

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60151-20

Première édition
First edition
1969-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 20:
Méthodes de mesure des thyratrons
modulateurs d'impulsions**

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

**Part 20:
Methods of measurement of thyatron
pulse modulators**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60151-20: 1969

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**

60151-20

Première édition
First edition
1969-01

**Mesures des caractéristiques électriques
des tubes électroniques**

**Partie 20:
Méthodes de mesure des thyratrons
modulateurs d'impulsions**

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

**Part 20:
Methods of measurement of thyatron
pulse modulators**

© IEC 1969 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	
1. Objet	6
2. Définitions	6
3. Exigences de mesure des caractéristiques d'impulsion	14
4. Mesures	14
FIGURES	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Pulse characteristic measurement requirements	15
4. Measurements	15
FIGURES	26



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MESURES DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES
DES TUBES ÉLECTRONIQUES

Vingtième partie : Méthodes de mesure des thyratrons modulateurs d'impulsions

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 CEI : 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 CEI donne tous renseignements sur les autres parties de cette série.

Un premier projet 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 janvier 1968.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la vingtième 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 20 : Methods of measurement of thyatron pulse modulators

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 IEC Technical Committee No. 39, Electronic Tubes and Valves.

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 IEC Publication for information on the other parts of the series.

A first draft was discussed at the meeting held in Hamburg in 1966, as a result of which, a revised draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1968.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part 20:

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

Vingtième partie : Méthodes de mesure des thyratrons modulateurs d'impulsions

1. **Objet**

Cette recommandation est fondée sur la pratique courante des mesures des thyratrons modulateurs d'impulsions. Elle ne doit pas être considérée comme une recommandation 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.

2. **Définitions**

La forme de l'impulsion obtenue avec un tube modulateur de type thyatron présente des caractéristiques de montée et de descente étalées et il est nécessaire, pour obtenir une bonne précision, d'effectuer les mesures à des valeurs en centièmes indiquées sur les figures 1 et 2, page 26.

Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de cette recommandation.

2.1 *Réservoir*

Dispositif interne au tube servant à maintenir la pression de gaz correcte.

2.2 *Amplitude d'impulsion*

Valeur maximale d'une courbe lissée tracée selon la moyenne des variations sur le sommet de l'impulsion, toute pointe sur le flanc avant de durée inférieure à un pourcentage fixé de la durée d'impulsion étant négligée. Dans le cas d'impulsions de tension de grille avec polarisation, l'amplitude doit être mesurée à partir du niveau de la polarisation.

2.3 *Durée d'impulsion*

Intervalle entre les instants où la valeur instantanée du paramètre est égale à 70 % de l'amplitude d'impulsion, sauf indication contraire.

2.4 *Temps de montée de l'impulsion*

Durée séparant les instants entre lesquels l'impulsion croît de 26 % à 70 % de l'amplitude d'impulsion.

2.5 *Temps de descente de l'impulsion*

Durée séparant les instants entre lesquels l'impulsion décroît de 70 % à 26 % de l'amplitude d'impulsion.

2.6 *Pointe*

Lancée de courte durée dépassant l'amplitude de l'impulsion.

MEASUREMENTS OF THE ELECTRICAL PROPERTIES OF ELECTRONIC TUBES AND VALVES

Part 20 : Methods of measurement of thyatron pulse modulators

1. Scope

This Recommendation is based on current practice on the measurement of thyatron pulse modulators. It should not be regarded as a Recommendation 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.

2. Definitions

As the pulse waveform obtained from the thyatron type modulator tube or valve exhibits an extended rise and fall characteristic, it is necessary in the interests of accuracy to make measurements within percentage values defined on Figures 1 and 2, page 26.

For the purposes of this Recommendation, the following definitions shall apply.

2.1 *Reservoir*

A device inside the valve for maintaining the correct gas pressure.

2.2 *Pulse amplitude*

The maximum value of a smooth curve drawn through the average of the variations on the top of the pulse, ignoring any spike on the leading edge of duration less than a defined percentage of the pulse duration. In the case of grid voltage pulses where bias may be used, the amplitude is to be measured from the bias level.

2.3 *Pulse duration*

The time interval between the instants at which the instantaneous value of the parameter equals 70% of the pulse amplitude, unless otherwise stated.

2.4 *Pulse rise time*

The time required for a pulse to rise from 26% to 70% of the pulse amplitude.

2.5 *Pulse fall time*

The time required for the pulse to fall from 70% to 26% of the pulse amplitude.

2.6 *Spike*

A short duration surge above the pulse amplitude.

2.7 *Durée de pointe*

Durée séparant les instants entre lesquels la pointe dépasse puis revient au niveau de l'amplitude d'impulsion.

2.8 *Amplitude de pointe*

Excursion maximale de la pointe dépassant l'amplitude de l'impulsion.

2.9 *Taux de répétition des impulsions*

A l'étude.

2.10 *Fréquence de répétition des impulsions*

Nombre d'impulsions par seconde lorsque ce nombre ne dépend pas de l'intervalle de temps pendant lequel il est mesuré.

2.11 *Fréquence de répétition des impulsions à la résonance*

Fréquence égale à deux fois la fréquence naturelle de l'inductance de charge et du réseau formant les impulsions.

2.12 *Tension anodique directe de crête*

Valeur maximale instantanée de la tension positive de l'anode par rapport à la cathode.

2.13 *Tension anodique inverse de crête*

Valeur maximale instantanée de la tension négative de l'anode par rapport à la cathode.

2.14 *Courant anodique de crête*

Valeur maximale instantanée du courant anodique, en négligeant les pointes.

2.15 *Amplitude d'impulsion du courant anodique*

Amplitude du courant anodique.

2.16 *Courant anodique moyen*

Valeur moyenne du courant anodique.

2.17 *Vitesse moyenne de croissance du courant anodique*

Quotient de la variation de courant pendant le temps de montée de l'impulsion par la durée de ce temps de montée de l'impulsion.

2.18 *Courant efficace*

Moyenne géométrique du courant de crête et du courant moyen.

2.19 *Vitesse de crête de croissance du courant anodique*

Valeur maximale de la vitesse instantanée de croissance sur le flanc avant de l'impulsion anodique de courant.

2.7 *Spike duration*

The time interval between the instants when the spike departs from and returns to the pulse amplitude level.

2.8 *Spike amplitude*

The maximum excursion of the spike above the pulse amplitude.

2.9 *Pulse repetition rate*

Under consideration.

2.10 *Pulse repetition frequency*

The average number of pulses in 1 s when this is independent of the interval of time over which it is measured.

2.11 *Pulse repetition resonant frequency*

That frequency which is equal to twice the natural frequency of the charging reactor and pulse forming network.

2.12 *Peak forward anode voltage*

The maximum instantaneous positive voltage at the anode with respect to the cathode.

2.13 *Peak inverse anode voltage*

The maximum instantaneous negative voltage at the anode with respect to the cathode.

2.14 *Peak anode current*

The maximum instantaneous value of the anode current, neglecting spikes.

2.15 *Anode current pulse amplitude*

The amplitude of the anode current.

2.16 *Average anode current*

The average value of the anode current.

2.17 *Average rate of rise of anode current*

The quotient of the change of current during the pulse rise time to the period of the pulse rise time.

2.18 *R.M.S. current*

The geometric mean of the peak current and the average current.

2.19 *Peak rate of rise of anode current*

The maximum value of the instantaneous rate of rise on the leading edge of the anode current pulse.

- 2.20 *Résistance en courant continu entre grille et cathode*
Résistance mesurée au moyen d'une tension continue, entre les contacts de grille et de cathode lorsque le thyatron est enlevé de son support.
- 2.21 *Tension anodique critique de conduction*
Tension anodique minimale qui provoque la conduction dans des conditions spécifiées.
- 2.22 *Durée de tension anodique négative*
Intervalle de temps entre l'instant où la tension anodique devient pour la première fois négative et l'instant où elle redevient pour la première fois positive, par rapport à la cathode, à la suite d'une impulsion de courant anodique.
- 2.23 *Impulsion d'excitation à vide*
Impulsion de tension sur le contact de grille lorsque le thyatron est enlevé de son support.
- 2.24 *Tension directe de crête de grille*
Valeur maximale instantanée de la tension positive de la grille par rapport à la cathode.
- 2.25 *Tension inverse de crête de grille*
Valeur maximale instantanée de la tension négative de la grille par rapport à la cathode.
- 2.26 *Polarisation de grille à vide*
Tension continue du contact de grille par rapport au contact de cathode lorsque le thyatron est enlevé de son support.
- 2.27 *Polarisation de grille en charge*
Tension continue de la grille par rapport à la cathode lorsque le thyatron fonctionne.
- 2.28 *Tension instantanée de grille*
Tension de la grille par rapport à la cathode à un instant quelconque.
- 2.29 *Tension de grille entre impulsions*
Tension instantanée de grille pendant la durée qui s'écoule entre la fin du recouvrement et le début de l'impulsion de grille suivante.
- 2.30 *Vitesse moyenne de croissance de la tension grille*
Quotient entre la variation de tension pendant la montée de l'impulsion et la durée de cette montée de l'impulsion.
- 2.31 *Vitesse de crête de croissance de la tension grille*
Valeur maximale de la vitesse instantanée de croissance du flanc avant de l'impulsion de grille à vide.
- 2.32 *Courant instantané de grille*
Courant de grille de signe quelconque à un instant donné.

