

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

C.I.S.P.R.

Publication 1

Deuxième édition — Second edition

1972

**Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R.
pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz**

**Specification for C.I.S.P.R. radio interference
measuring apparatus for the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

STANDARDSISO.COM :: Click to view the full PDF of ISO/SPR 1:1972

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

C.I.S.P.R.

Publication 1

Deuxième édition — Second edition

1972

**Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R.
pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz**

**Specification for C.I.S.P.R. radio interference
measuring apparatus for the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	4
SPÉCIFICATION	
OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	8
I ^{re} PARTIE – RÉCEPTEUR DE MESURE	
Paragraphe	
1.1 Caractéristiques fondamentales	8
1.2 Réponse normale du récepteur aux impulsions	10
1.3 Sélectivité	10
1.4 Limitation des effets d'intermodulation	12
1.5 Limitation du bruit de fond	12
1.6 Blindage	12
1.7 Précision de l'appareil de mesure	12
II ^e PARTIE – MESURE DES TENSIONS PERTURBATRICES	
2.1 Réseaux fictifs	14
2.2 Mesure des tensions perturbatrices	16
III ^e PARTIE – MESURE DU RAYONNEMENT PERTURBATEUR	
3.1 Généralités	20
3.2 Type de l'aérien	22
3.3 Distance de mesure	22
3.4 Disposition des appareils et de leur connexion au réseau	22
IV ^e PARTIE – MÉTHODES DE MESURE DE DIFFÉRENTS TYPES DE SOURCES PERTURBATRICES	
4.1 Appareils pour usages domestiques (récepteurs de radiodiffusion et de télévision exclus)	24
4.2 Récepteurs de radiodiffusion et de télévision	24
4.3 Equipements industriels, scientifiques et médicaux à fréquence radioélectrique	24
4.4 Réseaux de transmission d'énergie à haute tension	30
ANNEXE A – Définitions et méthodes de mesure des caractéristiques fondamentales du récepteur	38
ANNEXE B – Détermination de la courbe de réponse aux impulsions répétées	42
ANNEXE C – Détermination du spectre d'un générateur d'impulsions	46
ANNEXE D – Réseaux fictifs	48
ANNEXE E – Influence de la mise à la terre d'un appareil perturbateur	52
ANNEXE F – Calcul du gradient de potentiel à la surface du conducteur	54
FIGURES	58—68

CONTENTS

	Page
PREFACE	5
INTRODUCTION	5
SPECIFICATION	
SCOPE	9
PART I – MEASURING SET	
Sub-clause	
1.1 Fundamental characteristics	9
1.2 Normal response of receiver to pulses	11
1.3 Selectivity	11
1.4 Limitation of intermodulation effects	13
1.5 Limitation of background noise	13
1.6 Screening	13
1.7 Accuracy of measuring apparatus.	13
PART II – MEASUREMENT OF RADIO-NOISE VOLTAGES	
2.1 Artificial-mains networks	15
2.2 Measurement of radio-noise voltages	17
PART III – MEASUREMENT OF RADIATED RADIO NOISE	
3.1 General	21
3.2 Type of aerial	23
3.3 Distances of measurement	23
3.4 Disposition of appliances and their connection to the mains	23
PART IV – METHODS OF MEASUREMENT OF VARIOUS TYPES OF INTERFERENCE-PRODUCING APPARATUS	
4.1 Domestic appliances (excluding radio and television receivers)	25
4.2 Radio and television receivers	25
4.3 Industrial, scientific and medical radio-frequency equipment	25
4.4 High-voltage transmission systems	31
APPENDIX A – Definitions and methods of measuring the fundamental characteristics of the receiver	39
APPENDIX B – Determination of response to repeated pulses	43
APPENDIX C – Determination of pulse generator spectrum	47
APPENDIX D – Artificial-mains networks	49
APPENDIX E – Influence of earthing of interference producing appliance	53
APPENDIX F – Calculation of the voltage gradient at the conductor surface	55
FIGURES	58—68

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION DE L'APPAREILLAGE DE MESURE C.I.S.P.R.
POUR LES FRÉQUENCES COMPRISES ENTRE 0,15 MHz ET 30 MHz**

PRÉFACE

Cette deuxième édition contient, sans changement, le complément et les modifications suivantes à la première édition: Complément 1A (1966), Modification N° 1 (1967) et Modification N° 2 (1969).

Les publications 1 et 2 du C.I.S.P.R. contiennent les spécifications de l'appareillage de mesure pour les fréquences allant de 0,15 MHz à 30 MHz et pour les fréquences comprises entre 25 MHz et 300 MHz. Il est recommandé dans le cas des mesures sur les appareils industriels, scientifiques et médicaux dans la bande de fréquence de 25 MHz à 30 MHz d'utiliser uniquement l'appareillage de mesure pour la bande de fréquence de 0,15 MHz à 30 MHz.

Les spécifications des paragraphes 4.3 et 4.4 ne s'appliquent pas aux soudeuses à arc excitées par h.f. On espère que cette lacune pourra être comblée lors d'une révision ultérieure.

INTRODUCTION

Idées directrices de la méthode C.I.S.P.R.

Le but de la méthode de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz est de fournir une valeur objective d'une perturbation qui soit significative pour l'appréciation de son degré de gêne pour une réception radiophonique.

La plupart des perturbations se présentent sous la forme d'impulsions répétées. Au début des études du C.I.S.P.R., on était arrivé à la conclusion qu'un appareil utilisant un voltmètre de quasi-crête fournissait la réponse la plus adéquate pour ce type de perturbation. Des travaux ultérieurs tendent à montrer qu'un voltmètre indiquant la valeur efficace pourrait conduire à une précision accrue, mais le voltmètre de quasi-crête a été toutefois retenu pour les raisons suivantes:

- 1) la variation de son indication avec la fréquence de répétition des impulsions s'accorde raisonnablement bien avec celle d'un voltmètre de valeur efficace dans la gamme des fréquences audibles;
- 2) une large expérience pratique s'étendant sur plusieurs années a été acquise avec un tel type d'instrument;
- 3) il existe déjà un grand nombre de récepteurs de mesure équipés d'un tel voltmètre.

La présente spécification ne prescrit en conséquence que ce seul type de voltmètre.

Il résulte du caractère habituel des perturbations que la meilleure appréciation de la qualité d'un récepteur de mesure de perturbations sera fournie par sa réponse à des impulsions brèves de niveau ajustable mais constant et de fréquence de répétition pouvant varier depuis l'impulsion isolée jusqu'à une valeur élevée. Selon l'usage traditionnel, cette réponse sera évaluée en fonction de la valeur efficace d'une tension sinusoïdale non modulée (ou d'un champ sinusoïdal non modulé) agissant à l'entrée d'un récepteur dans les mêmes conditions que la source d'impulsions et produisant la même élévation de l'appareil de mesure.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION FOR C.I.S.P.R. RADIO INTERFERENCE MEASURING
APPARATUS FOR THE FREQUENCY RANGE 0.15 MHz TO 30 MHz**

PREFACE

This second edition incorporates without change, the following supplement and amendments to the first edition: Supplement 1A (1966), Amendment No. 1 (1967) and Amendment No. 2 (1969).

C.I.S.P.R. Publications 1 and 2 specify measuring sets for the frequency ranges 0.15 MHz to 30 MHz, and 25 MHz to 300 MHz. It is recommended that measurements on industrial, scientific and medical equipment over the frequency range 25 MHz to 30 MHz be made only with the measuring set whose frequency range is 0.15 MHz to 30 MHz.

The specification given in Sub-clauses 4.3 and 4.4 does not define the disposition of r.f. stabilized arc welders. It is hoped to rectify this situation in a later revision.

INTRODUCTION

Conceptions governing the C.I.S.P.R. method

The aim of the C.I.S.P.R. method of measurement for the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz is to provide an objective assessment of interference which will be a measure of the extent of its effect on the reception of radiotelephony.

The majority of interference shows itself in the form of repeated impulses. The early work of the C.I.S.P.R. led to the conclusion that the best measure of the effect of this type of interference would be made by apparatus employing a quasi-peak type of voltmeter. Subsequent experience has shown that a r.m.s. voltmeter might give a more accurate assessment but the quasi-peak type of voltmeter has been retained for the following reasons:

- 1) The variation of indication with pulse repetition frequency agrees reasonably well with that of a r.m.s. meter for pulses having repetition frequencies within the audio-frequency range;
- 2) Extensive practical experience has been obtained over a period of many years using the quasi-peak type of instrument;
- 3) A large number of interference measuring sets employing this type of voltmeter are already in existence.

Accordingly, this specification prescribes only the quasi-peak type of voltmeter.

