

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-22

Première édition
First edition
1970-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 22:
Méthodes de mesure des tubes compteurs
et indicateurs à cathode froide**

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

**Part 22:
Methods of measurement for
cold cathode counting and indicator tubes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60151-22: 1970

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-22

Première édition
First edition
1970-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 22:
Méthodes de mesure des tubes compteurs
et indicateurs à cathode froide**

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

**Part 22:
Methods of measurement for
cold cathode counting and indicator tubes**

© IEC 1970 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 Varembe 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

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
3. Théorie élémentaire	12
4. Mesures concernant les tubes indicateurs	16
5. Mesures concernant les tubes compteurs	20
FIGURES	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-22:1970

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Basic theory	13
4. Indicator tube measurements	17
5. Counting tube measurements	21
FIGURES	26

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60151-22:1970

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES
DES TUBES ÉLECTRONIQUES

Vingt-deuxième partie : Méthodes de mesure des tubes compteurs
et indicateurs à cathode froide

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

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 39 de la C E I : Tubes électroniques.

Elle fait partie d'une série de publications traitant des mesures des caractéristiques électriques des tubes électroniques. Le Catalogue des publications de la C E I donne tous renseignements sur les autres parties de cette série.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à New Haven en 1967, à la suite de laquelle un projet révisé fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1968.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de cette vingt-deuxième partie:

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

**Part 22 : Methods of measurement for cold cathode counting
and indicator 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 Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 39, Electronic Tubes.

It forms one of a series dealing with the measurements of the electrical properties of electronic tubes and valves. Reference should be made to the current Catalogue of I E C Publications for information on the other parts of the series.

The first draft was discussed at the meeting held in New Haven in 1967, as a result of which a revised draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 22:

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

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES DES TUBES ÉLECTRONIQUES

Vingt-deuxième partie : Méthodes de mesure des tubes compteurs et indicateurs à cathode froide

1. Domaine d'application

Cette recommandation contient les termes, les définitions, la théorie élémentaire et les méthodes de mesure recommandées concernant les tubes compteurs et indicateurs à cathode froide.

Elle traite des caractéristiques dont la représentation d'un caractère dépend en pratique et de celles qui, dans certains tubes, créent des impulsions électriques de sortie permettant de faire fonctionner des dispositifs ou circuits auxiliaires.

Cette recommandation ne traite pas des tubes compteurs de rayonnement.

2. Définitions

Les définitions suivantes sont applicables dans le cadre de cette recommandation.

2.1 Définitions s'appliquant à tous les tubes couverts par cette recommandation

2.1.1 Décharge principale

Décharge auto-entretenue entre l'anode et une électrode principale.

2.1.2 Tension d'amorçage

La plus faible différence de potentiel continu qui, lorsqu'elle est appliquée à un espace anode-cathode particulier, pendant un temps spécifié, provoque l'amorçage d'une décharge principale.

2.1.3 Retard d'amorçage

Espace de temps séparant l'application d'une tension continue (supérieure ou égale à la tension d'amorçage) à un espace anode-cathode particulier de l'établissement d'une décharge principale dans cet espace.

2.1.4 Tension de maintien

Chute de tension aux bornes de l'espace anode-cathode où s'effectue la décharge principale.

2.1.5 Courant cathodique

Courant circulant vers la cathode qui correspond à la décharge principale.

2.1.6 Courant de sonde

Courant d'une électrode qui n'appartient pas à l'espace principal de décharge.

MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES AND VALVES

Part 22 : Methods of measurement for cold cathode counting and indicator tubes

1. Scope

This Recommendation provides terms, definitions, basic theory and recommended methods of measurement for cold cathode counting and indicator tubes.

It deals with those characteristics upon which an actual character display depends and those which, in some tubes, provide electrical stepping impulses for actuation of ancillary devices or circuits.

This Recommendation does not concern itself with radiation counter tubes.

2. Definitions

For the purpose of this Recommendation, the following definitions apply.

2.1 *Definitions relating to all tubes within the scope of this Recommendation*

2.1.1 *Main discharge*

A self-sustaining discharge between the anode and a main electrode.

2.1.2 *Ignition voltage*

The lowest direct voltage which, when applied to a particular anode-cathode gap for a specified time, will cause a main discharge to start.

2.1.3 *Ignition voltage delay*

The time interval between the application of a direct voltage (equal to or exceeding the ignition voltage) to a particular anode-cathode gap and the establishment of a main discharge in that gap.

2.1.4 *Maintaining voltage*

The voltage drop across the anode-cathode gap carrying the main discharge.

2.1.5 *Cathode current*

The current flowing to that cathode carrying the main discharge.

2.1.6 *Probe current*

The current flowing to or from an electrode which does not form a part of the main discharge gap.

2.1.7 *Tension de sonde (pré-polarisation)*

Tension appliquée à, ou apparaissant sur, une électrode qui n'appartient pas à l'espace principal de décharge.

2.2 *Définitions concernant les tubes indicateurs*

2.2.1 *Tube indicateur de caractère*

Tube à décharge luminescente, dans lequel la lueur cathodique prend ou éclaire la forme d'un caractère.

2.2.2 *Tension d'extinction*

Voir Publication 50(07) de la C E I: Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 07: Electronique, terme 07-40-160.

2.2.3 *Courant négatif maximal de sonde cathodique*

Courant maximal pouvant circuler vers une cathode sans provoquer la formation d'une lueur perceptible sur cette cathode.

2.2.4 *Courant positif maximal de sonde cathodique*

Courant positif maximal pouvant circuler vers une cathode sans provoquer d'effet perturbant la représentation visuelle, ni dépasser la valeur limite maximale.

2.2.5 *Tension minimale de sonde cathodique*

Tension minimale pouvant être appliquée à une cathode sans que le courant négatif maximal de sonde cathodique soit dépassé pour cette cathode.

