pour avoir la fréquence en signaux sinusoïdaux.

Multiply sine-wave frequency by ratio to obtain square wave.

Divide square-wave frequency by ratio to obtain sine wave.

FIG. 2. — Courbe liant les fréquences spatiales en signaux carrés/sinusoidaux pour divers taux de modulation.

Curve relating square/sine spatial frequencies for different modulation depths.



Exemple : trouver la fréquence spatiale à 60%, sachant que la réponse à 48% est 167 c/cm.

Chercher le rapport correspondant à 48%, et diviser la fréquence donnée par ce rapport.

La fréquence à 60% est :

$$\frac{167 \text{ c/cm}}{1.15} = 145 \text{ c/cm}$$

Example: given a response of 48% at 167 c/cm, find the spatial frequency at 60%.

Look up ratio for 48% and divide the given frequency by the ratio.

Frequency at 60% is:

$$\frac{167 \text{ c/cm}}{1.15} = 145 \text{ c/cm}$$

FIG. 3. — Courbe liant la fréquence spatiale en signaux carrés et la modulation.
Curve relating square wave spatial frequencies and modulation.

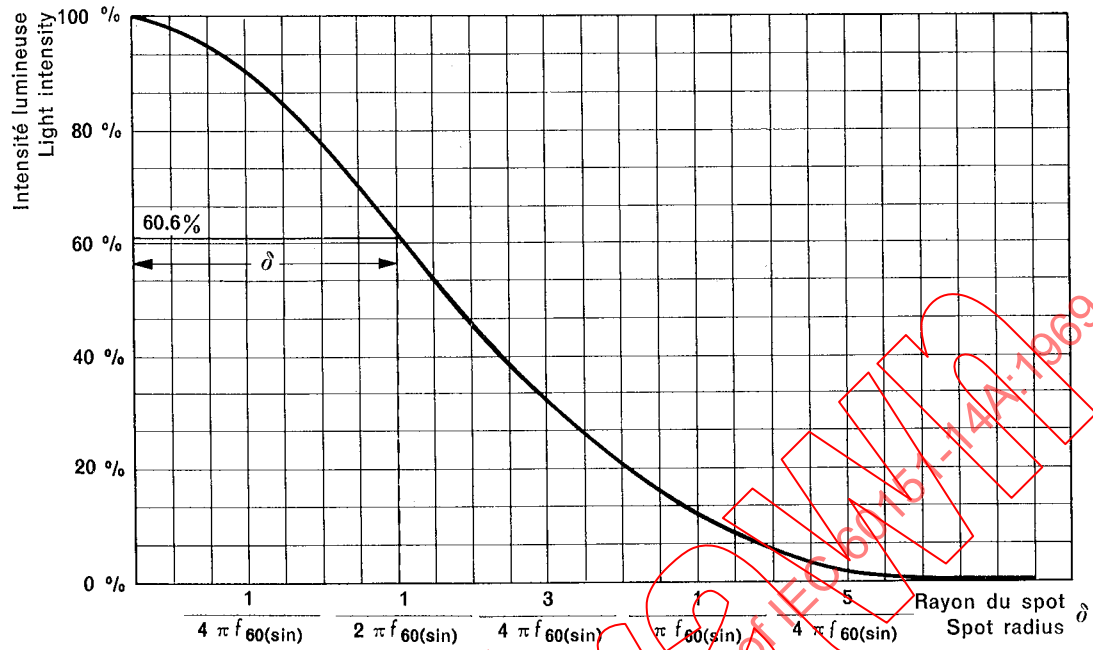


FIG. 4. — Répartition (gaussienne) de l'intensité du spot.
Spot intensity distribution (gaussian).

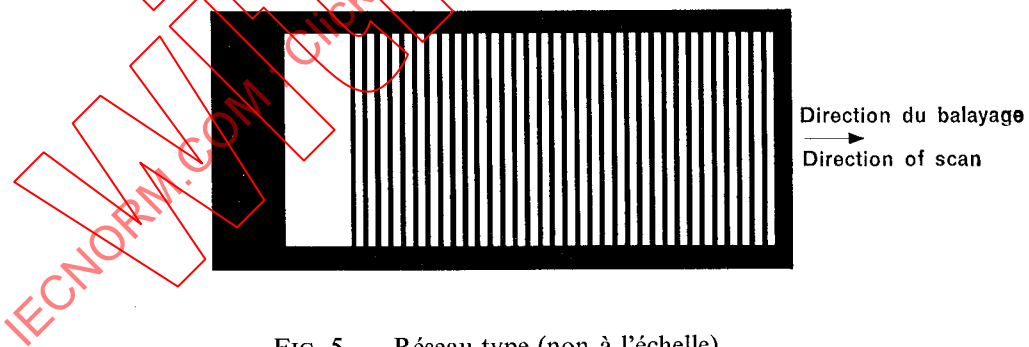


FIG. 5. — Réseau type (non à l'échelle).
Typical grating (not to scale).