It follows that the best indication of the quality of a receiver for measuring interference will be given by its response to short, constant amplitude, pulses of adjustable level and whose repetition frequency may be varied from that of an isolated pulse to a high value. Following the usual practice, this response will be expressed in terms of the r.m.s. value of the unmodulated sine-wave voltage (or field) injected at the input of the receiver under the same condition as for the pulses, and which produces the same indication on the measuring apparatus.

Le récepteur de mesure (normalement du type superhétérodyne) a les caractéristiques générales suivantes :

- un réglage exclusivement manuel de sensibilité.
- une bande passante globale imposée,
- un indicateur de sortie constitué par un voltmètre de quasi-crête, à constantes de temps définies, actionné directement à la sortie des étages à fréquences radioélectriques (à fréquence intermédiaire dans le cas d'un type superhétérodyne).

L'étalonnage initial du récepteur devra se baser sur sa réponse à un générateur étalon de signaux sinusoïdaux et également sur sa réponse à un générateur d'impulsions de niveaux et de fréquences de répétition connus et ajustables.

Le récepteur est destiné à mesurer soit des tensions, soit des champs perturbateurs. Dans le cas général où l'appareil perturbateur étudié est raccordé au réseau de distribution, on utilise un circuit particulier, dit réseau fictif, qui a pour fonction, d'une part, de séparer pour les courants à haute fréquence l'appareil perturbateur du réseau de distribution et, d'autre part, de connecter à ses bornes, pour ces courants à haute fréquence, une impédance imposée.

Pour les mesures de tensions perturbatrices développées aux bornes de l'appareil perturbateur étudié, le récepteur de mesure est branché sur le réseau fictif précité de façon toutefois à respecter les conditions imposées aux impédances.

Pour les mesures de champs perturbateurs, le récepteur est relié à un aérien approprié. La réponse de l'ensemble est évaluée selon la valeur efficace de la composante électrique du champ qui fournit la même indication à l'appareil de mesure.

La présente spécification ne prescrit que les caractéristiques imposées par le principe de la méthode de mesure et se réfère, en ordre principal, à un récepteur du type superhétérodyne. On peut cependant utiliser à volonté un récepteur superhétérodyne ou un récepteur à amplification directe. L'interprétation des spécifications, pour ce dernier cas, sera évidente. Toutes autres caractéristiques fonctions des conditions d'utilisation, telles que les gammes de fréquences ou l'étendue des mesures de tensions et de champs, sont libres.

Notes 1. — Des voltmètres d'autres types, par exemple de crête, de valeur efficace ou de valeur moyenne, etc., peuvent être utilisés concurremment au voltmètre de quasi-crête s'il s'agit de recueillir des informations complémentaires quant à la nature de la perturbation.

2. — Il est recommandé de munir le récepteur d'un amplificateur à basse fréquence ordinaire, de préférence à seuil réglable, pour contrôler à l'écoute les perturbations mesurées par le voltmètre de quasi-crête.
3. — Il est recommandé de pourvoir l'équipement de mesure d'un générateur étalon de façon à pouvoir ajuster le gain du récepteur au niveau correspondant au calibrage initial.

The measuring set (usually of the superheterodyne type) has the following general characteristics:

- solely manual control of sensitivity,
- a defined overall bandwidth,
- a quasi-peak output voltmeter of known time-constants connected directly to the output of the radio-frequency stages (intermediate-frequency stages in the case of a superheterodyne receiver).

The initial calibration of the receiver will need to be made in terms of its response to a standard sine-wave signal generator and also in terms of its response to a generator of short pulses of known, and adjustable, level and repetition frequency.

The receiver is intended to measure the noise signal which may be conducted into the supply mains or radiated from the appliance. In the general case when the appliance is connected to the supply mains, use is made of a special circuit known as the artificial-mains network. The function of this network is, on the one hand, to separate, at radio frequencies, the interfering appliance from the supply mains, and on the other, to provide at radio frequencies a defined impedance across the terminals of the appliance.

For the measurement of noise voltages at the terminals of an interfering appliance, the measuring set is connected to the above artificial-mains network in a manner such that the requirements for the impedance of the network remain satisfied.

For the measurement of radiated noise, the receiver is connected to a suitable aerial. The response of the equipment is expressed in terms of the r.m.s. value of the electric component of the field which will give the same indication on the measuring apparatus.

The present specification prescribes only those characteristics imposed by the principles of the method of measurement and refers primarily to the superheterodyne type of receiver. Either a superheterodyne or straight type of receiver may, however, be used. The interpretation of the characteristics as they apply to the latter type of receiver will be obvious. All other characteristics which are subject to the conditions of use, such as the frequency coverage and the range of voltage or field levels, are left to individual choice.

Notes 1. — Other output voltmeters, e.g. peak, r.m.s., average, etc., may be used in addition to the quasi-peak voltmeter when further information as to the nature of the interference is required.

2. — It is recommended that a conventional detector and audio-frequency amplifier (preferably with gain control) be included in the receiver for aural monitoring of the noise to be measured.
3. — It is also recommended that a signal source be included so that the gain of the receiver may be set to the value used during the initial calibration.

SPÉCIFICATION DE L'APPAREILLAGE DE MESURE C.I.S.P.R. POUR LES FRÉQUENCES COMPRISES ENTRE 0,15 MHz ET 30 MHz

Objet et domaine d'application

Cette spécification établit des prescriptions concernant les caractéristiques de l'appareillage de mesure des perturbations radioélectriques, y compris le réseau fictif normalisé correspondant.

Elle fixe également les prescriptions à respecter lors de la mesure des tensions perturbatrices aux bornes des sources qui les produisent et lors de la mesure du rayonnement perturbateur émanant de ces sources.

La spécification se divise en quatre parties:

- I^{re} Partie: Récepteur de mesure.
- II^e Partie: Mesure des tensions perturbatrices.
- III^e Partie: Mesure du rayonnement perturbateur.
- IV^e Partie: Méthodes de mesure de différents types de sources perturbatrices.

Les annexes à la spécification donnent des renseignements complémentaires sur différents éléments qui sont à la base des prescriptions.

Les II^e et III^e Parties établissent les prescriptions générales pour la mesure des tensions perturbatrices aux bornes et des rayonnements perturbateurs respectivement. Des prescriptions détaillées pour la mesure des perturbations produites par différentes sources sont données dans la IV^e Partie. Cette partie est divisée en sections, dont chacune traite des prescriptions particulières pour la mesure des perturbations produites par des sources d'un type donné; la Section 1, par exemple, traite des appareils domestiques. Des sections traitant d'autres types de sources seront ajoutées au fur et à mesure que la nécessité s'en fera sentir et qu'on aura obtenu un accord au sujet de la méthode de mesure.

Note. — Les exigences de la spécification seront respectées pour toutes les fréquences et pour toutes les valeurs de tensions et de champs comprises dans les étendues de mesure des appareillages.

I^{re} PARTIE — RÉCEPTEUR DE MESURE

1.1 Caractéristiques fondamentales

La réponse normale aux impulsions, définie ci-après sous 1.2, est calculée sur la base d'un récepteur possédant les caractéristiques fondamentales suivantes, dont les définitions exactes sont données à l'Annexe A:

- Bande passante à 6 dB. 9 kHz
- Constante de temps électrique à la charge du voltmètre de quasi-crête 1 ms
- Constante de temps électrique à la décharge du voltmètre de quasi-crête 160 ms
- Constante de temps mécanique de l'appareil indicateur réglé à l'amortissement critique 160 ms
- Réserve de linéarité des circuits précédant la détection (au-dessus du niveau de l'onde sinusoïdale provoquant la déviation maximale de l'appareil indicateur) 30 dB
- Réserve de linéarité de l'amplificateur à courant continu intercalé entre la détection et l'appareil indicateur (au-dessus du niveau de la tension continue correspondant à la déviation maximale de cet appareil) 12 dB

Note. — La constante de temps mécanique indiquée est celle d'un appareil à fonctionnement linéaire, c'est-à-dire pour lequel des accroissements égaux de courant entraînent des accroissements égaux de la déviation de l'index. Ceci n'exclut toutefois pas l'emploi d'un appareil indicateur basé sur une autre relation entre le courant et la déflexion, pourvu que l'appareil satisfasse aux exigences de la spécification.

SPECIFICATION FOR C.I.S.P.R. RADIO INTERFERENCE MEASURING APPARATUS FOR THE FREQUENCY RANGE 0.15 MHz TO 30 MHz

Scope

This specification stipulates performance requirements for radio interference measuring apparatus including the associated standard artificial-mains network.

It also specifies the requirements that have to be met in the measurement of noise voltages at the terminals of interference-producing apparatus and in the measurement of noise fields from such apparatus.

The specification is divided into four parts as follows:

- Part I: Measuring set,
- Part II: Measurement of radio-noise voltages,
- Part III: Measurement of radiated radio noise,
- Part IV: Methods of measurement of various types of interference-producing apparatus.

The appendices to the specification give additional information on the fundamental characteristics on which the requirements are based.