2.2.6 *Tension maximale de sonde cathodique*

Tension maximale pouvant être appliquée à une cathode sans que le courant positif maximal de sonde cathodique soit dépassé pour cette cathode.

2.2.7 *Courant cathodique maximal en fonctionnement*

Courant maximal pouvant circuler en régime continu vers une cathode sans dépasser la limite maximale de puissance spécifiée pour limiter la pulvérisation cathodique à une valeur raisonnable, ou sans causer de lueur parasite (par exemple: lueur de fil, de broche).

2.2.8 *Courant cathodique minimal*

Valeur minimale du courant cathodique pour laquelle la cathode est complètement gainée par la lueur.

2.2.9 *Uniformité d'affichage*

Rapport entre la luminance de la partie la plus foncée d'un caractère et celle de la partie la plus claire.

2.2.10 *Distance maximale de vision*

Distance maximale à laquelle un observateur moyen peut, avec un degré de confiance spécifié, lire le caractère affiché par un tube fonctionnant dans des conditions d'éclairage ambiant spécifiées.

Notes 1. — Un observateur moyen est déterminé par des expériences effectuées avec un nombre spécifié d'observateurs.

2. — La lisibilité de l'affichage doit être exprimée en fonction de la distance de vision.

2.1.7 *Probe voltage (pre-bias)*

The voltage applied to, or developed at, an electrode which does not form a part of the main discharge gap.

2.2 *Definitions relating to indicator tubes*

2.2.1 *Character indicator tube*

A glow discharge tube in which the cathode glow forms or illuminates the shape of a character.

2.2.2 *Extinguishing voltage*

See I E C Publication 50(07), International Electrotechnical Vocabulary, Group 07: Electronics, Term 07-40-160.

2.2.3 *Maximum negative cathode probe current*

The maximum current which may flow to a cathode without causing a perceptible glow to be formed on that cathode.

2.2.4 *Maximum positive cathode probe current*

The maximum positive current which may flow to a cathode without causing any spurious effects in the display, or exceeding the maximum rating.

2.2.5 *Minimum cathode probe voltage*

The minimum voltage which may be applied to a cathode without exceeding the maximum negative cathode probe current to that cathode.

2.2.6 *Maximum cathode probe voltage*

The maximum voltage which may be applied to a cathode without exceeding the maximum positive cathode probe current to that cathode.

2.2.7 *Maximum operating cathode current*

The maximum steady-state current which may flow to a cathode without exceeding the power rating, which is specified for limiting the sputtering from cathodes to a reasonable value, or resulting in the appearance of an extraneous glow (e.g. lead glow, pin glow).

2.2.8 *Minimum cathode current*

The minimum cathode current at which the cathode is completely covered by the glow.

2.2.9 *Uniformity of display*

The ratio of the luminance of the darkest portion of a character to the luminance of the lightest portion.

2.2.10 *Maximum viewing distance*

The maximum distance from which an average observer can, with a specified degree of confidence, read the character shown by a tube operating in specified ambient lighting conditions.

Notes 1. — An average observer is determined by experiments performed with a specified number of observers.

2. — Legibility of a display is to be expressed in terms of viewing distance.

2.2.11 *Angle maximal de vision*

Valeur maximale de l'angle par rapport à la normale traversant le caractère pour lequel un observateur moyen peut, avec un degré de confiance spécifié, lire le caractère affiché par un tube fonctionnant dans les conditions d'éclairage ambiant spécifiées, d'une distance égale à quarante fois la hauteur approximative du caractère.

2.3 *Définitions concernant les tubes compteurs*

Dans les définitions suivantes, toutes les tensions ont pour référence la tension la plus positive à laquelle une cathode principale quelconque (et non une cathode guide) est connectée.

2.3.1 *Tube compteur à cathode froide*

Tube à décharge luminescente dans lequel la décharge se déplace successivement dans un ensemble de cathodes principales en fonction d'impulsions appliquées à l'entrée et qui présente une sortie électrique ou visible.

2.3.2 *Tube sélecteur à cathode froide*

Tube compteur à cathode froide dans lequel des connexions extérieures distinctes sont possibles sur toutes les cathodes principales.

2.3.3 *Electrode guide * (électrode de transfert)*

Electrode qui assure le transfert de la décharge d'un espace principal au suivant.

2.3.4 *Espace de guide * (espace de transfert)*

Espace par lequel s'effectue le transfert de la décharge d'un espace principal au suivant.

2.3.5 *Tension négative minimale de guide, en fonctionnement*

Tension minimale qui doit être appliquée à une cathode guide pré-amorcée pour transférer la décharge à cette cathode guide.

2.3.6 *Tension négative maximale de guide, en fonctionnement*

Tension maximale qui peut être appliquée à une cathode guide.

Note. — La tension négative maximale de guide en fonctionnement dépend du remplissage gazeux et de la construction du tube. Elle doit être limitée pour éviter:

- a) des claquages indésirables entre les sorties de l'embase;
- b) des erreurs de comptage provoquées par une ionisation excessive aux environs des cathodes guides précédemment conductrices.

2.3.7 *Tension positive minimale d'alimentation de guide, en fonctionnement*

Tension positive minimale d'alimentation de guide qui doit être appliquée pour avoir la certitude que la décharge sera transférée d'un guide à une cathode principale adjacente.

2.3.8 *Tension positive maximale d'alimentation de guide, en fonctionnement*

Tension positive maximale d'alimentation de guide qui peut être appliquée à un circuit de cathode guide.

2.3.9 *Tension cathodique de conduction*

Potentiel apparaissant sur la cathode guide ou principale qui correspond à la décharge principale.

* Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 07, troisième édition.

2.2.11 *Maximum viewing angle*

The maximum angle to the normal through the character at which an average observer can read the character, with a specified degree of confidence, when the tube is viewed under specified ambient lighting conditions from a distance of forty times the approximate character height.