2.20 *D.C. resistance between grid and cathode*

The resistance measured with a d.c. voltage between the grid and cathode terminals with the thyatron removed from its socket.

2.21 *Critical anode voltage for conduction*

The minimum voltage at the anode which causes conduction under specified conditions.

2.22 *Anode negative voltage time*

The time interval between the instant when the anode voltage first becomes negative and the instant when it first returns positive with respect to the cathode, following the anode current pulse.

2.23 *Unloaded driving pulse*

A voltage pulse at the grid terminal with the thyatron removed from its socket.

2.24 *Peak forward grid voltage*

The maximum instantaneous positive voltage at the grid with respect to cathode.

2.25 *Peak inverse grid voltage*

The maximum instantaneous negative voltage at the grid with respect to cathode.

2.26 *Unloaded grid bias voltage*

The d.c. voltage at the grid terminal with respect to the cathode terminal with the thyatron removed from its socket.

2.27 *On-load grid bias voltage*

The average d.c. voltage at the grid with respect to the cathode, when the thyatron is operating.

2.28 *Instantaneous grid voltage*

The voltage at the grid, at any instant, with respect to the cathode.

2.29 *Grid interpulse potential*

The instantaneous grid voltage in the period between the completion of recovery and the commencement of the next grid pulse.

2.30 *Average rate of rise of grid voltage*

The quotient of the change of voltage during the pulse rise time to the period of the pulse rise time.

2.31 *Peak rate of rise of grid voltage*

The maximum value of the instantaneous rate of rise of the leading edge of the unloaded grid pulse.

2.32 *Instantaneous grid current*

The current of either sign to the grid at any instant.

2.33 *Impédance du circuit d'excitation*

Impédance de sortie du circuit d'excitation et de polarisation.

2.34 *Impédance de recouvrement*

Impédance du réseau composé des grandeurs primaires, résistance, inductance et capacité, vue entre la grille et la cathode pendant le temps de recouvrement.

On doit remarquer que le courant de grille pendant la période de recouvrement varie avec le temps et donc que l'impédance varie avec le temps.

2.35 *Durée d'amorçage de grille*

Intervalle de temps entre l'instant d'application simultanée des tensions spécifiées de chauffage, de réservoir et de grille, et l'instant où l'espace grille-cathode s'amorce.

2.36 *Retard d'impulsion de la grille 2*

Intervalle de temps séparant les impulsions de tension aux contacts de la grille 1 et de la grille 2 lorsque le thyatron est enlevé de son support, mesuré à 26% de l'amplitude d'impulsion sur le flanc avant de chaque impulsion, comme défini au paragraphe 2.2

2.37 *Retard d'amorçage d'anode*

Intervalle de temps entre le point à 26% de l'amplitude d'impulsion sur le flanc avant de l'impulsion de grille à vide et l'instant où la conduction anodique commence. Dans les tubes à plusieurs grilles, l'impulsion de la grille de référence doit être indiquée.

2.38 *Dérive du retard d'amorçage d'anode*

Variation du retard d'amorçage d'anode sur une période de temps spécifiée, résultant du fonctionnement continu du thyatron dans des conditions spécifiées.

2.39 *Temps de recouvrement (VEI 07-40-265)*

Intervalle de temps nécessaire après la cessation du courant anodique pour que la grille de commande recouvre son rôle de commande dans des conditions physiques et pour un régime de fonctionnement déterminés.

2.40 *Indécision de temps*

Variation d'une impulsion à l'autre de l'instant où la conduction anodique se produit en prenant pour référence le point à 26% sur le flanc avant de l'impulsion de grille à vide. Pour les tubes à plusieurs grilles, l'impulsion de la grille de référence doit être indiquée.

2.41 *Temps de chauffage du tube*

Temps requis pour que toutes les parties essentielles du tube atteignent une température telle qu'il puisse fonctionner avec satisfaction.

2.42 *Coefficient d'utilisation*

Produit de la tension anodique directe de crête, du courant anodique de crête et de la fréquence de répétition des impulsions.

2.33 *Driving circuit impedance*

The output impedance of the grid drive and bias circuit.

2.34 *Recovery impedance*

The impedance of the circuit network, composed of the primary quantities, resistance, inductance, and capacitance seen between the grid and cathode during the recovery time.

It should be noted that the grid current during the recovery period is time varying and hence, the impedance will vary with time.

2.35 *Grid firing time*

The time between the instant of simultaneous application of heater, reservoir and specified grid voltages and the instant when the grid-cathode gap ignites.

2.36 *Grid 2 pulse delay*

The time interval between the voltage pulses on grid 1 and grid 2 terminals with the thyatron removed from its socket, measured at 26% of the pulse amplitude on the leading edge of each pulse, as defined in Sub-clause 2.2.

2.37 *Anode delay time*

The time interval between the 26% point on the leading edge of the unloaded grid pulse and the instant when anode conduction occurs. In multigrid valves, the reference grid pulse shall be stated.

2.38 *Anode delay time drift*

The change in anode delay time, over a specified period of time, as a result of continued operation of the thyatron under specified conditions.

2.39 *Recovery time (IEV 07-40-265)*

The time required after interruption of anode current for the grid to regain control under specified physical and operating conditions.

2.40 *Time jitter*

The pulse to pulse variation of the instant when anode conduction occurs referred to the 26% point on the leading edge of the unloaded grid pulse. For multigrid tubes or valves, the reference grid pulse shall be stated.

2.41 *Tube heating time*

The time required for all essential parts of the tube or valve to attain such a temperature that it will operate satisfactorily.

2.42 *Operation coefficient*

The product of peak forward anode voltage, peak anode current and pulse repetition frequency.

3. Exigences de mesure des caractéristiques d'impulsion

La forme de l'impulsion de la caractéristique est observée sur l'écran d'un oscilloscope.

Le balayage de l'oscilloscope doit être linéaire et répété en synchronisme avec le modulateur, à la fréquence de répétition.

Pour la mesure, on peut utiliser la méthode du déplacement. L'ensemble de la forme d'impulsion est déplacé sur l'écran au moyen d'une tension continue réglable qui est mesurée avec précision, et qui est appliquée à la plaque correspondant au signal par l'intermédiaire d'une résistance de découplage convenable. Chaque partie de la forme d'onde à mesurer est déplacée jusqu'à une ligne de référence en réglant la tension continue.

Les erreurs dues à la parallaxe doivent être réduites au minimum.

La bande passante, la linéarité en amplitude et en phase, du circuit de branchement doivent être convenables pour assurer que les mesures sont une représentation exacte, à la précision requise près, de la forme de l'impulsion.

Des précautions doivent être prises pour éviter que des troubles venant du modulateur, et d'autres parasites non désirés, affectent la précision de la mesure.

4. Mesures

4.1 *Courant cathodique de crête*

On peut utiliser pour la mesure la tension qui apparaît aux bornes d'une résistance non inductive de faible valeur placée entre la cathode du tube et la masse, ou bien un transformateur de courant d'impulsion.

4.2 *Vitesse moyenne de croissance du courant cathodique*

On peut utiliser pour la mesure la tension apparaissant aux bornes d'une résistance non inductive de faible valeur, placée entre la cathode du tube et la masse, ou bien un transformateur de courant d'impulsion.

4.3 *Vitesse de crête de croissance du courant anodique*

On peut utiliser pour la mesure la tension apparaissant aux bornes d'une auto-inductance placée dans la connexion anodique, qui est proportionnelle à di/dt .

Un exemple d'une telle auto-inductance est indiqué à la figure 12, page 31.

4.4 *Impulsion de grille à vide*

On peut la mesurer au contact de grille du support, le thyatron étant enlevé de son support, par l'une ou l'autre des méthodes données au paragraphe 4.8.

4.5 *Tension directe de crête de grille à vide*

On peut la mesurer au contact de grille du support, le thyatron étant enlevé de son support, par l'une ou l'autre des méthodes données au paragraphe 4.8.

4.6 *Tension inverse de crête de grille*

On la mesure au contact de grille par l'une ou l'autre des méthodes données au paragraphe 4.8.

3. **Pulse characteristic measurement requirements**

The pulse waveform of the characteristic is displayed on the screen of an oscilloscope.

The time sweep of the oscilloscope should be linear and repeated in synchronism with the modulator at the repetition frequency.

The shift method may be used for measurement. The whole waveform is shifted across the screen by means of a controlled d.c. voltage which is accurately measured, and which is applied to the signal plate through a suitable decoupling resistor. Each part of the waveform to be measured is shifted to a datum line by adjustment of the d.c. voltage.

Errors due to parallax should be minimized.

Bandwidth, phase and amplitude linearity of the connecting circuit shall be adequate to ensure that the measurements are a true representation, to the required accuracy, of the pulse waveform.

Precautions should be taken to avoid pick-up from the modulator and to prevent other unwanted interference affecting the accuracy of a measurement.