Parts II and III lay down general requirements for the measurement of noise terminal voltages and noise fields, respectively. Detailed requirements for the measurement of interference produced by various apparatus are specified in Part IV. This part is divided into sections, each dealing with special requirements for the measurement of interference produced by a particular type of apparatus; for example, Section 1 deals with domestic appliances. Sections dealing with other types of apparatus will be added as the need arises and when agreement is reached on the method of measurement.

Note. — The requirements of the specification shall be complied with at all frequencies and for all levels of voltage or field-strength within the range of the measuring equipment.

PART I — MEASURING SET

1.1 Fundamental characteristics

The normal response to pulses defined in Clause 1.2 is calculated on the basis of a receiver having the following fundamental characteristics (see Appendix A):

– Bandwidth at 6 dB	9 kHz
– Electrical charge time-constant of quasi-peak voltmeter	1 ms
– Electrical discharge time-constant of quasi-peak voltmeter	160 ms
– Mechanical time-constant of critically-damped indicating instrument	160 ms
– Overload factor of circuits preceding the detector (above the level of sine-wave signal which produces the maximum deflection of the indicating instrument)	30 dB
– Overload factor of the d.c. amplifier inserted between the detector and the indicating instrument (above the d.c. voltage level corresponding to full scale deflection of the indicating instrument)	12 dB

Note. — The mechanical time-constant assumes that the indicating instrument is linear, i.e. equal increments of current produce equal increments of deflection. The use of an indicating instrument having a different law relating current and deflection is not precluded provided that the apparatus satisfies the requirements of the specification.

1.2 Réponse normale du récepteur aux impulsions

1.2.1 Correspondance en amplitude

La réponse du récepteur de mesure à des impulsions de $0,316 \mu\text{Vs}$ (micro-volt seconde), de spectre uniforme jusqu'à au moins 30 MHz, répétées à la fréquence de 100 Hz est, à toute fréquence d'accord, la même que la réponse à une onde sinusoïdale non modulée, de fréquence égale à la fréquence d'accord et dont la force électromotrice a une valeur efficace de 2 mV (66 dB (μV)), pour autant que les générateurs d'onde sinusoïdale et d'impulsions aient la même impédance de sortie.

Il en résulte que, si cette impédance de sortie est elle-même égale à l'impédance d'entrée du récepteur, la valeur efficace de la tension appliquée à l'entrée de ce dernier sera de 1 mV (60 dB (μV)) (voir la figure 1, page 58).

Sur les valeurs des tensions définies ci-dessus, une tolérance de $\pm 1,5$ dB est accordée.

1.2.2 Variation avec la fréquence de répétition

La réponse normale du récepteur de mesure à des impulsions répétées est représentée par la figure 1 qui illustre la relation entre le niveau des impulsions et leur fréquence de répétition devant conduire à une indication constante de l'instrument de mesure.

La courbe de réponse d'un récepteur particulier devra se situer entre les limites représentées à la même figure et précisées par le tableau des valeurs ci-après :

Fréquence de répétition en Hz	Niveau équivalent des impulsions en dB
1 000	- 4,5 $\pm$ 1,0
100 (base)	0
20	+ 6,5 $\pm$ 1,0
10	+ 10 $\pm$ 1,5
2	+ 20,5 $\pm$ 2,0
1	+ 22,5 $\pm$ 2,0
Impulsion isolée	+ 23,5 $\pm$ 2,0

Note. — Le problème de la détermination de la courbe de réponse aux impulsions répétées, auquel se rattache celui de la correspondance en amplitude de l'article 1.2.1, fait l'objet de l'Annexe B.

Des considérations sur le générateur d'impulsions requis pour les contrôles ainsi que sur la détermination du spectre des impulsions font l'objet de l'Annexe C.

1.3 Sélectivité

1.3.1 Sélectivité globale (bande passante)

La courbe représentant la sélectivité globale du récepteur doit se situer dans les limites indiquées à la figure 2, page 58.

Pour définir cette courbe, on relève la variation relative de l'amplitude d'un signal sinusoïdal appliqué à l'entrée du récepteur qui reproduit la même indication à l'appareil de mesure lorsque la fréquence de ce signal s'écarte de part et d'autre de l'accord.

1.3.2 Sélectivité vis-à-vis de la fréquence intermédiaire

Le rapport entre les tensions sinusoïdales d'entrée de fréquence intermédiaire et de fréquence d'accord qui produisent la même déviation de l'appareil indicateur doit être égal ou supérieur à 40 dB.

1.3.3 Sélectivité vis-à-vis de la fréquence image

Le rapport entre les tensions sinusoïdales d'entrée de fréquence image et de fréquence d'accord qui produisent la même déviation de l'appareil indicateur doit être égal ou supérieur à 40 dB.

1.2 Normal response of receiver to pulses

1.2.1 Amplitude relationship

The response of the measuring set to pulses of $0.316 \mu\text{Vs}$ (microvolt second) having a uniform spectrum up to at least 30 MHz, repeated at a frequency of 100 Hz shall, for all frequencies of tuning, be equal to the response to an unmodulated sine-wave signal at the tuned frequency having an e.m.f. of r.m.s. value 2 mV (66 dB (μV)) from a signal generator having the same output impedance as the pulse generator.

It follows that if this output impedance is equal to the input impedance of the receiver, the r.m.s. value of the signal at the input to the receiver will be 1 mV (60 dB (μV)) (see Figure 1, page 58).

A tolerance of ± 1.5 dB is allowed on the voltage levels prescribed above.

1.2.2 Variation with repetition frequency

The response of the measuring set to repeated pulses shall be such that for a constant indication on the measuring set the relationship between amplitude and repetition frequency shall be in accordance with Figure 1.

The response curve for a particular receiver shall lie between the limits defined in the same figure and quoted in the table below.

Repetition frequency Hz	Relative equivalent level of pulse in dB
1 000	-4.5 ± 1.0
100 (reference)	0
20	$+6.5 \pm 1.0$
10	$+10.0 \pm 1.5$
2	$+20.5 \pm 2.0$
1	$+22.5 \pm 2.0$
Isolated pulse	$+23.5 \pm 2.0$

Note. — Appendix B deals with the determination of the curve of response to repeated impulses and with the related problem of amplitude correspondence in Clause 1.2.1.

Notes on the pulse generator required for the tests and on the determination of the pulse spectrum are given in Appendix C.

1.3 Selectivity

1.3.1 Overall selectivity (pass band)

The curve representing the overall selectivity of the receiver shall lie within the limits shown in Figure 2, page 58.

The characteristic shall be described by the variation with frequency of the amplitude of the input sine-wave voltage which produces a constant indication on the measuring apparatus.

1.3.2 Intermediate-frequency rejection ratio

The ratio of the input sine-wave voltage at the intermediate frequency to that at the tuned frequency which produces the same indication on the measuring apparatus shall be not less than 40 dB.

1.3.3 Image-frequency rejection ratio

The ratio of the input sine-wave voltage at the image frequency to that at the tuned frequency which produces the same indication on the measuring apparatus shall be not less than 40 dB.

1.3.4 Sélectivité vis-à-vis d'autres réponses indésirables

Pour toute fréquence indésirable autre que celles mentionnées aux articles 1.3.2 et 1.3.3, le rapport entre les tensions sinusoïdales d'entrée à une telle fréquence et à la fréquence d'accord qui produisent la même déviation de l'appareil indicateur doit être égal ou supérieur à 40 dB.

Des fréquences pour lesquelles de telles réponses indésirables sont à craindre sont par exemple :

$$nf_L \pm f_i \quad (1/m)f_L \pm f_i \text{ et } (1/k)f_o$$

où n, m et k sont des nombres entiers et

f_L = fréquence de l'oscillateur local

f_i = fréquence intermédiaire

f_o = fréquence d'accord.

1.4 Limitation des effets d'intermodulation

La réponse du récepteur ne doit pas être influencée de façon sensible par des effets d'intermodulation. Cette condition sera considérée comme remplie si l'appareil satisfait à l'épreuve suivante :

Le schéma de principe du dispositif est représenté à la figure 3, page 59

On fait précéder le récepteur, accordé sur une certaine fréquence, d'un filtre F accordé sur la même fréquence et qui réalise pour celle-ci un affaiblissement d'au moins 40 dB. La largeur de bande du filtre à 6 dB sera comprise entre 20 kHz et 200 kHz.

Un générateur produisant des impulsions dont le spectre est pratiquement uniforme jusqu'à 30 MHz, mais qui tombe d'au moins 10 dB à 60 MHz, étant substitué au générateur d'onde sinusoïdale, l'affaiblissement produit par le filtre ne sera pas inférieur à 36 dB.

1.5 Limitation du bruit de fond

Le bruit de fond du récepteur ne doit pas introduire une erreur dépassant 1 dB.