2.3 *Definitions relating to counting tubes*

In the following definitions, all voltages are referred to the most positive voltage to which any main cathode (not guide cathode) is returned.

2.3.1 *Cold cathode counting tube*

A glow discharge tube in which the discharge progresses successively around a set of main cathodes in accordance with applied input pulses and which provides visual and/or electrical output.

2.3.2 *Cold cathode selector tube*

A cold cathode counting tube in which separate external connection can be made to every main cathode.

2.3.3 *Guide electrode* (transfer electrode)*

An electrode which ensures the transfer of the discharge from one main gap to the next one.

2.3.4 *Guide gap* (transfer gap)*

A gap by which the transfer of the discharge from one main gap to the next main gap is effected.

2.3.5 *Minimum operating negative guide voltage*

The minimum voltage which must be applied to a primed guide cathode in order to transfer the discharge to this guide cathode.

2.3.6 *Maximum operating negative guide voltage*

The maximum voltage which may be applied to a guide cathode.

Note. — The maximum operating negative guide voltage depends upon the gas filling and the construction of the tube. It requires limiting to avoid:

- a) spurious breakdown between the lead-in wires at the base of the tube;
- b) miscounts due to excessive ionization in the region of previously conducting guide cathodes.

2.3.7 *Minimum operating positive guide supply voltage*

The minimum positive guide supply voltage which must be applied to ensure that the discharge will transfer from a guide to an adjacent main cathode.

2.3.8 *Maximum operating positive guide supply voltage*

The maximum positive guide supply voltage which may be applied to a guide cathode circuit.

2.3.9 *Conducting cathode voltage*

The potential developed at the main or guide cathode which carries the main discharge.

* International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 07, third edition.

2.3.10 Tension minimale de réarmement, en fonctionnement

Tension négative minimale qui doit être appliquée à une cathode principale déterminée, si l'on veut transférer la décharge directement d'une autre cathode principale à cette cathode déterminée.

2.3.11 Tension maximale de réarmement, en fonctionnement

Tension négative maximale qui peut être appliquée à une cathode principale déterminée pour transférer la décharge directement d'une autre cathode principale à cette cathode déterminée, sans causer de claquage parasite dans le tube.

2.3.12 Courant anodique minimal, en fonctionnement

Courant anodique minimal nécessaire pour avoir la certitude que les cathodes adjacentes sont suffisamment préamorcées pour un fonctionnement sûr.

2.3.13 Courant anodique maximal, en fonctionnement

Courant anodique maximal permis pendant le fonctionnement (et non le réarmement) sans causer de détérioration rapide de la stabilité des caractéristiques du tube.

2.3.14 Tension négative maximale de cathode principale, en fonctionnement

Tension négative maximale pouvant être appliquée à une cathode principale pour que, à la fin de la période de maintien du guide B, la tension d'amorçage de l'espace anode-cathode correspondant soit encore supérieure à celle de l'espace anode-cathode suivant.

3. Théorie élémentaire

3.1 Amorçage

Si plusieurs électrodes sont réparties dans un volume occupé par un gaz raréfié (par exemple sous une pression d'environ 10 mm de mercure), un courant électrique négligeable circulera entre toute paire d'électrodes, jusqu'à ce que la différence de tension dépasse une valeur critique liée au produit de la pression de gaz par l'écartement des électrodes. (La théorie classique concerne des électrodes planes parallèles dans un grand volume de gaz, mais s'applique approximativement au cas pratique d'électrodes en forme.) Dans un tube indicateur où les électrodes prennent la forme des caractères à afficher, il y a généralement un écartement anode-cathode pour lequel la tension d'amorçage est minimale sous une pression de gaz donnée (voir figure 1, page 26).

Avant que cette tension critique ne soit atteinte, le courant qui circule est dû seulement au déplacement des électrons et des ions positifs produits par des sources extérieures telles que les rayons cosmiques, ou parfois par la préionisation radioactive interne.

Lorsque la tension critique a été dépassée, les vitesses des électrons et des ions sont suffisantes pour provoquer une ionisation cumulative due aux chocs entre les électrons rapides produits par émission secondaire de la cathode bombardée ioniquement et les atomes de gaz précédemment à l'état neutre.

Le courant d'avalanche de Townsend qui en résulte est principalement limité par l'impédance du circuit extérieur au tube.

3.2 Décharge luminescente

Si le courant qui circule est limité à des valeurs de l'ordre du milli-ampère, la décharge s'effectue sous forme de décharge luminescente, caractérisée par une chute de tension pratiquement indépendante de la valeur du courant. La chute de cette tension de maintien n'est pas uniforme entre anode et cathode mais se produit principalement dans la région de la cathode où la lueur est la plus intense et gaine la cathode.

2.3.10 *Minimum operating resetting voltage*

The minimum negative voltage which needs to be applied to a particular main cathode if it is required to transfer the discharge directly from another main cathode to this particular main cathode.

2.3.11 *Maximum operating resetting voltage*

The maximum negative voltage which may be applied to a main cathode to transfer the discharge directly from another main cathode to this particular cathode without spurious breakdown within the tube.

2.3.12 *Minimum operating anode current*

The minimum anode current required to ensure that the adjacent cathodes receive sufficient priming for reliable operation.

2.3.13 *Maximum operating anode current*

The maximum anode current permitted during operation (not re-set) without causing a rapid deterioration in the stability of the tube characteristics.

2.3.14 *Maximum operating main cathode negative voltage*

The maximum negative voltage which may be applied to a main cathode such that, at the end of the guide B dwell time, the breakdown voltage of this anode-to-cathode gap is still greater than that of the succeeding anode-to-cathode gap.