4. **Measurements**

4.1 *Peak cathode current*

The voltage developed across a low value non-inductive resistor between ground and the cathode of the tube or valve may be used for the measurement, or, alternatively, a pulse current transformer may be used.

4.2 *Average rate of rise of cathode current*

The voltage developed across a low value non-inductive resistor between ground and the cathode of the tube or valve may be used for the measurement or, alternatively, a pulse current transformer may be used.

4.3 *Peak rate of rise of anode current*

The voltage developed across a mutual inductor in the anode lead, and which is proportional to dl/dT , may be used for the measurement.

An example of such a mutual inductor is shown in Figure 12, page 31.

4.4 *Unloaded grid pulse*

This may be measured at the grid terminal, with the thyatron removed from its socket, by either of the methods given in Sub-clause 4.8.

4.5 *Peak forward unloaded grid voltage*

This may be measured at the grid terminal, with the thyatron removed from its socket, by either of the methods given in Sub-clause 4.8.

4.6 *Peak inverse grid voltage*

This is measured at the grid terminal by either of the methods given in Sub-clause 4.8.

4.7 *Tension instantanée de grille*

La tension instantanée de la grille par rapport à la cathode sera mesurée par la méthode B du paragraphe 4.8.

4.8 *Méthodes de mesure des tensions de grille et d'anode*

4.8.1 *Méthode A*

L'impulsion de tension sera examinée soit par branchement direct sur les plaques de déviation d'un oscilloscope, soit en interposant un diviseur de tension à compensation capacitive branché directement sur les plaques de déviation. (Voir figures 3 et 4, page 27.)

Lorsqu'on utilise le circuit indiqué à la figure 3, la procédure ci-après doit être suivie: aucune tension ou aucune impédance externe n'étant branchée au point A, le diviseur de tension P doit être réglé de façon telle que la lecture de tension sur le voltmètre V_1 soit zéro, c'est-à-dire que le bras réglable du diviseur de tension P est au potentiel de la terre, qui est utilisé comme niveau de référence. La tension à mesurer est alors appliquée au point A et le diviseur de tension P réglé de façon telle que l'amplitude du point de la forme d'onde à mesurer soit au niveau de référence.

La tension appliquée au point A par rapport à la terre est alors donnée par:

$$V_A = \frac{-R_1}{R_3} V_1$$

Lorsqu'on utilise le circuit de la figure 4, on applique une procédure semblable mais en plus, pour vérifier le réglage correct de P avant la mesure, sans tension ou sans impédance externe branchée en A, le circuit est débranché au point B et le conducteur coaxial est relié au point C. Lorsqu'une tension est appliquée au point A, il ne doit pas y avoir de déplacement ou de déconcentration de la trace.

Après cette vérification, la tension au point A est supprimée et la ligne coaxiale rebranchée au point B. La mesure est alors faite pour le circuit de la figure 3. Dans ce cas, le potentiel du point A par rapport à la terre est donné par:

$$V_A = \frac{-R_1}{R_3} V_1 + V_2$$

4.8.2 *Méthode B*

On peut utiliser un voltmètre de crête à diode, branché avec la polarité appropriée. (Figures 13a, b, c et d, page 32.)

Note. — Lorsqu'on mesure la tension de grille par l'une ou l'autre des méthodes ci-dessus, la polarisation doit être réglée pour être égale à la polarisation de grille en charge ou, si c'est impossible, on doit tenir compte de toute différence de polarisation au moment de la mesure et pour les conditions de polarisation en charge.

4.9 *Vitesse moyenne de croissance de la tension de grille*

On peut utiliser la méthode A décrite au paragraphe 4.8.1.

4.10 *Vitesse de crête de croissance de la tension de grille*

On peut utiliser la méthode A décrite au paragraphe 4.8.1.

4.11 *Impédance directe de grille*

L'impédance des sources d'excitation de grille utilisant un modulateur de type à ligne avec commutation par semiconducteur ou par un tube à gaz, où l'impédance n'est pas fonction des conditions de fonctionnement de ce type de circuit, peut être mesurée soit par la méthode de court-circuit soit par la méthode de la résistance d'adaptation.

4.7 *Instantaneous grid voltage*

The instantaneous voltage at the grid with respect to cathode shall be measured by Method B in Sub-clause 4.8.

4.8 *Grid and anode voltage measuring methods*

4.8.1 *Method A*

The voltage pulse shall be viewed either by direct connection to the deflector plates of an oscilloscope or by interposing a capacitively compensated potential divider connected directly to the deflector plates. (See Figures 3 and 4, page 27).

When using the circuits as shown in Figure 3, the following procedure should be followed: with no voltage or external impedance connected to point A, the potential divider P should be adjusted so that the voltage reading on the voltmeter V_1 is zero, i.e. the moving arm of the potential divider P is at earth potential, which is used as the datum level. The voltage to be measured is then applied to point A and the potential divider P adjusted so that the amplitude of the point of the waveform to be measured is at the datum level.

The voltage applied to A with respect to earth is then given by:

$$V_A = \frac{-R_1}{R_3} V_1$$

When using the circuit in Figure 4, a similar procedure is followed but in addition, to check the correct setting of P prior to measurement, with no voltage or external impedance connected to A, the circuit is disconnected at point B and the co-axial line connected to point C. When a voltage is applied to point A, there should be no movement or defocusing of the trace.

After this check, the voltage at point A is removed and the co-axial line re-connected to point B. The measurement is then made as for the circuit in Figure 3. In this case, the potential at A with respect to earth is given by:

$$V_A = \frac{-R_1}{R_3} V_1 + V_2$$

4.8.2 *Method B*

A peak diode voltmeter connected for the appropriate polarity may be used. (Figures 13a, b, c and d, page 32.)

Note. — When measuring grid voltage by either of the above methods, the bias should be adjusted to equal the on-load grid bias, or if this is impracticable, due allowance should be made for any difference of bias at the time of the measurement and for the on-load grid bias condition.

4.9 *Average rate of rise of grid voltage*

Method A described in Sub-clause 4.8.1 may be used.

4.10 *Peak rate of rise of grid voltage*

Method A described in Sub-clause 4.8.1 may be used.

4.11 *Forward grid impedance*

The impedance of grid driving sources employing a line type modulator with a gas tube or valve or semiconductor switch, where the impedance is not a function of the operating conditions of this type of circuit, may be measured either by the short-circuit method or by the matching resistor method.

L'impédance des sources d'excitation de grille utilisant un tube à vide poussé, un amplificateur à charge cathodique ou un circuit similaire, où l'impédance est fonction des conditions de fonctionnement de ce type de circuit, est mesurée par la méthode de court-circuit seulement.

4.11.1 *Méthode de court-circuit*

Dans cette méthode, l'impédance directe de grille est le quotient de l'impulsion de grille à vide mesurée et du courant de court-circuit de l'impulsion d'amorçage de grille. Le courant de court-circuit est déterminé en observant la tension qui apparaît aux bornes d'une résistance non inductive en série avec le circuit de grille, la grille étant réunie à la cathode si aucune polarisation n'est utilisée, ou avec une diode à semiconducteur branchée entre grille et cathode si une polarisation négative est utilisée. La résistance peut faire partie du circuit normal, ou doit être de valeur telle qu'elle ne cause pas de modification sensible aux conditions de fonctionnement. La diode ne doit conduire que lorsque la tension sur la sortie de grille est positive par rapport à celle sur la sortie de cathode du thyatron, et son impédance dans cet état doit être de valeur telle qu'elle ne cause pas de modification sensible des conditions de fonctionnement.

4.11.2 *Méthode de la résistance d'adaptation*

L'impulsion de grille à vide est mesurée comme au paragraphe 4.8. Une résistance non inductive est branchée entre les sorties de grille et de cathode si aucune polarisation n'est utilisée. Une résistance non inductive en série avec une diode à semiconducteur est branchée entre les sorties de grille et de cathode si une polarisation négative est utilisée.

On répète alors la mesure comme pour l'impulsion de grille à vide, et la valeur de la résistance est modifiée jusqu'à ce que cette tension soit égale à la moitié de l'impulsion de grille à vide. La valeur de la résistance est alors égale à l'impédance de crête directe de grille. La diode doit être telle qu'elle conduise seulement lorsque la tension de la sortie de grille est positive par rapport à la tension de la sortie de cathode du thyatron, et son impédance dans cet état doit être une fraction négligeable de l'impédance de crête directe de grille.

4.12 *Fréquence de répétition des impulsions*

Cette mesure doit être faite avec la plus grande précision possible à cause de l'effet qu'elle a sur d'autres mesures associées et, lorsque l'on utilise des appareils auxiliaires, ils doivent être vérifiés par rapport aux étalons. Il est souhaitable que la fréquence de répétition des impulsions soit mesurée en utilisant les impulsions sur le thyatron, de préférence une tension dérivée des impulsions de courant anodique de crête (paragraphe 4.1). Lorsque ceci est impossible, une forme d'onde convenable dérivée d'un étage précédent du modulateur peut être utilisée pourvu que l'on démontre qu'elle est synchrone avec l'impulsion de courant anodique de crête.

L'une quelconque des méthodes suivantes peut être utilisée.

4.12.1 *Méthode A*

Les impulsions sont comptées à l'aide d'un compteur, par exemple un compteur à décade et la durée mesurée avec un chronomètre ou un dispositif compteur de temps piloté par un cristal.