Note. — Pour un récepteur comportant un affaiblisseur dans l'amplificateur à fréquence intermédiaire, cette condition sera jugée satisfaite si l'appareil répond à l'épreuve suivante :

Un signal sinusoïdal est appliqué à l'entrée du récepteur et ajusté à une valeur efficace S telle que l'indicateur se fixe sur un repère 0. Un affaiblissement de 10 dB est introduit dans les étages à fréquence intermédiaire. Le niveau du signal d'entrée est alors augmenté de façon à ramener l'indicateur sur son repère 0. Cet accroissement de niveau doit être compris entre 10 et 11 dB.

1.6 Blindage

Le blindage du récepteur sera tel que la déconnexion de l'aérien réduise l'indication de la mesure du champ d'au moins 60 dB ou que cette indication ne soit plus mesurable.

Il doit également être possible en toutes circonstances d'ajuster le gain du récepteur à ± 1 dB de la valeur utilisée au cours du calibrage initial.

Lors de la déconnexion de l'aérien, la borne d'entrée correspondante du récepteur peut être blindée.

1.7 Précision de l'appareil de mesure

1.7.1 Mesure de tensions

La précision de mesure de tensions ne sera pas moindre que ± 2 dB.

Note. — Les exigences de précision lors des mesures d'impulsions régulièrement répétées ont été formulées ci-dessus aux articles 1.2.1 et 1.2.2.

Des considérations sur l'influence des caractéristiques du récepteur sur sa réponse aux impulsions sont développées à l'article 6 de l'Annexe A.

1.3.4 *Other spurious responses*

The ratio of the input sine-wave voltage at frequencies other than those mentioned in Clauses 1.3.2 and 1.3.3 to that at the tuned frequency which produces the same indication on the measuring apparatus shall be not less than 40 dB. Examples of the frequencies from which such spurious responses may occur are:

$$nf_L \pm f_i \quad (1/m)f_L \pm f_i \text{ and } (1/k)f_o$$

where n , m and k are integers, and

f_L = local oscillator frequency

f_i = intermediate frequency

f_o = tuned frequency.

1.4 *Limitation of intermodulation effects*

The response of the receiver shall not be influenced sensibly by intermodulation effects. This condition will be considered as fulfilled if the apparatus satisfies the following test:

The test apparatus shall be as shown in Figure 3, page 59.

The receiver, tuned to a certain frequency, is preceded by a filter F , tuned to the same frequency and which introduces an attenuation of at least 40 dB at this frequency. The 6 dB bandwidth of the filter shall lie between 20 kHz and 200 kHz.

When a pulse generator producing pulses having a spectrum substantially uniform up to 30 MHz but at least 10 dB down at 60 MHz is substituted for the sine-wave generator, the attenuation introduced by the filter shall be not less than 36 dB.

1.5 *Limitation of background noise*

The background noise of the receiver shall not introduce an error in excess of 1 dB.

Note. — For a receiver incorporating attenuation in the intermediate-frequency amplifier, this condition will be regarded as being satisfied if the apparatus complies with the following test:

A sine-wave signal is applied to the input of the receiver and adjusted to an effective value S , such that the output meter shows a reference deflection 0. An attenuation of 10 dB is introduced in the intermediate-frequency stages. The level of input signal is increased so as to restore the output meter to the deflection 0. The increase of the level of the input signal shall be between 10 dB and 11 dB.

1.6 *Screening*

The screening of the receiver shall be such that, when the aerial is removed, the indication of field strength shall fall to a value 60 dB below the measured value or be not measurable.

It shall also be possible under all conditions of use to set the gain of the receiver to within ± 1 dB of the value used during its initial calibration.

When the aerial is removed, the aerial input of the receiver may be screened.

1.7 *Accuracy of measuring apparatus*

1.7.1 *Voltage measurement*

The accuracy of measurement of sine-wave voltages shall be not worse than ± 2 dB.

Note. — The requirements for the accuracy of measurement of regularly repeated pulses have been stated above in Clauses 1.2.1 and 1.2.2.

Considerations of the effect of the receiver characteristics on its response to pulses are discussed in Clause 6 of Appendix A.

1.7.2 Mesure de champs

Lorsque le récepteur est relié à un aérien approprié, la précision de mesure d'un champ sinusoïdal uniforme ne sera pas moindre que ± 3 dB.

(Les détails sur les aériens à utiliser sont donnés à l'article 3.2.)

II^e PARTIE — MESURE DES TENSIONS PERTURBATRICES

Cette partie établit les conditions générales pour la mesure des tensions perturbatrices aux bornes des sources qui les produisent. Les conditions particulières pour la mesure des tensions perturbatrices produites par différents types de sources sont prescrites dans la IV^e Partie.

2.1 Réseaux fictifs

2.1.1 Généralités

Un réseau fictif est requis pour brancher aux bornes de l'appareil étudié une impédance définie pour les courants de haute fréquence et également pour isoler les circuits d'essai vis-à-vis des signaux à haute fréquence indésirables, éventuellement véhiculés par le réseau de distribution.

Note. — Des exemples de réseaux fictifs sont donnés à l'Annexe D.

2.1.2 Impédances

2.1.2.1 Réseaux de distribution à deux conducteurs (alimentation en courant continu ou en courant alternatif monophasé)

- a) Le réseau fictif normalisé doit présenter une impédance de module égale à $150 \pm 20 \Omega$ et d'argument ne dépassant pas 20° entre chaque conducteur et la masse.
- b) Lorsque la mesure de la composante symétrique ou asymétrique est essentielle, le réseau fictif doit présenter une impédance de module égale à $150 \pm 20 \Omega$ et d'argument ne dépassant pas 20° , tant entre les deux conducteurs (impédance symétrique) qu'entre ceux-ci réunis entre eux et la masse (impédance asymétrique).

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement, les mesures faites conformément à la présente publication sont interprétées en supposant qu'on utilise le réseau qui est décrit à l'alinéa a).

2.1.2.2 Réseau de distribution à plus de deux conducteurs (alimentation en courants alternatifs triphasés avec ou sans neutre)

Le réseau fictif présente une impédance de module égal à $150 \pm 20 \Omega$ et d'argument ne dépassant pas 20° en valeur absolue, entre chacun des conducteurs, neutre compris s'il y a lieu, et la masse.

2.1.3 Découplage

Un dispositif de découplage sera inséré entre le réseau de distribution et le réseau fictif proprement dit de façon que l'impédance de ce dernier, pour la fréquence de mesure, ne soit pas influencée sensiblement par celle du réseau de distribution. Ce dispositif aura de plus pour fonction de soustraire pratiquement la mesure à l'effet des tensions perturbatrices indésirables véhiculées par le réseau de distribution (voir aussi l'article 2.2.1).

Les éléments constitutifs doivent être aménagés dans un coffret métallique formant blindage en liaison directe avec la masse du banc de mesure.

1.7.2 *Field-strength measurement*

When connected to a suitable aerial, the accuracy of measurement of the strength of a uniform sine-wave field shall be not worse than ± 3 dB.

(Details of the aerials to be used are given in Clause 3.2.)

PART II — MEASUREMENT OF RADIO-NOISE VOLTAGES

This part lays down the general requirements for the measurement of terminal noise voltages produced by apparatus. Special requirements for the measurement of noise voltages produced by various types of apparatus are specified in Part IV.

2.1 *Artificial-mains networks*

2.1.1 *General*

An artificial-mains network is required to provide a defined impedance at high frequencies across the terminals of the appliance under test, and also to isolate the test circuit from unwanted radio-frequency signals on the supply mains.

Note. — Examples of artificial-mains networks are given in Appendix D.

2.1.2 *Impedances*

2.1.2.1 *Two-wire circuits (d.c. or single-phase a.c. supply)*

- a) The standard artificial-mains network shall give an impedance having a value of $150 \pm 20 \Omega$ and a phase angle not exceeding 20° between each terminal of the appliance and earth.
- b) Where the measurement of the symmetrical or asymmetrical component is essential, the artificial-mains network shall give an impedance having a value of $150 \pm 20 \Omega$ and a phase angle not exceeding 20° both between the terminals of the appliance (symmetrical impedance) and between those two terminals connected together and earth (asymmetrical impedance).

Unless otherwise stated, measurements made in accordance with this publication will be taken as using the network described in paragraph a).

2.1.2.2 *Circuits with more than two conductors (three-phase a.c. supply with or without neutral)*

The artificial-mains network shall give an impedance having a modulus of $150 \pm 20 \Omega$ and a phase angle not exceeding 20° between each of the conductors, including neutral if any, and earth.

2.1.3 *Isolation*

To ensure that, at the frequency of measurement, the impedance of the mains does not materially affect the impedance of the artificial-mains network, a suitable radio-frequency impedance shall be inserted between the artificial-mains network and the supply mains. This impedance will also reduce the effect of unwanted signals existing on the supply mains (see also Clause 2.2.1).