3. **Basic theory**

3.1 *Ignition*

If two or more electrodes are sealed into a space occupied by a rarified gas (e.g. about 10 torr pressure), there will be negligible electric current flow between any pair of them until the voltage difference exceeds a critical value related to the product of gas pressure and electrode spacing. (The classical theory relates to plain parallel plates in an extensive atmosphere of gas, but applies approximately to practical cases of shaped electrodes.) In an indicator tube with electrodes extended into the shapes of characters to be displayed, there is usually an anode-cathode spacing which corresponds to the minimum ignition voltage for a given gas pressure (see Figure 1, page 26).

Before this critical voltage is reached, the current flow is due only to the migration of electrons and positive ions generated by external sources such as cosmic rays, or in some cases by internal radioactive priming.

After the critical voltage has been passed, the electron and ion velocities are sufficient to produce cumulative ionization by in-elastic collision between fast-moving electrons, due to secondary emission from the ion-bombarded cathode, and previously uncharged gas atoms.

The resulting Townsend avalanche current is limited principally by circuit impedance external to the tube.

3.2 *Glow discharge*

If the current which flows is limited to the order of milliamperes, the discharge occurs in the glow mode which is characterized by a voltage drop largely independent of current flow. This maintaining voltage is not dropped evenly across the space between anode and cathode but mostly in the cathode region where the glow is most intense and takes up the shape of the cathode.

Lorsque la cathode est complètement recouverte, on atteint une condition de décharge lumineuse dans laquelle toute augmentation de courant entraîne une augmentation de la tension de maintien; on dit qu'on est en régime de décharge anormale.

Il est nécessaire de faire fonctionner les tubes indicateurs de caractères à un courant supérieur au courant minimal permettant le gainage complet de la cathode. Pour les tubes compteurs, le courant doit avoir une valeur suffisamment élevée pour pouvoir avoir une action sur les électrodes voisines, ce qui en pratique assure aussi un gainage complet de la cathode.

Dans les tubes indicateurs, la tension de maintien au point de fonctionnement peut être supérieure à la tension d'amorçage initiale (figure 2a, page 26). Ceci peut être comparé à la figure 2b, page 27), qui donne la caractéristique d'un tube compteur.

Si la tension aux bornes du tube est réduite à une valeur inférieure à la tension de maintien, il y a extinction, quelle que soit la valeur du courant de décharge.

3.3 *Effets de sonde*

Dans les tubes à plusieurs électrodes, tels que les tubes indicateurs et compteurs, l'allure de la décharge peut être modifiée par les potentiels appliqués aux électrodes autres que l'anode et la cathode sélectionnées pour la conduction. Les autres électrodes collecteront des électrons ou des ions positifs en fonction de leur distance par rapport au trajet de la décharge et selon que leurs potentiels sont supérieurs ou inférieurs à une valeur critique quelque peu inférieure à la tension de maintien (voir figure 3, page 27). Les sondes en circuit ouvert prendront naturellement ce potentiel critique.

Si ces autres électrodes collectent un nombre appréciable d'électrons, le courant cathodique sera accru et on pourra atteindre un état tel que la dissipation cathodique dépasse la limite de sécurité.

Si elles recueillent des ions positifs, la lueur visible s'étendra en partie jusqu'à elles. Pour des courants de faible valeur, l'effet produit dans les tubes indicateurs peut être négligeable, mais pour des courants importants, il se produira un halo de fond qui, à la limite, pourra pratiquement illuminer plus d'une cathode.

Le transfert de la décharge d'une cathode à l'autre est fonction des variations relatives des potentiels appliqués.

Dans les tubes indicateurs, les cathodes sont réparties à proximité l'une de l'autre, et la lueur est transférée par action mécanique ou électronique sur leurs potentiels relatifs.

Dans les tubes compteurs, la décharge est amenée à sauter d'une cathode à l'autre par l'action d'électrodes-guides intermédiaires qui, par application d'impulsions négatives de commande, deviennent des cathodes préférentielles. Les cathodes guides sont reliées à l'intérieur du tube en un ou plusieurs groupes et disposées entre les cathodes principales successives. La décharge est transférée d'une cathode principale à la suivante sous l'action d'une impulsion appliquée au groupe ou aux groupes de cathodes guides. Lorsqu'il y a plusieurs groupes de cathodes guides, le groupe se trouvant le premier après chaque cathode principale quand la décharge tourne dans le sens des aiguilles d'une montre, en regardant le tube par le sommet, est appelé guide A, le suivant guide B, etc. La cathode principale qui conduit peut être repérée visuellement et peut être utilisée pour fournir une sortie électrique pourvu qu'une connexion extérieure séparée soit disponible pour cette cathode.

Le mélange de gaz est choisi pour ses caractéristiques lumineuses pour les tubes indicateurs (le néon étant le plus couramment choisi), et pour ses caractéristiques d'ionisation, de rétablissement et de transfert pour les tubes compteurs.

Once the cathode is fully covered, a glow condition is reached whereby any increase in current causes the maintaining voltage to rise; this is called the abnormal glow condition.

For character indicator tubes, it is necessary to operate them at a current above the minimum for full cathode coverage. In counter tubes, the cathode current must be sufficiently high to ensure influence on adjacent electrodes, hence this, in practice, usually involves full cathode coverage also.

In indicator tubes, the maintaining voltage at the operating point may be higher than the initial ignition voltage (Figure 2a, page 26). This may be compared with Figure 2b, page 27, which shows the characteristic of a counter tube.

If the voltage across the tube is reduced to a value below the maintaining voltage for any glow current, extinction occurs.

3.3 *Probe effects*

In multielectrode tubes, like indicators and counters, the discharge pattern may be modified by the potentials applied to the electrodes other than the anode and cathode selected for conduction. The other electrodes will collect electrons or positive ions according to their distance from the discharge path and whether their applied potentials are above or below a critical value somewhat below the maintaining voltage (see Figure 3, page 27). Open circuit probes will naturally take up this critical potential.