La vitesse maximale de comptage du compteur doit dépasser la fréquence de répétition des impulsions et le compteur doit pouvoir enregistrer un nombre de coups correspondant à une durée qui peut être mesurée avec une bonne précision. L'amplitude et la durée de l'impulsion doivent être telles que le compteur fonctionne correctement et, en conséquence, il peut être nécessaire de prélever les impulsions correspondantes sur l'un des étages d'excitation du thyatron.

4.12.2 *Méthode B*

Les circuits d'excitation sont attaqués par un oscillateur étalonné.

The impedance of grid driving sources employing a high vacuum tube or valve, cathode follower, or similar circuit, where the impedance is a function of the operating conditions of this type of circuit, is measured by the short-circuit method only.

4.11.1 *Short-circuit method*

In this method, the forward grid impedance is the quotient of the measured unloaded grid pulse and the short-circuit current of the grid firing pulse. The short-circuit current is determined by observing the voltage developed across a non-inductive resistor in series with the grid circuit, with the grid shorted to the cathode if no bias is used, or with a semiconductor diode connected between grid and cathode if negative bias is used. The resistor may be part of the normal circuit, or should be of such a value as to cause negligible change to the operating conditions. The diode should only conduct when the voltage at the grid terminal is positive with respect to the thyatron cathode terminal, and its impedance in this state should be of such a value as to cause negligible change to the operating conditions.

4.11.2 *Matching resistor method*

The unloaded grid pulse is measured as in Sub-clause 4.8. A non-inductive resistor is connected between the grid and cathode terminals if no bias is used. A non-inductive resistor in series with a semiconductor diode is connected between grid and cathode terminals if negative bias is used.

The measurement as for unloaded grid pulse is then repeated, and the value of the resistor is altered until this voltage equals half the unloaded grid pulse. The value of the resistor at this point is equal to the peak forward grid impedance. The diode should be such that it only conducts when the voltage at the grid terminal is positive with respect to the thyatron cathode terminal, and its impedance in this state should be a negligible fraction of the peak forward grid impedance.

4.12 *Pulse repetition frequency*

This measurement should be made with the greatest possible accuracy in view of its effect on other associated measurements, and, where ancillary equipment is used, this should be checked against standards. It is desirable that the pulse repetition frequency be measured using the pulses at the thyatron, preferably using a voltage derived from the peak anode current pulses (Sub-clause 4.1). Where this cannot be done, a suitable waveform derived from an earlier stage of the modulator, which must be demonstrated to be synchronous with the peak anode current pulse, may be used.

Any of the following methods may be used.

4.12.1 *Method A*

The pulses are counted with a counter, e.g. a decade counter, and timed with a stop watch or a crystal controlled timing device.

The maximum counting rate of the counter should exceed the pulse repetition frequency and the counter should have a register which will hold a count corresponding to a period which can be timed with good accuracy. The pulse amplitude and duration shall be such as to make the counter operate properly and it may be necessary therefore to obtain pulses for this purpose from one of the thyatron driving stages.

4.12.2 *Method B*

The drive circuits are driven by a calibrated oscillator.

4.12.3 *Méthode C*

On mesure l'intervalle entre les impulsions successives à l'aide de la base de temps étalonnée d'un oscilloscope. La fréquence de l'onde d'étalonnage ne doit pas être inférieure à 25 fois la fréquence de répétition des impulsions, afin que l'interpolation visuelle puisse atteindre la précision requise.

4.12.4 *Méthode D*

Un oscillateur étalonné est branché sur les plaques X et Y d'un oscilloscope à travers des circuits déphaseurs afin qu'une figure de Lissajou elliptique apparaisse. (Aucune base de temps n'est nécessaire et elle doit être débranchée des plaques X pour la mesure.) Le signal en impulsions est injecté sur les plaques Y, et l'on verra que ce signal d'impulsions tourne autour de la figure de Lissajou. Si la fréquence de l'oscillateur est réglée pour être égale à la fréquence de répétition des impulsions, ou à tout multiple entier de cette fréquence, le signal en impulsions deviendra stationnaire. Si la fréquence de l'oscillateur est réglée à la moitié de la fréquence de répétition des impulsions, on aura alors deux impulsions stationnaires placées symétriquement par rapport à la figure de Lissajou. De même pour des sous-multiples entiers de la fréquence de répétition des impulsions, le même nombre entier d'impulsions stationnaires apparaîtra. Cette méthode peut donner une très grande précision.

4.13 *Fréquence de répétition des impulsions à la résonance*

Le modulateur est réglé pour fonctionner à la fréquence des impulsions à la résonance, par l'une des méthodes suivantes, et cette fréquence est alors mesurée comme au paragraphe 4.12.

4.13.1 *Méthode A1*

Cette méthode est à utiliser avec un circuit de charge en continu avec une diode de charge. Le courant de charge est observé sur un oscilloscope, de préférence sous forme de tension apparaissant aux bornes d'une résistance non inductive placée en série entre le retour de la source d'alimentation normalement branché à la masse et la masse.

Le courant de charge apparaît comme une série de lobes d'impulsions espacés également pour des fréquences au-dessus de la résonance, et comme une série de lobes qui se recouvrent pour la fréquence de résonance et les fréquences supérieures (figures 5 et 6, page 28). La fréquence de résonance est la fréquence pour laquelle les lobes sont juste adjacents.

4.13.2 *Méthode A2*

Cette méthode est à utiliser avec un circuit de charge en courant continu sans diode de charge. Le courant de charge est observé sous forme de tension apparaissant aux bornes d'une résistance non inductive placée en série entre le retour de la source d'alimentation normalement branché à la masse et la masse. On applique directement cette tension sur un oscilloscope permettant d'observer les tensions continues. La forme d'onde de charge pour des fréquences supérieures à la moitié de la fréquence de résonance est une série de lobes adjacents et la valeur instantanée du courant à l'extrémité de chaque pointe est zéro lorsque la fréquence est égale à la fréquence de résonance (figures 5 et 7, page 28). Ainsi l'extrémité de la jonction doit se trouver sur le niveau de tension zéro par rapport à la masse, lorsqu'on regarde sur l'oscilloscope branché pour les tensions continues, à la fréquence de résonance. La valeur approximative de la fréquence de résonance peut alors être obtenue par calcul ou par des essais préliminaires avec de faibles tensions.

4.12.3 *Method C*

The interval between successive pulses is measured using the calibrated time base of an oscilloscope. The frequency of the calibration waveform should be not less than 25 times the pulse repetition frequency so that the visual interpolation meets the required accuracy.

4.12.4 *Method D*

A calibrated oscillator is connected to the X and Y plates of an oscilloscope through phase shifting circuits so that an elliptical Lissajous figure is displayed. (No time base is required and this should be disconnected from the X plates for the measurement.) The pulse signal is injected into the Y plates, when it will be observed that this pulse signal rotates around the Lissajous figure. If the frequency of the oscillator is adjusted to the pulse repetition frequency, or any integral multiple of the pulse repetition frequency, the pulse signal will become stationary. If the oscillator frequency is adjusted to one half of the pulse repetition frequency, then two stationary pulses, symmetrically spaced round the Lissajous figure, are displayed. Similarly, for integral sub-multiples of the pulse repetition frequency, the same integral number of stationary pulses will be displayed. This method is capable of great accuracy.

4.13 *Pulse repetition resonant frequency*

The modulator is adjusted to run at the pulse resonant frequency by any of the following methods and this frequency is then measured as in Sub-clause 4.12.

4.13.1 *Method A1*

This method is for use with a d.c. charging circuit with a charging diode. The charging current is observed on an oscilloscope, preferably as the voltage developed across a non-inductive resistor inserted in series between the normally connected power supply return and ground.

The charging current appears as a series of equally spaced lobes for frequencies below resonance, and as a series of lobes joined at cusps for the resonant frequency and frequencies above (Figures 5 and 6, page 28). The resonant frequency is that frequency at which the lobes just join with a sharp cusp.

4.13.2 *Method A2*

This method is for use with a d.c. charging circuit without a charging diode. The charging current is observed as the voltage developed across a non-inductive resistor inserted in series between the normally connected power supply return and ground. This voltage is applied by direct connection to an oscilloscope suitable for observation of d.c. voltages. The charging waveform for frequencies above half the resonant frequency appears as a series of lobes joined at cusps and the instantaneous value of the current at the tip of each cusp is zero when the frequency is at the resonant value. (Figures 5 and 7, page 28.) Thus the tip of the cusp must be on the zero voltage level with respect to ground as viewed on the d.c. connected oscilloscope, at the resonant frequency. The approximate value of the resonant frequency for this purpose may be obtained by calculation, or by a preliminary run with low voltages.

4.13.3 *Méthode B*

La forme d'onde de la tension de charge est observée sur un oscilloscope en utilisant un diviseur à résistances compensé par capacité, d'un rapport convenable. On fait varier la fréquence de répétition jusqu'à ce que la décharge du thyatron amène la forme d'onde à disparaître pour sa valeur maximale (figures 8 et 9, page 29). La valeur approximative de la fréquence est obtenue par calcul ou par un essai préliminaire avec de faibles tensions.