The components forming this impedance shall be enclosed in a metallic screen directly connected to the reference earth of the measuring system.

Les conditions d'impédance du réseau fictif doivent être satisfaites, pour la fréquence de mesure, compte tenu de la présence du dispositif de découplage.

2.1.4 *Liaison entre le réseau fictif et le récepteur de mesure*

Les exigences des articles 2.1.2 et 2.1.3 doivent être satisfaites lorsque le récepteur de mesure est branché sur le réseau fictif.

2.1.4.1 *Liaison pour la mesure de la tension symétrique*

La mesure directe de la tension symétrique n'est envisagée que jusqu'à la fréquence de 1 605 kHz. Elle exige l'emploi d'un transformateur à bornes primaires isolées de la masse et à écran symétriseur.

Pour ne pas modifier de façon appréciable l'impédance du réseau fictif, le module de l'impédance d'entrée du transformateur doit être supérieur à 1 000 Ω pour toute fréquence comprise entre 150 kHz et 1 605 kHz.

La symétrie de l'ensemble constitué par le réseau fictif et le récepteur de mesure branché sur lui par l'intermédiaire du transformateur précité doit être telle qu'une mesure de la tension symétrique ne soit pratiquement pas influencée par la coexistence d'une tension asymétrique.

Cette exigence sera jugée satisfaite si, dans les conditions de mesures définies à l'Annexe D, article 2, le rapport de la tension asymétrique injectée U_a à la tension symétrique recueillie U_s est supérieur à 20 (26 dB) pour toute fréquence comprise entre 150 kHz et 1 605 kHz.

2.1.4.2 *Liaison asymétrique (un pôle à la terre)*

Ce genre de liaison, d'usage général pour les fréquences supérieures à 1 605 kHz, sera également fréquemment utilisé aux fréquences inférieures. Il correspond à la disposition classique d'une entrée du récepteur présentant une impédance résistive modérée de valeur Z_0 dont une des extrémités est mise à la masse. En ce cas, cette entrée précédée d'un câble coaxial de même impédance caractéristique prend la place d'une portion Z_0 de l'impédance Z du réseau fictif branchée entre la masse et le point où l'on désire mesurer la tension.

Il ne faut pas perdre de vue que le récepteur ne mesure, dans ces conditions, que la fraction Z_0/Z de la tension recherchée.

2.2 *Mesure des tensions perturbatrices*

2.2.1 *Réduction des perturbations non produites par l'appareil essayé*

Les tensions perturbatrices non produites par l'appareil essayé (en provenance du réseau ou produites par des champs étrangers) devront conduire à une indication d'au moins 20 dB inférieure à la plus faible tension que l'on désire mesurer, ou ne seront pas mesurables.

Les tensions perturbatrices non produites par l'appareil essayé sont mesurées, l'appareil en essai étant connecté mais non mis en service.

Notes 1. — Le respect de cette condition peut imposer l'adjonction d'un filtre supplémentaire sur l'alimentation et le travail en cabine blindée.

2. — Il peut être particulièrement difficile d'assurer le respect de cette condition lors de l'essai d'appareils absorbant un courant important, par exemple plus de 6 A en permanence ou, temporairement, plus de 10 A. Au cas où le bruit résiduel serait supérieur à la limite fixée ci-dessus, sa valeur sera mentionnée dans les résultats de mesure.

The requirements for the impedances of the artificial-mains network shall be satisfied, at the frequency of measurement, with the isolating network connected.

2.1.4 *Connection between the artificial mains network and the measuring set*

The requirements of Clauses 2.1.2 and 2.1.3 shall be satisfied when the measuring set is connected to the artificial-mains network.

2.1.4.1 *Connection for the measurement of the symmetric voltage*

Direct measurement of symmetrical noise voltages is envisaged only at frequencies up to 1 605 kHz. The measurements will require the use of a screened and balanced transformer.

To avoid appreciable modification of the impedance of the artificial-mains network, the input impedance of the transformer shall be not less than 1 000 Ω at all frequencies between 150 kHz and 1 605 kHz.

The balance of the system comprising the artificial-mains network and the measuring set connected thereto via the above transformer shall be such that the measurement of the symmetric voltage shall be substantially unaffected by the presence of an asymmetric voltage.

Compliance with this requirement will be considered satisfactory if under the conditions of measurement prescribed in Appendix D, Clause 2, the ratio of the applied asymmetric voltage U_a to the indicated symmetric voltage U_s is greater than 20 : 1 (26 dB) at all frequencies between 150 kHz and 1 605 kHz.

2.1.4.2 *Asymmetric connection (one pole earthed)*

This connection will be used, in general, for frequencies above 1 605 kHz, but may also be used at lower frequencies. It refers to the use of a receiver having an unbalanced input-impedance of comparatively low value Z_o , which, by means of a coaxial cable of the same characteristic impedance, takes the place of a portion Z_o of the impedance Z of the artificial-mains network connected between earth and the point where it is desired to measure the voltage.

It should be remembered that, under these conditions, the receiver indicates only the fraction Z_o/Z of the voltage to be measured.

2.2 *Measurement of radio-noise voltages*

2.2.1 *Reduction of interference not produced by the appliance under test*

Noise voltages not produced by the appliance under test (arising from the supply mains or produced by extraneous fields) shall give an indication on the measuring set at least 20 dB below the lowest voltage to which it is desired to measure, or shall be not measurable.

The noise voltages not produced by the appliance being tested are measured when the appliance under test is connected but not operated.

Notes 1. — Realization of this condition may require the addition of a supplementary filter in the supply mains and the measurements may have to be made in a screened enclosure.

2. — When testing appliances having a continuous rating in excess of 6 A, or a short-term rating in excess of 10 A, this condition may be difficult to achieve. Should the background noise be greater than that specified above, it should be quoted in the results of measurement.

2.2.2 Disposition des appareils et de leur connexion au réseau fictif

2.2.2.1 Appareils fonctionnant normalement isolés et non tenus à la main

L'appareil est placé à 40 cm d'une surface conductrice d'au moins 2 mètres sur 2 mètres reliée à la masse du banc de mesure et est maintenu à 80 cm au moins de toute autre surface conductrice reliée à la masse. Si la mesure est effectuée dans une cabine blindée, la distance de 40 cm peut être prise par rapport à l'une des cloisons de la cabine (en principe la paroi inférieure formant sol).

Si l'appareil est livré sans cordon de raccordement, il sera relié au réseau fictif placé à 80 cm de distance par un cordon d'une longueur ne dépassant pas 1 m.

Si l'appareil est livré avec un cordon de raccordement, les tensions seront mesurées à la fiche qui le termine. La longueur du cordon en excès sur les 80 cm qui séparent l'appareil du réseau fictif sera repliée en zig-zag de façon à former un faisceau de longueur au plus égale à 30 ou 40 cm.

2.2.2.2 Appareils fonctionnant normalement isolés et tenus à la main (classes 0, 0I, II et III)

Les mesures doivent d'abord être effectuées conformément au paragraphe 2.2.2.1. Des mesures additionnelles doivent ensuite être faites en utilisant une «main artificielle» destinée à reproduire l'effet de la main de l'utilisateur.

La main artificielle est formée d'une feuille métallique enroulée autour d'un boîtier ou d'une partie de celui-ci comme il est spécifié ci-après. La feuille métallique est reliée à une borne (borne M) d'un élément RC comportant un condensateur de 200 pF en série avec une résistance de 500 Ω ; l'autre sortie de ce circuit doit être reliée à la masse générale de l'installation de mesure (terre).

- a) Si le boîtier de l'appareil est entièrement métallique, une feuille métallique n'est pas nécessaire, et la sortie M de l'élément RC doit être directement reliée au corps de l'appareil.
- b) Si le boîtier de l'appareil est en matériau isolant, la feuille métallique doit être enroulée autour de la poignée B (figure 12, page 65) et aussi autour de la seconde poignée D, si elle existe. Une feuille métallique de 60 mm de large C doit aussi être enroulée autour du corps en un point situé à la hauteur du noyau de fer du stator du moteur, sauf s'il est impossible à l'utilisateur de tenir le corps (voir également d) ci-dessous). Toutes ces parties de feuille métallique ainsi que l'anneau métallique du manchon A, s'il existe et est susceptible d'être saisi pendant le fonctionnement, doivent être reliés ensemble et à la sortie M de l'élément RC.
- c) Quand le boîtier de l'appareil est en partie métallique, en partie en matériau isolant et a des poignées isolées, une feuille métallique doit être enroulée autour des poignées B et D (figure 12) et sur la partie non métallique du corps C (sauf s'il est impossible à l'utilisateur de la saisir – voir également d) ci-dessous). La partie métallique du corps, le point A, les feuilles métalliques autour des poignées B et D et la feuille métallique sur le corps C doivent être reliées ensemble et à la sortie M de l'élément RC.
- d) Quand un appareil à double isolement a deux poignées en matériau isolant et un boîtier métallique, par exemple une scie électrique (figure 13, page 65), la feuille métallique doit être enroulée autour des poignées A et B. Quand l'appareil comporte une garde comme cela est prévu sur la figure 13 et que celle-ci empêche effectivement l'utilisateur d'entrer en contact avec le corps métallique de l'appareil, et lorsqu'il est plus commode d'utiliser la poignée B au lieu de saisir le corps métallique, les feuilles métalliques A et B doivent être reliées ensemble et à la sortie M de l'élément RC. Pour d'autres modes d'emploi, le corps métallique C doit aussi être relié à la sortie M.