If these other electrodes collect electrons appreciably, the cathode current will be increased and a stage may be reached where the dissipation of the cathode exceeds a safe limit.

If they collect positive ions, the visible glow will spread to them to some extent. For small currents, this may produce a negligible effect in indicator tubes, but for higher currents, this will produce a background haze which, in the extreme, will bring about the illumination of more than one cathode.

The transfer of discharge from one cathode to another is a matter of relative change in applied potentials.

In indicator tubes, the cathodes are distributed in mutual proximity, and the glow transferred by mechanical or electronic manipulation of their relative potentials.

In counter tubes, the discharge is stepped from cathode to cathode by intermediary guide electrodes which become preferred cathodes by the application of negative drive pulses. The guide cathodes are internally connected in one or more groups and positioned between successive main cathodes. The discharge is transferred from one main cathode to the next by means of a pulse applied to the group or groups of guide cathodes. When there is more than one group of guide cathodes, the group which is positioned first after each main cathode when the discharge is rotating in a clockwise direction, as seen from the top of the tube, is known as guide A, the next as guide B, etc. The conducting main cathode can be identified visually and can be used to give an electrical output provided separate external connection is available to this particular cathode.

The gas mixture is chosen for glow characteristics in indicator tubes (neon being the predominant choice) and for ionization/recovery/transfer characteristics in counter tubes.

4. Mesures concernant les tubes indicateurs

4.1 Généralités

La plupart des mesures devront être répétées pour chacun des caractères du tube.

4.2 Tension anodique d'amorçage

Les tubes sont souvent utilisés dans des boîtiers noircis, et il peut être nécessaire qu'ils fonctionnent dans l'obscurité totale. Il est donc souhaitable de mesurer la tension anodique d'amorçage après un stockage dans ces conditions. Le tube doit être maintenu dans l'obscurité totale et à l'abri des rayonnements ionisants pendant au moins 24 h, aucun potentiel n'étant appliqué pendant ce temps. Toutes les cathodes seront réunies ensemble, et le circuit anodique comprendra une résistance suffisante pour limiter le courant à une valeur convenable. Le tube étant toujours dans l'obscurité totale, une tension anodique est appliquée et augmentée progressivement soit de façon continue, soit par petits paliers, à une vitesse définie, jusqu'à ce que le tube conduise (une vitesse d'augmentation de 5 V/s est courante). On mesure la tension minimale nécessaire pour provoquer l'amorçage.

Pour prendre en considération les applications dans lesquelles le tube fonctionne dans les conditions normales d'éclairage, la mesure ci-dessus peut être effectuée avec un éclairage compris entre 50 lx et 500 lx, sans stockage préalable en obscurité totale.

Cette mesure donne la tension d'amorçage de l'espace ayant la tension la plus faible. Si l'on veut déterminer la tension d'amorçage de l'espace correspondant à la tension la plus élevée, chacune des cathodes doit être branchée tour à tour, les autres cathodes restant en l'air, et un intervalle de temps de 24 h doit être respecté entre chaque mesure de tension d'amorçage.

4.3 Tension de maintien

Une tension continue positive est appliquée à l'anode à travers une résistance de valeur suffisante pour limiter le courant à la valeur permettant le gainage complet de la zone d'affichage d'une cathode. La tension de maintien est mesurée par la chute de tension aux bornes de l'espace anode-cathode.

4.4 Retard d'amorçage

Dans certaines applications nécessitant un fonctionnement très rapide, il peut être nécessaire de mesurer l'intervalle de temps s'écoulant entre l'instant d'application de la tension d'amorçage et l'amorçage effectif du tube (c'est-à-dire le retard d'amorçage). Pour cette mesure, le tube doit rester dans l'obscurité complète et à l'abri des rayonnements ionisants pendant au moins 24 h avant de déterminer le retard d'amorçage correspondant à une cathode quelconque.

4.5 Courant cathodique minimal de gainage

Une tension positive variable, supérieure à la tension anodique d'amorçage, est appliquée à travers une résistance convenable et un milliampèremètre entre l'anode et une cathode quelconque, les autres cathodes n'étant pas branchées. La tension positive est diminuée jusqu'à ce que la lueur gainant le caractère commence juste à devenir irrégulière, ou jusqu'à ce qu'une diminution de la surface gainée soit à peine discernable. On peut aussi faire croître la tension à partir d'une valeur basse jusqu'à ce que l'amorçage se produise, puis continuer l'accroissement de tension jusqu'à ce que la lueur gaine régulièrement le caractère.

Dans les deux cas, le courant mesuré est le courant cathodique minimal de gainage, mais le sens de la variation de tension doit être clairement indiqué.

En pratique, des résultats reproductibles à 10 % près peuvent être obtenus avec des observateurs différents pour une électrode donnée.

4. Indicator tube measurements

4.1 General

Most measurements should be repeated for each character in the tube.

4.2 Ignition voltage

Tubes are frequently used in darkened enclosures and operation may be required in total darkness. It is therefore desirable to measure the ignition voltage after storage under these conditions. The tube should be stored in total darkness, and away from ionizing radiation, for at least 24 h during which time no potential should be applied. All cathodes should be connected together and the anode circuit should include sufficient resistance to limit the current to a suitable value. With the tube still in complete darkness, a positive anode voltage is applied and gradually increased either continuously or in small steps at a definite rate until the tube conducts (a typical rate of increase is 5 V/s). The minimum voltage required to cause ignition is measured.

To cover applications where the tube is operating under normal illumination conditions, the above-given measurement may be carried out under an illumination of between 50 lx and 500 lx and without previous storage in conditions of total darkness.

This measurement gives the ignition voltage of the minimum voltage gap. If it is required to determine the ignition voltage of the maximum gap, one cathode must be connected at a time, leaving remaining cathodes unconnected and a period of 24 h being allowed to elapse between each ignition voltage measurement.