4.14 *Courant anodique moyen*

Le courant anodique moyen est mesuré avec un ampèremètre à bobine mobile placé dans la connexion de cathode du thyatron. L'appareil de mesure est shunté par un condensateur non électrolytique de bonne qualité, de valeur suffisamment grande, avec en parallèle un condensateur de faible valeur et de bonne qualité pour réduire les possibilités de tension excessive. L'appareil de mesure ne doit pas avoir de shunt conducteur car le comportement d'un appareil shunté, lorsque les courants qui le traversent varient avec le temps, n'est pas le même que pour les courants continus.

4.15 *Tension de polarisation de grille à vide*

On la mesure avec un voltmètre à haute résistance ou par l'une des méthodes décrites au paragraphe 4.8 ou 4.16.

4.16 *Tension de polarisation de grille en charge*

On la mesure sur la grille avec une résistance non inductive de forte valeur par rapport à la résistance en continu entre grille et cathode, en série avec un ampèremètre sensible à bobine mobile. L'appareil de mesure est shunté par des condensateurs et ne doit pas avoir de shunt conducteur.

4.17 *Tension anodique directe de crête*

On peut la mesurer par l'une ou l'autre des méthodes décrites au paragraphe 4.8.

4.18 *Tension anodique critique pour la conduction*

On peut la mesurer avec un voltmètre continu.

4.19 *Tension anodique inverse de crête*

On peut la mesurer par l'une des méthodes décrites au paragraphe 4.8.

4.20 *Durée de la tension anodique négative*

On peut la mesurer par la méthode décrite au paragraphe 4.8.1.

4.21 *Durée d'amorçage de grille*

L'impulsion de tension sur la grille est observée sur un oscilloscope soit par connexion directe soit à l'aide d'un diviseur de tension. L'amorçage de l'espace de grille charge le circuit et diminue la tension, d'abord vers le flanc arrière de l'impulsion puis de plus en plus près du flanc avant suivant le nombre d'impulsions successives, jusqu'à ce qu'un état d'équilibre représenté à la figure 10, page 29, soit atteint. On mesure la durée précédant l'utilisation de la première diminution à l'aide d'un chronomètre ou d'un compteur d'impulsions si le temps est très court.

4.13.3 *Method B*

The voltage charging waveform is displayed on an oscilloscope using a capacitatively compensated resistance divider of suitable ratio. The repetition frequency should be varied until the thyatron discharge causes the waveform to collapse at its maximum value (Figures 8 and 9, page 29.) The approximate value of the resonant frequency may be obtained by calculation, or by a preliminary run with low voltages.

4.14 *Average anode current*

The average anode current is measured with a moving coil ammeter in the cathode lead of the thyatron. The meter is shunted with an adequately large high-grade non-electrolytic capacitor with a small value high-grade capacitor in parallel to reduce the possibility of excessive voltages. The meter should not have conductive shunts because the behaviour of a shunted meter when passing time varying currents is not the same as its behaviour for direct currents.

4.15 *Unloaded grid bias voltage*

This is measured with a high resistance voltmeter or by one of the methods described in Sub-clause 4.8 or 4.16.

4.16 *On-load grid bias voltage*

This is measured at the grid with a non-inductive resistor, of value high compared to the d.c. resistance between grid and cathode, in series with a sensitive moving coil ammeter. The meter is shunted with capacitors and must not have conductive shunts.

4.17 *Peak forward anode voltage*

This may be measured by either method described in Sub-clause 4.8.

4.18 *Critical anode voltage for conduction*

This may be measured by a d.c. voltmeter.

4.19 *Peak inverse anode voltage*

This may be measured by either method described in Sub-clause 4.8.

4.20 *Anode negative voltage time*

This may be measured by the method described in Sub-clause 4.8.1.

4.21 *Grid firing time*

The voltage pulse at the grid is displayed on an oscilloscope either by direct connection or by means of a voltage divider. The ignition of the grid gap loads the grid circuit and depresses the voltage, initially at the back end of the pulse and then nearer to the front end with successive pulses, until the steady state depicted in Figure 10, page 29, is reached. The time for the initial depression to appear is measured with a stop watch, or with a pulse counter if the time is very short.

4.22 *Retard d'amorçage d'anode*

L'impulsion de tension sur la grille est observée sur un oscilloscope soit par connexion directe soit à l'aide d'un diviseur de tension.

L'instant où la conduction d'anode se produit est marqué sur l'onde de grille par une perturbation aiguë qui est indiquée sur la figure 2, page 26. L'intervalle de temps entre le flanc avant de cette onde et le niveau à 26 % sur le flanc avant de la forme d'onde de grille à vide est mesuré. On peut aussi mesurer l'intervalle de temps entre le niveau requis du front avant de la forme d'onde de grille et le niveau à 26 % sur la forme du courant anodique de crête, ou bien la valeur maximale de la vitesse de crête de croissance du courant anodique.

4.23 *Dérive du retard d'amorçage d'anode*

Le retard d'amorçage d'anode est mesuré comme au paragraphe 4.22 à des intervalles de temps spécifiés, pendant le fonctionnement du thyatron. La différence maximale entre deux mesures quelconques est la dérive du retard d'amorçage d'anode.

4.24 *Indécision de temps*

On doit indiquer une limite maximale de l'indécision de temps dans des conditions spécifiées. Un oscilloscope à échantillonnage, ou un autre oscilloscope capable de séparer moins de 10 % de la valeur maximale indiquée de l'indécision de temps, où 0,1 ns si cette valeur est supérieure, doit être utilisé. On synchronise l'oscilloscope sur le flanc avant de l'impulsion de grille à vide, au niveau 10 % et l'indécision sur le flanc avant de l'impulsion de grille à vide est observée. Cette indécision ne doit pas dépasser 20 % de l'indécision de temps maximale indiquée ou 0,2 ns lorsque la limite maximale de l'indécision de temps est inférieure ou égale à 1 ns. On observe sur l'oscilloscope la partie recommandée de l'une des quatre formes d'ondes indiquées ci-dessous. Le taux de répétition des impulsions du modulateur doit être un peu modifié pour s'assurer que l'indécision, qui est synchrone avec des multiples de la fréquence d'alimentation, est observée et comprise dans la mesure. Les formes d'ondes qui peuvent être utilisées sont données à la figure 11, page 30.

4.24.1 *Parties des formes d'ondes recommandées pour observation*

- a) Une partie sur le flanc avant de l'impulsion de courant anodique de crête.
- b) La partie à plus forte pente de la vitesse de crête de croissance de l'impulsion de courant anodique.
- c) Une partie à forte pente sur le flanc avant de la perturbation de la forme d'onde de tension de grille correspondant à la conduction d'anode (comme utilisé pour le retard d'amorçage d'anode).
- d) Une partie à forte pente sur le flanc avant d'une forme d'onde correspondant à la valeur instantanée de la vitesse de décroissance de la tension anodique, obtenu par un différenciateur branché à l'anode.

4.25 *Temps de recouvrement*

Le temps de recouvrement sera mesuré à une valeur spécifiée du courant anodique de crête, de la vitesse de décroissance du courant anodique, de la tension de polarisation de grille, et de l'impédance de recouvrement. On doit aussi spécifier la durée de l'impulsion de courant anodique de crête et le taux de répétition des impulsions. On appliquera sur l'anode une impulsion de tension spécifiée à des intervalles connus, que l'on peut faire varier à partir de la cessation du courant anodique de crête. Le temps de croissance de cette impulsion doit être tel que les tensions induites sur la grille par l'intermédiaire de la capacité anode-grille soient inférieures à 5 % de la tension de polarisation de grille. L'intervalle après la conduction sera modifié jusqu'à ce que l'impulsion ne parvienne plus à réamorcer le thyatron. Cet intervalle est le temps de recouvrement.

4.22 *Anode delay time*

The voltage pulse at the grid is displayed on an oscilloscope, either by direct connection or by means of a voltage divider.

The instant of anode conduction is marked on the grid waveform by a sharp perturbation as depicted in Figure 2, page 26. The time interval between the front edge of this waveform and the 26% level on the front edge of the unloaded grid waveform is measured. Alternatively, the time interval between the required level on the front edge of the grid waveform and the 26% level on the peak anode current waveform or the maximum of the peak rate of rise of anode current waveform may be measured.

4.23 *Anode delay time drift*

The anode delay time is measured as in Sub-clause 4.22 at specified intervals during the operation of the thyratron. The maximum difference between any two measurements is the anode delay time drift.

4.24 *Time jitter*

A maximum time jitter limit under specified conditions should be stated. A sampling oscilloscope, or other oscilloscope which is capable of resolving either to less than 10% of the stated maximum time jitter, or to 0.1 ns whichever is the greater, should be used. The oscilloscope is synchronized to the leading edge of the unloaded grid pulse at the 10% level and the jitter of the leading edge of the unloaded grid pulse is observed. This should not exceed 20% of the stated maximum time jitter, or 0.2 ns when the maximum time jitter limit is 1 ns or less. The recommended part of one of the four waveforms listed below is observed on the oscilloscope. The pulse repetition rate of the modulator must be varied a little to ensure that jitter which is synchronous with multiples of the power supply frequency is observed and included in the measurement. Waveshapes which may be used are given in Figure 11, page 30.