2.2.2 Disposition of appliances and their connection to the artificial mains network

2.2.2.1 Appliances normally operated without an earth connection and not held in the hand

The appliance shall be placed 40 cm above an earthed conducting surface of at least 2 m square and shall be kept at least 80 cm from any other earthed conducting surface. If the measurement is made in a screened enclosure, the distance of 40 cm may be referred to one of the walls of the enclosure.

If the appliance is supplied without a flexible lead, it shall be placed at a distance of 80 cm from the artificial-mains network and connected thereto by a lead of length not greater than 1 m.

If the appliance is supplied with a flexible lead, the voltages shall be measured at the plug end of the lead. The length of the lead in excess of the 80 cm separating the appliance from the artificial-mains network shall be folded back and forth so as to form a bundle not exceeding 30–40 cm in length.

2.2.2.2 Appliances normally operated without an earth connector and held in the hand (Classes 0, 0I, II and III)

Measurements shall first be made in accordance with Sub-clause 2.2.2.1. Additional measurements shall then be made using an “artificial hand”, intended to reproduce the effect of the user’s hand.

The artificial hand shall consist of metal foil wrapped round the case, or part thereof, as specified below. The foil shall be connected to one terminal (terminal M) of an RC element consisting of a 200 pF capacitor in series with a 500 Ω resistor; the other terminal of the combination shall be connected to the general mass of the measuring set (earth).

- a) When the case of the appliance is entirely of metal, no metal foil is needed, but the terminal M of the RC element shall be connected directly to the body of the appliance.
- b) When the case of the appliance is of insulating material, metal foil shall be wrapped round the handle B (Figure 12, page 65), and also round the second handle D, if present. Metal foil 60 mm wide C shall also be wrapped round the body at a point in front of the iron core of the motor stator unless the user is effectively prevented from holding the body (see also *d*) below). All these pieces of metal foil, and the metal ring or bushing A, if present and likely to be held during operation, shall be connected together and to the terminal M of the RC element.
- c) When the case of the appliance is partly metal and partly insulating material, and has insulating handles, metal foil shall be wrapped round the handles B and D (Figure 12) and on the non-metallic part of the body C (unless the user is effectively prevented from holding it – see also *d*) below). The metal part of the body, the point A, the metal foils round the handles B and D and the metal foil on the body C shall be connected together on to the terminal M of the RC element.
- d) When a double-insulated appliance has two handles of insulating material and a case of metal, for example an electric saw (Figure 13, page 65), metal foil shall be wrapped round the handles A and B. If a guard is fitted, as indicated in Figure 13, and this effectively prevents the user from making contact with the metal body of the appliance, and when it is more convenient to use handle B instead of grasping the metal body, the metal foils at A and B shall be connected together and to terminal M of the RC element. For other modes of use, the metal body C shall also be connected to terminal M.

2.2.2.3 Appareils qui, en service normal, doivent être reliés à la terre

Les mesures sont effectuées avec la masse de l'appareil reliée à celle du banc de mesure.

Si l'appareil est livré sans cordon de raccordement, il sera relié au réseau fictif placé à 80 cm de distance par un cordon d'une longueur ne dépassant pas 1 m. La liaison entre la masse et celle du banc de mesure sera assurée par un conducteur disposé parallèlement au cordon d'alimentation et à une distance de ce dernier inférieure à 10 cm.

Si l'appareil est livré avec un cordon de raccordement, les tensions seront mesurées à la fiche qui le termine. La longueur du cordon en excès sur les 80 cm qui séparent l'appareil du réseau fictif sera repliée en zig-zag de façon à former un faisceau de longueur au plus égale à 30 ou 40 cm.

Si le cordon comporte un conducteur de terre, la borne de terre de la prise de courant sera reliée à la masse du banc de mesure. S'il n'en comporte pas, la liaison entre les masses de l'appareil et du banc sera assurée par un conducteur de 80 cm à 1 m disposé de façon analogue à celle spécifiée ci-dessus pour les appareils livrés sans cordon de raccordement.

Note. — Dans certains cas, il peut être intéressant d'insérer une impédance définie dans la liaison entre la masse de l'appareil et celle du banc de mesure. A l'heure actuelle, il n'est toutefois pas possible de prescrire les caractéristiques d'une telle impédance, mais une valeur de $150\ \Omega$, résistive, est envisagée pour les études. Lorsqu'une impédance est insérée dans la liaison de masse, ses caractéristiques seront précisées. Pour plus ample information sur les effets d'une pareille impédance, on se rapportera à l'Annexe E.

III^e PARTIE — MESURE DU RAYONNEMENT PERTURBATEUR

Cette partie établit les conditions générales pour la mesure des rayonnements perturbateurs produits par la source. Les conditions particulières pour la mesure de tels rayonnements produits par différents types de sources sont prescrites dans la IV^e Partie.

3.1 Généralités

Les efforts du C.I.S.P.R. se sont portés principalement sur la protection de la réception de la radiodiffusion vis-à-vis des perturbations produites par les appareils électrodomestiques ou de type similaire.

L'expérience acquise se rapporte surtout, de ce fait, aux fréquences correspondant aux ondes longues et moyennes de la radiodiffusion. La mesure des tensions perturbatrices engendrées aux bornes de l'appareil s'est alors, en général, montrée suffisante pour le contrôle du pouvoir perturbateur. L'expérience est donc moindre en ce qui concerne le rayonnement perturbateur des appareils et des conducteurs qui leur sont associés. C'est pourquoi les prescriptions de cette troisième partie présentent le caractère d'un projet ouvert à révision et extension lorsque davantage de connaissances et d'expériences auront été accumulées. Elles peuvent toutefois utilement servir de guide pour définir les lignes générales selon lesquelles les études devraient être poursuivies.

Comme il est présumé que les mesures devront porter, soit sur la composante électrique, soit sur la composante magnétique du champ, ou encore sur les deux, des prescriptions d'aériens pour chacune de ces composantes ont été incorporées.

Sauf indication contraire, les résultats des mesures de rayonnement seront exprimés en valeur efficace de la composante électrique du champ d'une onde plane qui produirait la même indication à l'appareil de mesure.

L'aérien et les circuits qui le relient au récepteur ne doivent pas affecter sensiblement les caractéristiques globales de l'équipement de mesure.

2.2.2.3 Appliances normally required to be operated with an earth connection

The measurements shall be made with the body of the appliance connected to the general mass of the measuring apparatus.

If the appliance is supplied without a flexible lead, it shall be placed at a distance of 80 cm from the artificial-mains network and connected thereto by a lead of length not greater than 1 m. The connection of the appliance case or frame to the general mass of the measuring apparatus shall be made by a lead running parallel to the mains lead and of the same length, and distant not more than 10 cm from it.

If the appliance is supplied with a flexible lead, the voltage shall be measured at the plug end of the lead. The length of lead in excess of the 80 cm separating the appliance from the artificial-mains network shall be folded back and forth so as to form a bundle not exceeding 30–40 cm in length.

If this lead includes the earthing conductor, the plug end of the earthing conductor shall be connected to the general mass of the measuring apparatus. If an earthing conductor is not included in the flexible lead, the connection to the general mass of the measuring apparatus shall be made by a lead 80 cm to 1 m long in a manner analogous to that specified above for appliances supplied without a flexible lead.

Note. — It is possible that for certain applications a defined impedance may, with advantage, be inserted in the connection between the appliance and the general mass of the measuring equipment (earth). It is at present not possible to prescribe a value for C.I.S.P.R. purposes, but a value of 150 Ω resistive is suggested for study. When an impedance is inserted in the earth connection, its nature and value should be fully described. For further information on the effect of the insertion of an impedance in the earth lead, see Appendix E.

PART III — MEASUREMENT OF RADIATED RADIO NOISE

This part lays down the general requirements for the measurement of noise fields produced by apparatus. Special requirements for the measurement of noise fields produced by various types of apparatus are specified in Part IV.

3.1 General

C.I.S.P.R. efforts have been directed chiefly to the protection of broadcast reception from interference caused by the operation of domestic and similar types of electric appliance.