4.3 Maintaining voltage

A positive direct voltage is applied to the anode through a sufficient resistance to limit the current to the value for covering the entire display area of a cathode. The maintaining voltage is measured as the voltage drop across the anode-cathode gap.

4.4 Ignition delay time

In certain applications, where very rapid operation is required, it may be necessary to measure the time delay between the instant of the application of the ignition voltage and the actual ignition of the tube (i.e. ignition delay time). For this measurement, at least 24 h should elapse with the tube in total darkness, and away from ionizing radiation, before determining the delay time associated with any cathode.

4.5 Minimum cathode current for covering

A variable positive voltage, greater than the anode ignition voltage, is applied through a suitable resistor and milliammeter between the anode and any cathode, the remaining cathodes being unconnected. The positive voltage is decreased until the glow covering the character just becomes uneven or until a reduction in the covered area can just be discerned. Alternatively, the voltage can be increased from a low value until ignition occurs and then further increased until the glow just covers the character evenly.

In either case, the current measured is the minimum cathode current for covering, but the direction of voltage variation must be clearly stated.

In practice, repeatable results within 10% from different observers can be obtained for a given electrode.

4.6 *Courant cathodique maximal*

Une tension positive variable, supérieure à la tension anodique d'amorçage, est appliquée à travers une résistance convenable et un milliampèremètre entre l'anode et une cathode quelconque, les autres cathodes n'étant pas branchées. La tension positive est augmentée jusqu'à ce que la lueur s'étende à des zones adjacentes à l'électrode d'affichage, dans la zone de vision spécifiée. Le courant pour lequel cette extension commence à être visible est mesuré.

La valeur limite maximale du courant cathodique, déterminée par la limite maximale de dissipation du tube, ne doit pas être dépassée.

4.7 *Courant cathodique maximal de crête, en fonctionnement*

L'utilisation de tubes indicateurs à gaz en régime d'impulsions a montré que l'on pouvait atteindre des valeurs instantanées du courant cathodique de crête dépassant la valeur maximale du courant en régime continu, sans causer de lueur parasite dans la zone de vision spécifiée. Ce courant de crête dépend, dans une certaine mesure, de la forme, de la durée, et de la fréquence des impulsions. Pour mesurer le courant cathodique de crête, on applique à l'anode du tube une onde rectangulaire d'amplitude appropriée, et dont la durée, le facteur d'utilisation et la fréquence sont spécifiés. Une résistance de charge est branchée dans le circuit de la cathode à mesurer, les autres cathodes n'étant pas branchées. La tension maximale apparaissant aux bornes de la résistance de charge est mesurée à l'aide d'un oscilloscope. Le courant de crête est augmenté jusqu'à ce qu'apparaissent des lueurs parasites dans la zone de vision spécifiée. La valeur minimale des courants cathodiques de crête mesurés pour toutes les cathodes du tube à partir des lectures sur l'oscilloscope est la valeur maximale du courant cathodique de crête pour le tube.

4.8 *Courants de sonde (courants de pré-polarisation)*

Le tube fonctionnant à un courant anodique spécifié, l'une des cathodes est reliée, à travers un appareil de mesure convenable, à une tension positive définie par rapport à la cathode principale de la décharge. Les cathodes non utilisées sont branchées sous la même tension, mais sans passer par l'appareil de mesure. Le courant traversant l'appareil de mesure est défini comme étant le courant de sonde.

4.9 *Dimension d'affichage*

On fait fonctionner le tube dans les conditions spécifiées, et on le regarde d'une distance égale à quarante fois la hauteur approximative du caractère, à travers un masque rectangulaire touchant l'enveloppe du tube et dont les côtés sont mobiles et parallèles aux axes principaux du caractère. On déplace les côtés du masque jusqu'à ce que chacun d'eux commence juste à masquer le bord du caractère le plus proche de lui. La dimension d'affichage est définie par l'ouverture résultante du masque.

4.10 *Alignement*

L'alignement des éléments peut être vérifié par rapport à l'embase du tube. Une méthode pratique est décrite ci-dessous à titre d'exemple.

On fait fonctionner cinq tubes, dont celui à examiner, proches les uns des autres, sur une seule rangée de supports alignés et orientés avec soin. L'alignement et l'orientation des symboles par rapport à ceux des tubes de référence doivent se trouver dans des limites linéaires et angulaires spécifiées.

4.6 *Maximum cathode current*

A variable positive voltage, greater than the anode ignition voltage, is applied through a suitable resistor and milliammeter between the anode and any cathode, the remaining cathodes being unconnected. The positive voltage is increased until the glow spreads beyond the display electrode to adjacent areas within the specified viewing area. The current at which spreading is first seen is measured.

The maximum rated cathode current, as determined by the power rating of the tube, should not be exceeded.

4.7 *Maximum operating peak cathode current*

Pulse operation of gas indicator tubes has shown that instantaneous peak cathode currents can be used which exceed the maximum steady state current without causing extraneous glows within the specified viewing area. The peak current depends, to some extent, upon the pulse shape, duration and frequency. To measure the peak cathode current, a square wave of appropriate amplitude, with a specified duration, duty factor and frequency is applied to the tube anode. A load resistor is inserted in the circuit of the cathode to be measured, the remaining cathodes being unconnected. The maximum voltage developed across the cathode resistor is measured with an oscilloscope. The peak current is increased until extraneous glows appear within the specified viewing area. The minimum value of the peak cathode currents measured for all cathodes in the tube, as calculated from the oscilloscope readings, is the maximum peak cathode current of the tube.

4.8 *Probe currents (pre-bias currents)*

With the tube operating at a specified anode current, one of the cathodes is connected to a defined positive potential relative to the main discharging cathode through a suitable meter. The unused cathodes are connected to the same positive potential but not through the meter. The current flowing in the meter is defined as the probe current.