4.24.1 *Recommended parts of waveforms for observation*

- a) A part of the front edge of the peak anode current pulse.
- b) The steepest part of the peak rate of rise of anode current pulse.
- c) A steep part of the front edge of the perturbation on the grid voltage waveform corresponding to anode conducting (as used for anode delay time).
- d) A steep part on the front edge of the instantaneous rate of fall of anode voltage waveform obtained from a differentiator connected to the anode.

4.25 *Recovery time*

Recovery time shall be measured at specified peak anode current, rate of fall of anode current, grid bias voltage, and recovery impedance. The peak anode current pulse duration and the pulse repetition rate shall also be specified. The anode shall have a specified voltage pulse applied to it at known intervals, which can be varied, after the cessation of the peak anode current pulse. The rise time of this pulse should be such that voltages induced on the grid through the anode-grid capacity are less than 5% of the grid bias voltage. The interval after conduction should be varied until the pulse just fails to re-fire the thyratron. This interval is the recovery time.

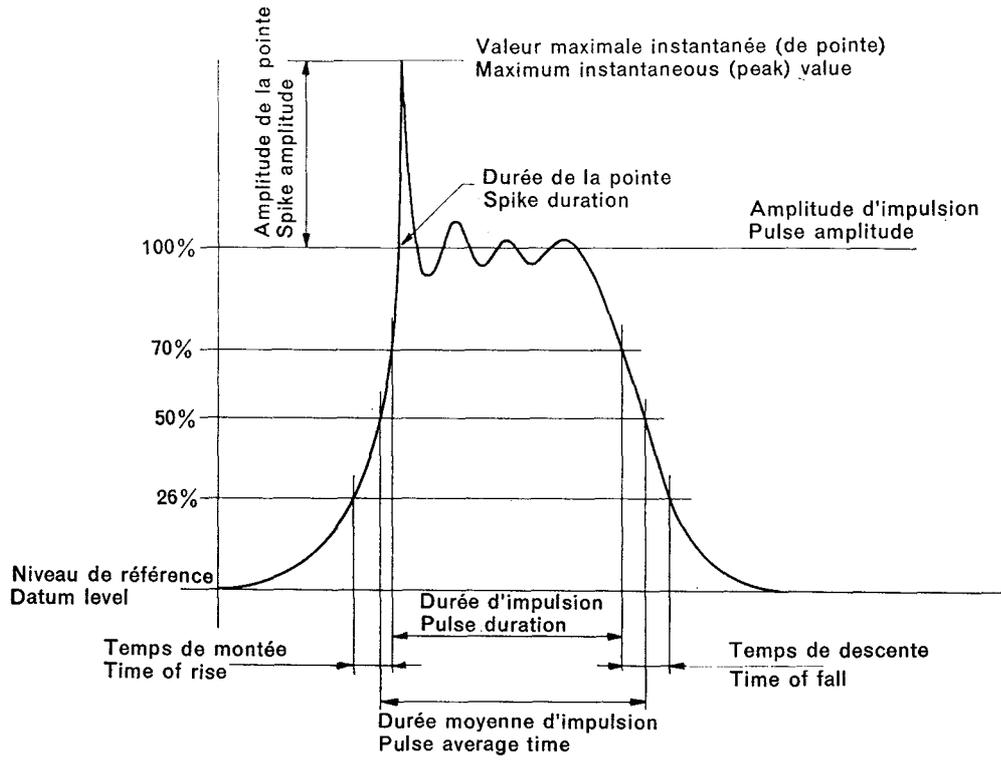


FIG. 1. — Caractéristiques de l'impulsion.
Pulse characteristics.

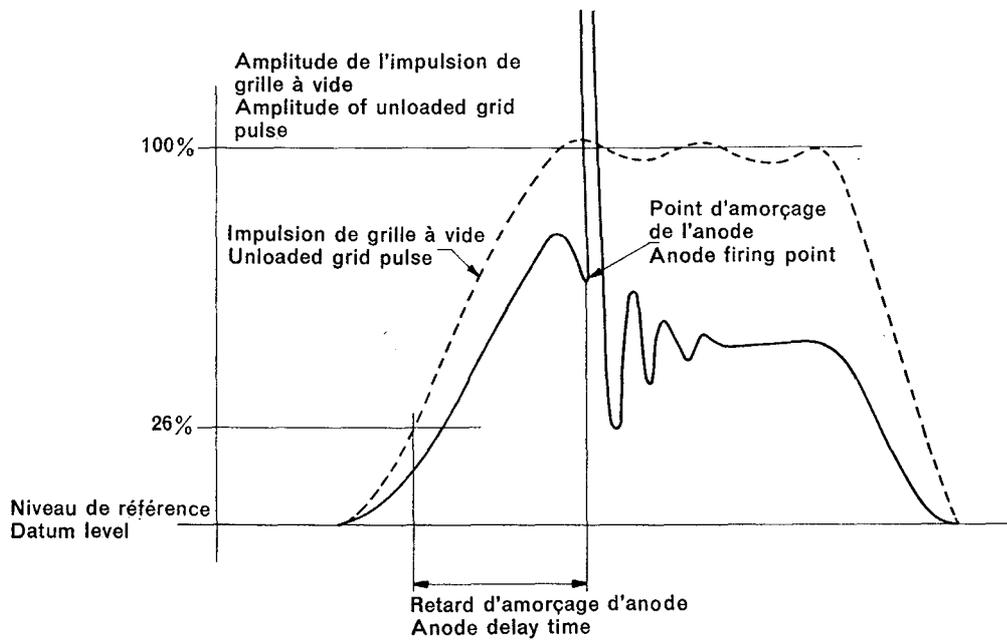


FIG. 2. — Impulsion de grille, l'anode conduisant.
Grid pulse, anode conducting.

Méthodes préférées de mesure des hautes tensions à l'aide d'un diviseur résistif à compensation capacitive
Preferred methods of measurement of high voltages using capacitance compensated resistance divider

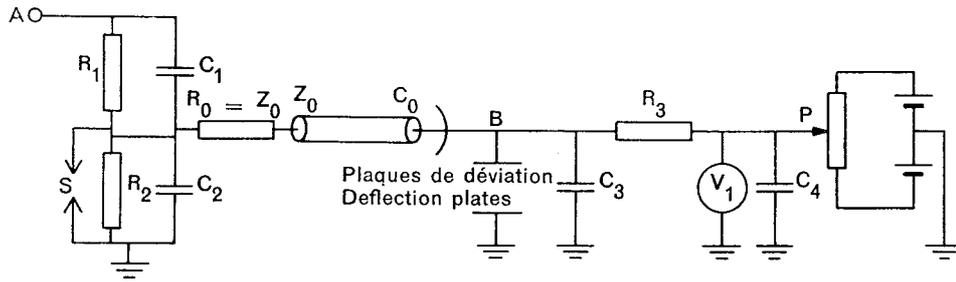


FIG. 3. — Une plaque de déviation à la masse.
One deflection plate grounded.

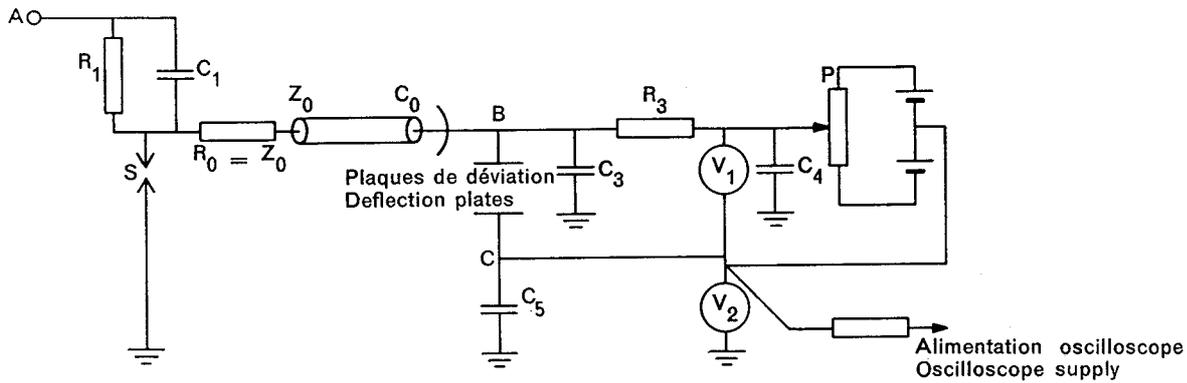


FIG. 4. — Plaques à des potentiels différents de celui de la masse.
Deflection plates at potentials remote from ground.

Notes 1. — $R_0 < R_3$, $C_4 > C_3$, $C_5 > C_3$, $R_3 (C_3 + C_0) = R_2 C_2 = R_1 C_1$
ou:
 $R_3 (C_3 - C_0) = R_2 C_2 = R_1' C_1' *$
(Dans la figure 4, R_2 est infinie et C_2 est nulle).