Experience has, therefore, largely been confined to the long and medium wave broadcast bands. In general, control of the radio-noise voltages at the terminals of an appliance has proved to be sufficient to limit its interference-producing capability. Experience in the measurement of the radio noise radiated from the appliance and its associated lead is thus less extensive than that of voltage measurement. The prescriptions under this heading will therefore be open to revision and extension as knowledge and experience are accumulated. They may, however, serve as a useful guide to the general lines along which studies may be made.

It is presumed that measurements will need to be made of the electric, the magnetic, or both components of the radiation, and prescriptions for both electric and magnetic aerials have been included.

Unless otherwise stated, the results of radiation measurements shall be expressed in terms of the r.m.s. value of the electric component of the plane wave which would produce the same indication on the measuring apparatus.

The aerial and the circuits inserted between it and the receiver shall not appreciably affect the overall characteristics of the measuring equipment.

3.2 *Type de l'aérien*

3.2.1 *Mesure de la composante électrique du champ*

Pour la mesure de la composante électrique du champ, on peut utiliser soit un aérien symétrique, soit un aérien dissymétrique. En ce dernier cas, la mesure se rapportera seulement à l'effet du champ électrique sur une antenne-fouet disposée verticalement. Le type d'aérien utilisé doit être indiqué en même temps que le résultat des mesures.

Lorsque la distance entre la source du rayonnement et l'aérien n'excède pas 10 m, la longueur totale de ce dernier sera de 1 m. Pour les distances supérieures, cette longueur de 1 m sera conservée de préférence, mais si on désire l'accroître on ne dépassera en aucun cas 10% de la distance.

3.2.2 *Mesure de la composante magnétique du champ*

Pour la mesure de la composante magnétique du champ, l'aérien sera un cadre symétrisé. Ses dimensions doivent lui permettre de s'inscrire entièrement dans un carré de 60 cm de côté.

3.2.3 *Symétrisation de l'aérien*

Lorsqu'on utilise un aérien symétrique pour la mesure de la composante soit électrique, soit magnétique, la symétrisation sera telle que, dans un champ uniforme, le rapport entre les indications maximale et minimale obtenues par l'orientation de l'aérien ne soit pas moindre que 20 dB.

3.3 *Distance de mesure*

Une investigation complète du rayonnement d'une source requiert l'exécution de mesures à plusieurs distances de cette dernière.

Les distances préférentielles de mesure sont :

3 – 10 – 30 – 100 etc. mètres

Dans des cas particuliers, d'autres distances peuvent être choisies. On indiquera toujours les hauteurs vis-à-vis du sol de l'aérien et de la source ainsi que le point de cette dernière servant d'origine pour la mesure des distances.

3.4 *Disposition des appareils et de leur connexion au réseau*

Les dispositions des appareils et des conducteurs restent les mêmes que celles définies à l'article 2.2.2 pour la mesure des tensions perturbatrices.

Pour les appareils pourvus d'un cordon souple d'alimentation, des mesures additionnelles seront effectuées avec le cordon enroulé à pas régulier autour du tambour décrit à la figure 4, page 59. L'appareil en essai, ce tambour et le réseau fictif normalisé seront disposés comme l'indiquent les figures 5 et 6, page 60.

La plus élevée des mesures obtenues sera prise comme niveau du rayonnement perturbateur.

Aucun champ éventuellement rayonné par les conducteurs d'alimentation aboutissant au réseau fictif normalisé ne doit affecter les mesures. Pour s'en assurer, on effectuera des mesures avec l'appareil en essai raccordé mais non mis en service.

Pour des mesures à courte distance, il importe de ne pas placer le réseau fictif normalisé entre l'appareil en essai et l'aérien. En règle générale, la position de l'appareil correspondra, autant que possible, à son emploi normal.

En ce qui concerne la mise à terre (s'il y a lieu), on retiendra la combinaison la plus défavorable de masse libre reliée à la terre (avec ou sans interposition d'une impédance) et d'emploi on non de la main artificielle.

3.2 *Type of aerial*

3.2.1 *Electric aerial*

For the measurement of the electric component of the radiation, either a balanced or an unbalanced aerial may be used. When an unbalanced aerial is used, the measurement will refer only to the effect of the electric field on a vertical rod aerial. The type of aerial used should be stated with the results of the measurements.

Where the distance between the source of radiation and the aerial is 10 m or less, the total length of the aerial shall be 1 m. For distances greater than 10 m, the aerial length shall preferably be 1 m, but in no case shall it exceed 10% of the distance.

3.2.2 *Magnetic aerial*

For the measurement of the magnetic component of the radiation, a balanced magnetic aerial shall be used. The aerial dimensions shall be such that the aerial will be completely enclosed by a square having a side of 60 cm in length.

3.2.3 *Balance of aerial*

Where a balanced electric or magnetic aerial is used, the balance shall be such that in a uniform field the ratio between the maximum and minimum indications on the measuring equipment when the aerial is orientated shall be not less than 20 dB.

3.3 *Distances of measurement*

A complete investigation of the radiation emitted by a source requires measurement at a number of distances from the source.

Preferred distances for measurement are:

3 – 10 – 30 or 100, etc., metres.

For special cases, other distances may be used. In all cases the heights of the aerial and the source above earth shall be stated together with the point on the source from which the distance to the aerial is measured.

3.4 *Disposition of appliances and their connection to the mains*

The arrangements of the appliances and connecting leads shall be the same as those prescribed above in Clause 2.2.2 for the measurement of radio-noise voltages.

For appliances supplied with a flexible lead, additional measurements shall be made with this lead inductively wrapped around and evenly distributed over the hub of the reel described in Figure 4, page 59. The appliance under test, the reel and the artificial-mains network shall be disposed as shown in Figures 5 and 6, page 60.

The highest value measured shall be taken as the level of the radiation.

Any field emitted by conductors on the supply mains side of the artificial-mains network should not affect the measurement. To check this, measurements are made with the appliance connected but not operated.

For measurements at short distances, it is important that the artificial-mains network shall not be placed between the appliance under test and the aerial. As a general rule, the appliance should, during measurement, be located as nearly as possible in a position corresponding to its normal use.

For appliances normally requiring an earth connection, the most unfavourable condition, earthed (with or without impedance in earth connection) or unearthed, and the use or not of an artificial hand, is employed.

IV^e PARTIE — MÉTHODES DE MESURE DE DIFFÉRENTS TYPES DE SOURCES PERTURBATRICES

Cette partie établit les conditions particulières qu'il faut respecter lors de la mesure des tensions aux bornes et des rayonnements produits par les sources perturbatrices.

La partie est divisée en plusieurs sections, dont chacune prescrit les conditions particulières pour une source d'un type donné.

D'autres sections seront ajoutées au fur et à mesure que la nécessité s'en fera sentir et qu'on aura mis au point les techniques appropriées.

4.1 *Appareils pour usages domestiques (récepteurs de radiodiffusion et de télévision exclus)*

4.1.1 *Mesure des tensions perturbatrices*

La mesure des tensions perturbatrices aux bornes de l'appareil est effectuée en conformité avec les recommandations de la II^e Partie.

4.1.2 *Mesure des rayonnements perturbateurs*

La mesure des rayonnements perturbateurs produits par l'appareil et par ses conducteurs connexes est effectuée en conformité avec les recommandations de la III^e Partie.

4.2 *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision*

Les rayonnements perturbateurs produits par les récepteurs de radiodiffusion et de télévision sont mesurés en conformité avec les recommandations de la Publication 106 de la CEI: Méthodes recommandées pour les mesures de rayonnement sur les récepteurs radiophoniques pour émissions de radiodiffusion à modulation d'amplitude et à modulation de fréquence et sur les récepteurs de télévision.

4.3 *Équipements industriels, scientifiques et médicaux à fréquence radioélectrique*

4.3.1 *Récepteur de mesure*

Le récepteur de mesure normalisé doit satisfaire aux spécifications de la première partie de la présente publication. Lorsque la perturbation est une onde entretenue, il n'est pas indispensable d'utiliser un récepteur de mesure C.I.S.P.R., sous réserve que l'appareil employé donne des résultats dont on puisse faire la corrélation avec des mesures effectuées au moyen du récepteur C.I.S.P.R.

L'attention est attirée sur l'intérêt que présente l'emploi d'un récepteur panoramique, en particulier si la fréquence de travail change d'une manière appréciable au cours d'un cycle de traitement.

Note. — On doit prendre soin de s'assurer que le blindage du récepteur et ses caractéristiques de sélectivité vis-à-vis des fréquences indésirables sont suffisants quand on effectue des mesures sur un appareil de puissance élevée.

4.3.2 *Circuit de charge des appareils au cours des mesures*

4.3.2.1 *Appareils médicaux*

Le circuit de charge qu'on doit utiliser pour les appareils médicaux dépend de la nature de leurs électrodes.