4.9 *Size of display*

The tube is operated under specified conditions, and is viewed from a distance equal to forty times the approximate character height through a rectangular mask which touches the tube envelope and which has movable sides parallel to the principle axes of the characters. The sides of the mask are moved until each just begins to obscure the edge of the character nearest to it. The size of display is defined by the resulting mask aperture.

4.10 *Alignment*

Alignment of the elements may be checked by reference to the tube base. A practical method is described below as an example.

Five tubes, including the one under examination, are operated in a single closely spaced row of carefully aligned and oriented sockets. The alignment and orientation of the symbols relative to those of the reference tubes should be within specified linear and angular limits.

4.11 *Luminance*

4.11.1 *Uniformité de la luminance*

On mesure la luminance de la décharge sur un caractère, à un courant spécifié, avec un photomètre optique à disparition de spot.

Le spot doit être petit par rapport à la décharge regardée et il faut prendre soin de réaliser un bon accord de couleur entre le spot et la décharge. La mesure doit être répétée en divers points du caractère, comme prescrit.

4.11.2 *Luminance globale*

La luminance de chaque caractère est mesurée à l'aide d'un luxmètre et d'une cellule à sensibilité corrigée pour correspondre à celle de l'œil.

La cellule est fixée au tube en mesure par une enceinte étanche à la lumière, de longueur spécifiée.

5. **Mesures concernant les tubes compteurs**

5.1 *Généralités*

Les sept paramètres principaux sont les suivants :

- a) tension négative de guide;
- b) tension positive d'alimentation de guide;
- c) tension négative de cathode principale;
- d) tension positive apparaissant sur une cathode principale;
- e) durée de signal d'entrée de guide;
- f) fréquence de signal d'entrée de guide;
- g) courant anodique.

Aucun des paramètres ne peut être considéré isolément. Si la valeur d'un paramètre est requise, il faut régler les autres paramètres pour obtenir l'ensemble des conditions de fonctionnement les plus défavorables permises pour le tube. Ainsi, pour tout paramètre dépendant d'autres variables, la valeur limite maximale correspondante est la plus faible des valeurs maximales correspondant à toute combinaison des autres variables dans la plage permise. De même, la valeur limite minimale d'un paramètre est la plus élevée des valeurs minimales correspondant aux autres variables dans la plage permise.

L'effet de la durée dans certaines conditions (par exemple l'attente) peut réduire les zones de fonctionnement données pour le tube. En faisant varier cycliquement la décharge pour déterminer le degré de variation d'un paramètre, il est possible de diminuer la contamination réduisant la zone de fonctionnement et de ramener le tube à son état initial. Par conséquent, si la décharge se fait en cycles, pendant une durée quelconque au cours d'une mesure, les vraies valeurs limites pour un paramètre correspondant à des conditions d'utilisation particulières ne seront pas obtenues. Il est donc essentiel, pour mesurer des tubes ayant fonctionné, de faire tourner la décharge le moins longtemps possible. Pour des raisons analogues, la décharge des tubes à deux sens de rotation ne doit être déclenchée que dans un sens spécifié.

Le circuit de mesure fondamental permettant de déterminer les caractéristiques essentielles d'un tube compteur classique à dix positions et trente cathodes est indiqué à la figure 4, page 28. Les valeurs des résistances R_1 et R_2 doivent être indiquées (généralement 100 k Ω).

Les impulsions négatives spécifiées appliquées successivement aux électrodes guides A et B doivent avoir des temps de croissance et de décroissance brefs, afin que la durée d'application puisse être définie avec précision.

4.11 *Luminance*

4.11.1 *Uniformity of luminance*

The brightness of the discharge on a character, at a specified current, is measured with an optical disappearing spot photometer.

The spot should be small compared with the imaged discharge and care should be taken to achieve a good colour match between the spot and the discharge. The measurement should be repeated for various points on a character as required.

4.11.2 *Over-all luminance*

The luminance of each character is measured with a luxmeter and a cell the sensitivity of which is corrected to be equivalent to that of a human eye.

The cell is attached to the tube being measured by means of a light-proof box of specified length.

5. **Counting tube measurements**

5.1 *General*

The seven main parameters are listed below:

- a) negative guide voltage;
- b) positive guide supply voltage;
- c) main cathode negative voltage;
- d) positive voltage developed at a main cathode;
- e) duration of guide input signal(s);
- f) frequency of guide input signal(s);
- g) anode current.

No parameter may be considered in isolation. If the limiting value of a parameter is required, it is necessary to adjust the other parameters to the most adverse set of permitted tube-operating conditions. Thus, for any parameter which is dependent on other variables, the maximum limiting value of this parameter is the lowest maximum value appertaining to any combination of the other variables within this permitted range. Similarly, the minimum limiting value of a parameter is the highest minimum value appertaining to other variables within their permitted range.

The effect of life under certain conditions (e.g. stand-by) may reduce the available operating areas of a tube. When cycling the discharge in order to investigate the degree to which a parameter has changed, it is possible to remove the contaminant causing the reduced operating area and return the tube to its original state. Consequently, if the discharge is cycled for any length of time during a measurement period, the true limiting values for a parameter considered under particular operating conditions will not be obtained. It is therefore essential, when measuring tubes which have been operating, that the discharge is rotated for the least possible time. For similar reasons, the discharge in bi-directional tubes should be stepped in only one specified direction.

The basic measuring circuit for determining the major characteristics of a conventional ten-position thirty-cathode counting tube is shown in Figure 4, page 28. The values of the resistors R_1 and R_2 should be stated (typically 100 k Ω).

The specified negative pulses applied to the guide electrodes A and B in succession should have short rise and fall times so that the period of application can be precisely defined.