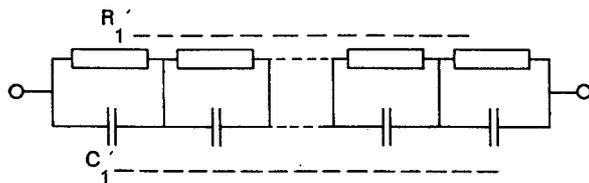
2. — Le temps de transit du câble coaxial doit être inférieur à la durée d'un détail significatif de la forme d'onde étudiée.
3. — V_1 = voltmètre de précision. V_2 = voltmètre électrostatique.
4. — S = éclateur convenable ou autre dispositif contre les surtensions prévu comme sécurité.

Notes 1. — $R_0 < R_3$, $C_4 > C_3$, $C_5 > C_3$, $R_3 (C_3 + C_0) = R_2 C_2 = R_1 C_1$
alternatively:
 $R_3 (C_3 - C_0) = R_2 C_2 = R_1' C_1' *$
(In Figure 4, R_2 is infinite and C_2 is zero).

2. — Coaxial cable transit time to be less than time duration of significant detail of waveform under examination.
3. — V_1 = high grade voltmeter. V_2 = electrostatic voltmeter.
4. — S = suitable spark gap or other low impedance overvolt device fitted for safety.

* $R_1 C_1$ peut être remplacé par n sections comportant chacune en parallèle $R_1' = \frac{R_1}{n}$; $C_1' = nC_1$, ces sections étant branchées en série, comme ci-contre.

* $R_1 C_1$ may be replaced by n shunt sections $R_1' = \frac{R_1}{n}$; $C_1' = nC_1$, connected in series.



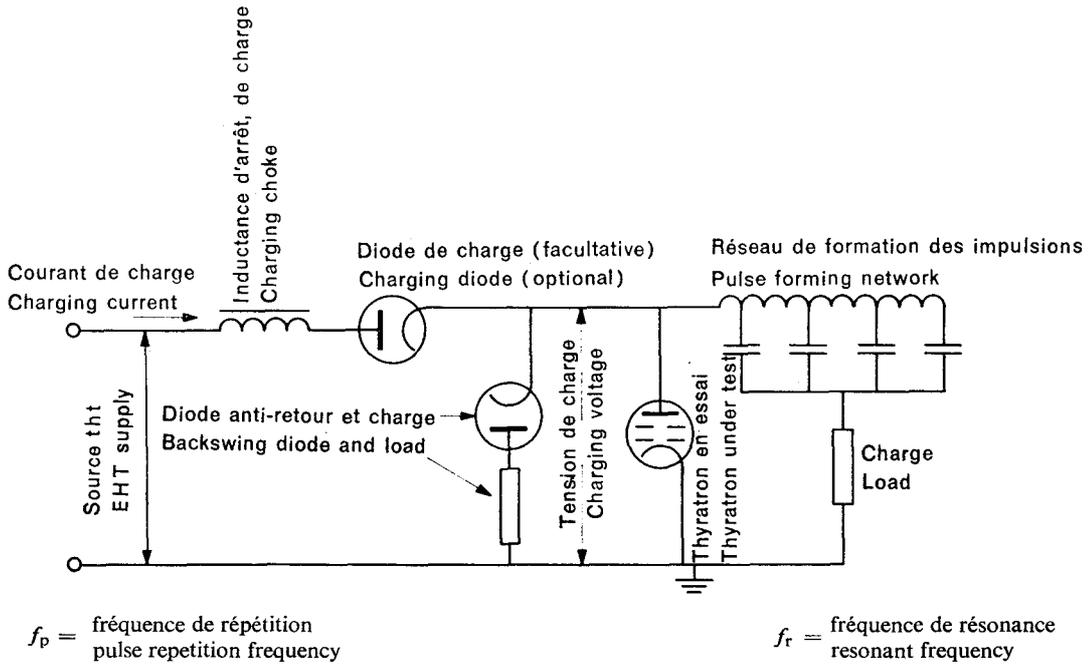


FIG. 5. — Circuit de charge en courant continu.
 D.C. charging circuit.

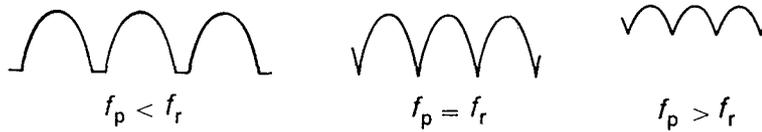


FIG. 6. — Formes du courant de charge, avec diode de charge.
 Charging current waveforms with charging diode.

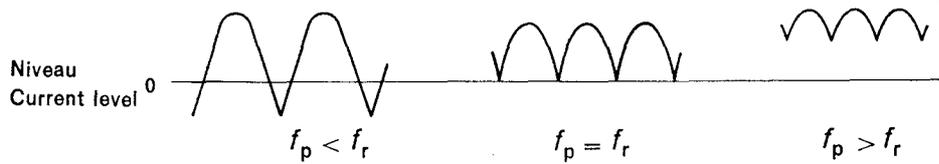


FIG. 7. — Formes du courant de charge, sans diode de charge.
 Charging current waveforms without charging diode.

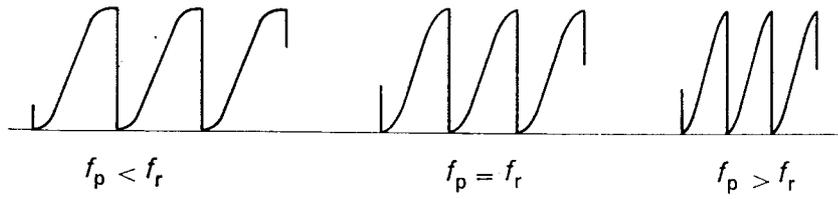


FIG. 8. — Formes de la tension de charge, avec diode de charge.
Charging voltage waveforms with charging diode.

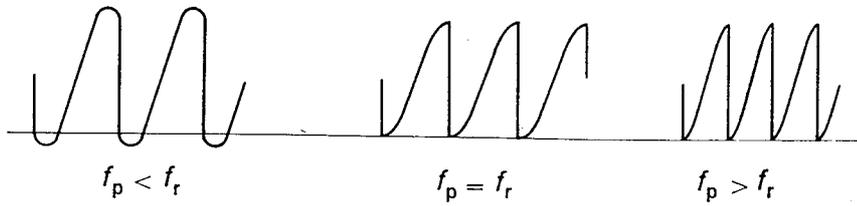


FIG. 9. — Formes de la tension de charge, sans diode de charge.
Charging voltage waveforms without charging diode.

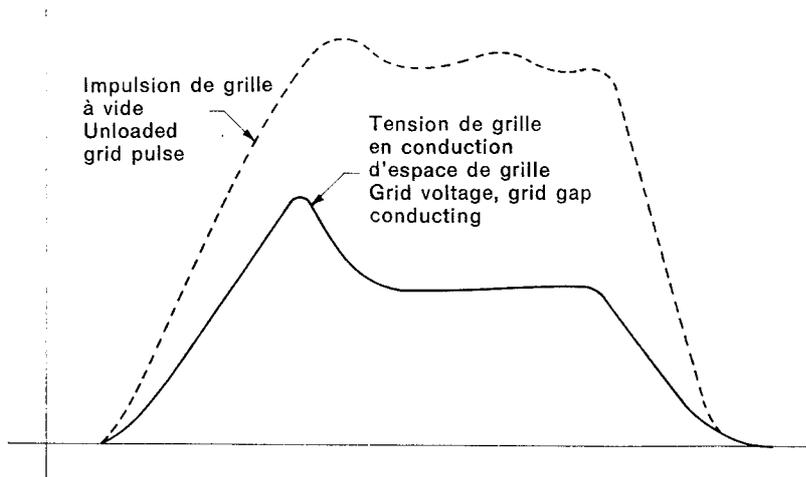


FIG. 10. — Impulsion de grille en conduction d'espace de grille.
Grid pulse, grid gap conducting.