De plus, l'impulsion du guide B doit commencer avant la fin de l'impulsion du guide A, afin de ne pas laisser d'intervalle entre les impulsions.

La figure 5, page 28, indique les potentiels de la tension négative de guide et de la tension positive d'alimentation de guide, par rapport à l'alimentation de la cathode principale la plus positive utilisée comme niveau de référence pour toutes les mesures. Il faut prévoir la possibilité de faire varier ces deux premiers potentiels indépendamment.

5.2 *Tension négative minimale de guide, en fonctionnement*

Les paramètres (b) à (g) ayant les valeurs choisies, la tension négative de guide pour le transfert est augmentée lentement à partir de zéro. La plus faible valeur de tension pour laquelle la décharge tourne correctement dans le tube est mesurée.

5.3 *Tension négative maximale de guide, en fonctionnement*

Les paramètres (b) à (g) ayant les valeurs choisies, la tension négative de guide est augmentée. La plus faible valeur de tension pour laquelle la décharge cesse de tourner correctement dans le tube est mesurée.

5.4 *Tension positive minimale d'alimentation de guide, en fonctionnement*

Les paramètres (a) à (g), à l'exception de (b), ayant les valeurs choisies, la tension positive d'alimentation de guide est diminuée lentement. La valeur de tension la plus élevée pour laquelle la décharge cesse de tourner correctement dans le tube est mesurée.

5.5 *Tension positive maximale d'alimentation de guide, en fonctionnement*

Les paramètres (a) à (g), à l'exception de (b), ayant les valeurs choisies, la tension positive d'alimentation de guide est augmentée lentement. La tension minimale pour laquelle la décharge cesse de tourner correctement dans le tube est mesurée.

Note. — Cette tension peut être limitée pour deux raisons :

- a) lorsqu'on augmente la tension positive de guide, le courant de sonde de cathode guide venant de la décharge principale diminue, et les cathodes guides sont contaminées plus rapidement pendant les périodes d'attente par les matériaux pulvérisés par la cathode correspondant à la décharge;
- b) pour éviter la concentration d'ions positifs résiduels dans une zone entourant de près la cathode principale en cours de désionisation, ce qui arrête le processus de désionisation. Avec une tension positive d'alimentation de guide élevée, et des durées de maintien de guides courtes, il se peut qu'à la fin de la durée de maintien du guide B la différence de potentiel nécessaire pour amorcer l'espace principal cathode-anode précédent soit inférieure à celle nécessaire pour amorcer l'espace principal cathode-anode suivant, empêchant ainsi un transfert convenable de la décharge.

5.6 *Tension maximale de cathode principale, en fonctionnement*

Les paramètres (a) à (g), à l'exception de (c), ayant les valeurs choisies, la tension négative appliquée à une sortie choisie est augmentée lentement à partir de zéro. La tension minimale pour laquelle la décharge cesse de tourner correctement dans le tube est mesurée.

5.7 *Tension maximale positive apparaissant sur une cathode principale, en fonctionnement*

Les paramètres (a) à (g), à l'exception de (d), ayant les valeurs choisies, la valeur de la résistance de sortie de la cathode principale est augmentée jusqu'à ce que la décharge cesse d'être transférée correctement. La tension maximale apparaissant entre la cathode principale et la ligne de tension zéro est mesurée à l'oscilloscope. Cette valeur maximale sera atteinte juste avant que la décharge cesse de tourner correctement.

In addition, the guide B pulse should commence before the end of the guide A pulse to ensure that no gap exists between the pulses.

Figure 5, page 28, illustrates the potential of the negative guide voltage and the positive guide supply voltage with respect to the most positive main cathode supply, which is used in all measurements as a reference level. Provision should be made to vary these two former potentials independently.

5.2 *Minimum operating negative guide voltage*

With the parameters (b) to (g) at selected values, the negative guide voltage for transfer is slowly increased from zero. The lowest value of the voltage for which the discharge cycles correctly around the tube is measured.

5.3 *Maximum operating negative guide voltage*

With the parameters (b) to (g) at selected values, the negative guide voltage is increased. The lowest value of the voltage for which the discharge ceases to cycle correctly around the tube is measured.

5.4 *Minimum operating positive guide supply voltage*

With the parameters (a) to (g), except (b), at selected values, the positive guide supply voltage is slowly decreased. The highest value of the voltage for which the discharge ceases to cycle correctly around the tube is measured.

5.5 *Maximum operating positive guide supply voltage*

With the parameters (a) to (g), except (b), at selected values, the positive guide supply voltage is slowly increased. The minimum voltage for which the discharge ceases to cycle correctly around the tube is measured.

Note. — This voltage may be limited for two reasons:

- a) as the positive guide voltage is increased, the guide cathode probe current from the main discharge is reduced, and the guide cathodes are contaminated more rapidly during stand-by by material sputtered from the discharge cathode;
- b) to avoid the focusing of residual positive ions to an area closely surrounding the de-ionizing main cathode, thus inhibiting the processes of de-ionization. With a high positive guide supply voltage, and short guide dwell periods, it is possible that, at the end of the guide B dwell period, the potential difference required to ignite the preceding main cathode-to-anode gap will be less than that required for the succeeding main cathode-to-anode gap, hence preventing the correct transfer of the discharge.

5.6 *Maximum operating main cathode voltage*

With the parameters (a) to (g), except (c), at selected values, the negative voltage applied to a selected output is slowly increased from zero. The minimum voltage for which the discharge ceases to cycle correctly around the tube is measured.

5.7 *Maximum operating positive voltage developed at a main cathode*

With the parameters (a) to (g), except (d), at selected values, the value of the main cathode output resistor is increased until the discharge ceases to transfer correctly. The maximum voltage developed between the main cathode and zero-volt line is measured with an oscilloscope. This maximum value will be reached just before the tube ceases to cycle correctly.