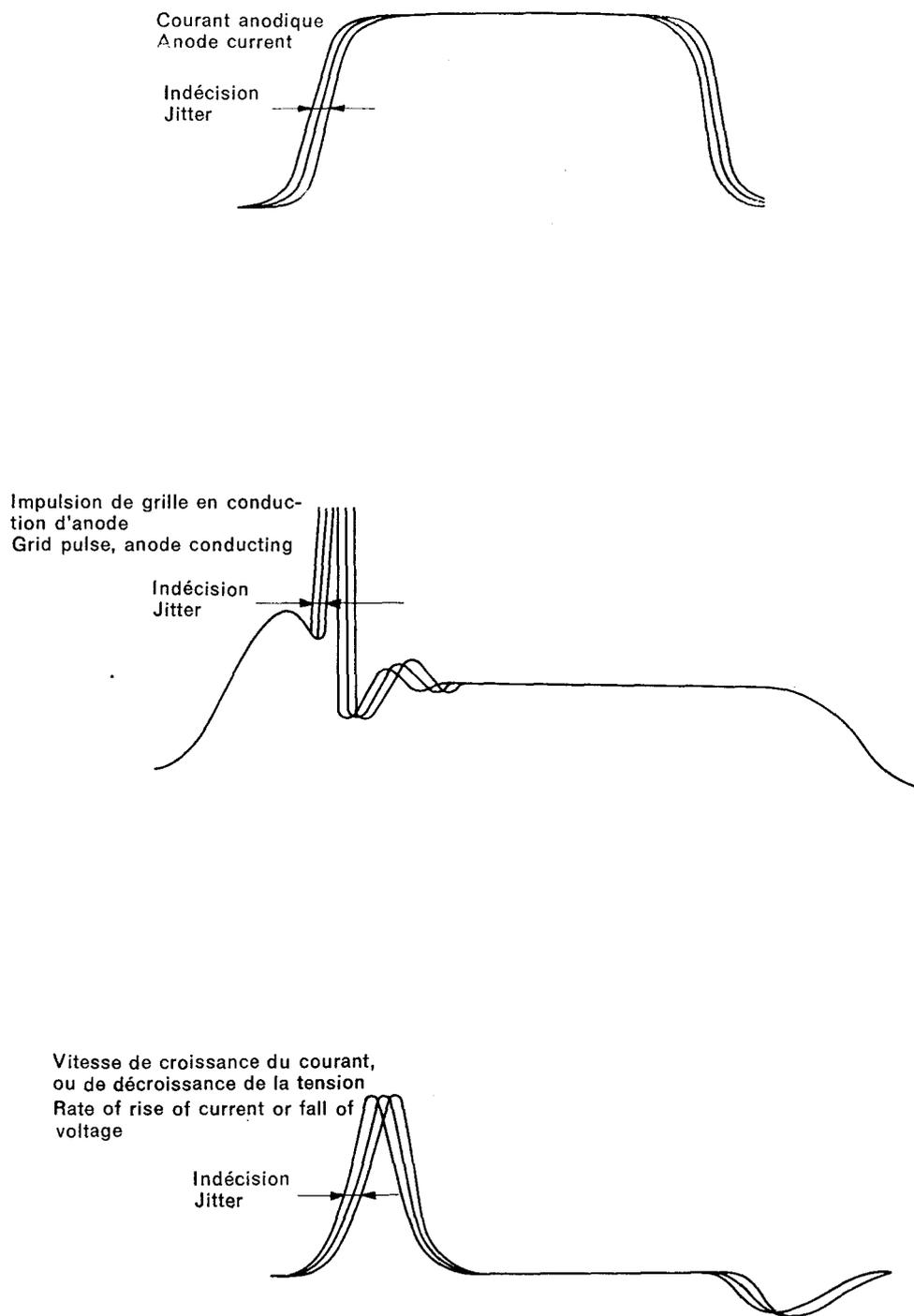
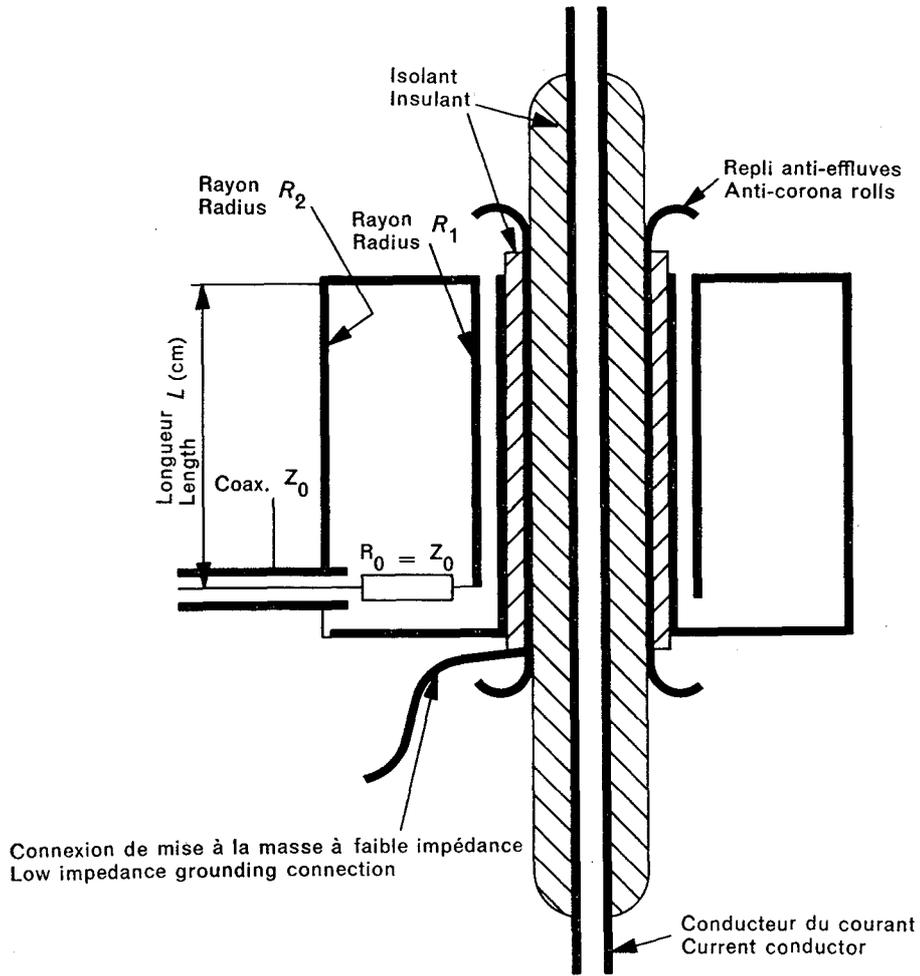


FIG. 11. — Formes d'ondes pour la mesure d'indécision.
Waveforms for jitter measurement.



$$\begin{aligned} \text{Inductance mutuelle} &= 2 L \log_e \frac{R_2}{R_1} \text{ cm} = 4.6 \times 10^{-3} L \log_{10} \frac{R_2}{R_1} \text{ henry} \\ \text{Mutual inductance} & \end{aligned}$$

FIG. 12. — Inductance mutuelle coaxiale.
Coaxial mutual inductor.

Méthode préférée du voltmètre de crête à diode pour la mesure des fortes tensions de crête
Preferred peak diode voltmeter method for measurement of high peak voltages

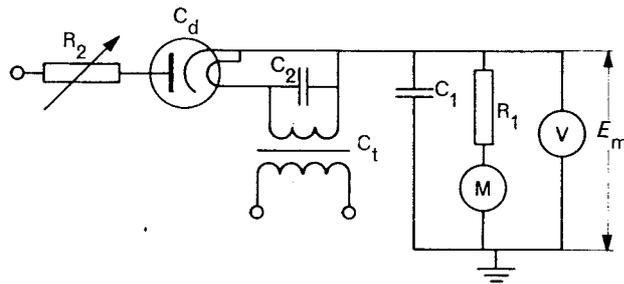


FIG. 13a. — Avec diode thermoélectronique, pour tensions positives.
With thermionic diode, for positive voltages.

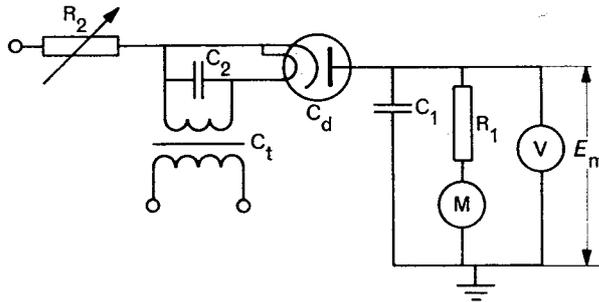


FIG. 13b. — Avec diode thermoélectronique, pour tensions négatives.
With thermionic diode, for negative voltages.

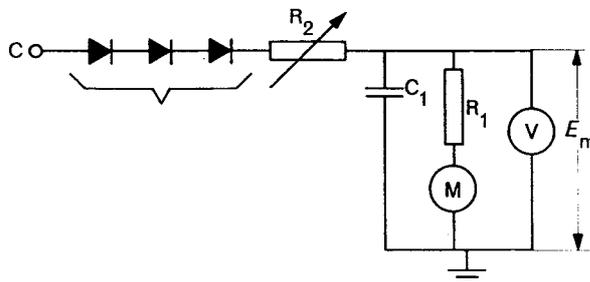


FIG. 13c. — Avec chaîne de diodes à semiconducteur, pour tensions positives.
With semiconductor diode string, for positive voltages.

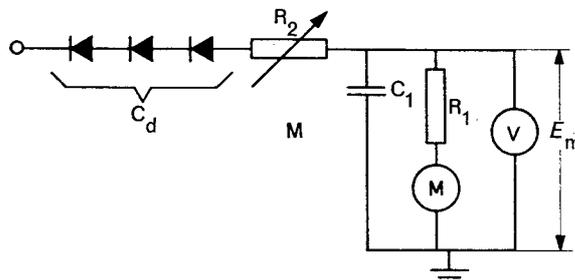


FIG. 13d. — Avec chaîne de diodes à semiconducteur, pour tensions négatives.
With semiconductor diode string, for negative voltages.

Note. — La tension E_m peut être obtenue soit par le produit de R_1 par le courant traversant l'appareil M, soit directement par le voltmètre électrostatique V.
The voltage E_m can be obtained from the current through meter M times R_1 , or directly by electrostatic voltmeter V.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 31.100