PART IV — METHODS OF MEASUREMENT OF VARIOUS TYPES OF INTERFERENCE-PRODUCING APPARATUS

This part lays down the special requirements that have to be met in the measurement of terminal noise voltages and fields generated by interference-producing apparatus.

This part is divided into a number of sections, each stipulating the special requirements for a particular type of apparatus.

Other sections will be added as the need arises and when the appropriate techniques have been developed.

4.1 *Domestic appliances (excluding radio and television receivers)*

4.1.1 *Measurement of interference-producing voltages*

The measurement of interference-producing voltages at the terminals of the appliance should be made in accordance with the recommendations in Part II.

4.1.2 *Measurement of interference-producing fields*

The measurement of interference-producing fields created by the appliance and its associated conductors should be made in accordance with the recommendations in Part III.

4.2 *Radio and television receivers*

The interference-producing radiation generated by radio and television receivers should be measured in accordance with the recommendations in IEC Publication 106: Recommended methods of measurement of radiation from receivers for amplitude-modulation, frequency-modulation and television broadcast transmissions.

4.3 *Industrial, scientific and medical radio-frequency equipment*

4.3.1 *Measuring equipment*

The standard measuring equipment shall comply with the requirements of Part I of this publication. When the interference is continuous wave, it is not essential to use a C.I.S.P.R. measuring set, provided the apparatus used gives results which can be correlated with measurements made with the C.I.S.P.R. measuring set.

Attention is drawn to the convenience of using a panoramic receiver, particularly if the working frequency changes appreciably during the work.

Note. — Care should be taken to ensure that the screening and the spurious response rejection characteristics are adequate when making measurements on high-power equipment.

4.3.2 *Output circuit to be used during measurement*

4.3.2.1 *Medical equipment*

The output circuit to be used to load the medical equipment depends on the nature of the electrodes with which it is to be used.

Dans le cas des appareils médicaux à électrodes capacitives, on utilisera pour les mesures une charge fictive. Cette charge fictive doit être essentiellement résistive et capable d'absorber la puissance de sortie maximale nominale de l'appareil.

Les deux bornes de connexion de la charge fictive doivent être situées aux extrémités opposées de la charge et chaque borne doit être reliée directement à un plateau métallique ayant un diamètre de 170 ± 10 mm. On utilisera pour les mesures les câbles et les électrodes capacitives fournis avec l'appareil. Les électrodes capacitives doivent être disposées aux extrémités de la charge fictive, parallèlement aux plateaux métalliques circulaires et leur distance à ceux-ci doit être réglée de façon que la puissance dissipée dans la charge fictive ait la valeur appropriée.

Les mesures sont effectuées pour la position horizontale et la position verticale de la charge fictive. La figure 14, page 66, donne une vue d'ensemble du dispositif. Dans chaque cas lors des mesures de champ, on fera pivoter l'ensemble comprenant l'appareil médical, les câbles, les électrodes capacitives et la charge fictive autour d'un axe vertical afin de déterminer la valeur maximale du champ rayonné.

Note. — Les dispositions de lampes suivantes se sont montrées satisfaisantes pour les mesures sur de nombreux types d'appareils dans la gamme de puissance indiquée:

- a) puissance nominale des appareils comprise entre 100 et 300 W:
4 lampes de 60 W/110 V en parallèle ou 5 lampes de 60 W/125 V, en parallèle;
- b) puissance nominale des appareils comprise entre 300 et 500 W:
4 lampes de 100 W/125 V en parallèle ou 5 lampes de 100 W/150 V, en parallèle.

Pour les appareils médicaux du type inductif, on fera les mesures en utilisant les câbles et les bobines fournis avec l'appareillage servant au traitement du patient. La charge pour l'essai doit comporter un récipient tubulaire vertical en matériau isolant de 10 cm de diamètre. Ce récipient est rempli sur une hauteur de 50 cm par une solution saline comportant 9 g de chlorure de sodium par litre d'eau distillée.

Le récipient est placé à l'intérieur de la bobine, de manière que son axe soit confondu avec celui de la bobine. Le milieu de la bobine et celui de la charge liquide doivent également coïncider.

Les mesures doivent être faites pour la puissance maximale et pour une valeur moitié de cette puissance et, quand cela est possible, la charge de sortie doit être accordée sur la fréquence fondamentale de l'appareil.

4.3.2.2 Appareils industriels

Les appareils industriels seront essayés soit avec la charge utilisée en service, soit avec un dispositif équivalent. Si l'appareil en essai doit être raccordé à des canalisations auxiliaires (eau, gaz, air, etc.), il faudra prévoir des sections de raccordement en tubes isolants d'au moins 3 m de longueur. Pour les mesures faites avec la charge utilisée en service, on disposera les câbles et les électrodes comme pour leur usage normal. Les mesures doivent être faites à la puissance de sortie maximale et à la valeur moitié de cette puissance. Les appareils qui fonctionnent normalement avec une puissance de sortie nulle ou très faible doivent également donner lieu à des mesures dans ces conditions.

Au cours des mesures de rayonnement, on fera pivoter autour d'un axe vertical l'ensemble comprenant l'appareil, les câbles, les électrodes et la charge, que celle-ci soit fictive ou bien que ce soit celle utilisée en service afin de déterminer la valeur maximale du champ rayonné. Si l'appareil et sa charge sont trop encombrants pour qu'on puisse les faire pivoter, on les laissera fixes et on effectuera autour de ceux-ci une série de mesures en nombre suffisant pour déterminer la direction du rayonnement maximal.

Note. — L'expérience a montré qu'un dispositif de charge avec circulation d'eau convient pour de nombreux types d'appareils pour chauffage diélectrique.

For medical equipment with capacitive electrodes, a dummy load shall be used during measurement. The dummy load shall be substantially resistive and capable of absorbing the rated maximum output power of the equipment.

The two terminals of the dummy load shall be at opposite ends of the load and each terminal shall be jointed directly to a circular flat metal plate having a diameter of 170 ± 10 mm. Measurements shall be made with each of the output cables and capacitive electrodes supplied with the equipment. The capacitive electrodes are to be disposed parallel to the circular metal plates at the ends of the dummy load, the spacing between them being adjusted to produce the appropriate power dissipation in the dummy load.

Measurements shall be made with the dummy load both horizontal and vertical. The general arrangement is shown in Figure 14, page 66. In each case the medical equipment, together with the output cables, capacitive electrodes and dummy load, shall be rotated around its vertical axis during measurement of field strength in order that the maximum value can be measured.

Note. — The following arrangement of lamps has been found suitable for testing many types of equipment in the power range stated:

- a) nominal output power 100–300 W:
4 lamps 110 V/60 W, or 5 lamps 125 V/60 W, in parallel;
- b) nominal output power 300–500 W:
4 lamps 125 V/100 W, or 5 lamps 150 V/100 W, in parallel.

For medical equipment of the inductive type, measurements shall be made using the cables and coils supplied with the equipment for connection to the patient. The test load shall consist of a vertical tubular container of insulating material, having a diameter of 10 cm. It is filled to a depth of 50 cm with a salt solution consisting of 9 g of sodium chloride in 1 litre of distilled water.

The container is placed within the coil with the axis of the container coincident with the axis of the coil. The centres of the coil and the liquid load shall also coincide.

Measurement shall be made both at maximum and half-maximum power and, where the output circuit can be tuned, it shall be tuned to resonance with the fundamental frequency of the apparatus.

4.3.2.2 Industrial equipment

The load used when industrial equipment is tested may be either the load used in service or an equivalent device. Where means for connecting auxiliary services such as water, gas, air, etc., are provided, connection of these services to the equipment under test shall be made by insulating tubing not less than 3 m long. When testing with the load used in service, the electrodes and cables shall be disposed in the manner of their normal use. Measurements shall be made at both maximum output power and at half-maximum output power. Equipment which will normally operate at zero or very low output power shall also be tested in this condition.

During the measurement of field strength, the equipment, together with the output cables, electrodes and load, whether dummy or that used in service, shall be rotated round its vertical axis in order to measure the maximum value of the radiation. If the equipment and its load are too large to be rotated, they shall remain fixed and measurements shall be made at as many points around the equipment as are necessary to determine the direction of maximum radiation.

Note. — A circulating water load has been found suitable for many types of dielectric heating equipment.

4.3.2.3 Appareils scientifiques

Les appareils scientifiques qui devraient être essayés le seront dans les conditions de leur emploi normal.

4.3.3 Mesures de fréquence

Dans le cas des appareils prévus pour fonctionner à une fréquence comprise dans une des bandes à rayonnement libre, on utilisera pour contrôler la fréquence un appareil dont l'erreur de mesure ne dépassera pas un dixième de la tolérance admissible de la fréquence moyenne de la bande de fréquence à rayonnement libre.

La fréquence doit être mesurée pour toutes les valeurs de la charge à partir de la puissance la plus faible normalement utilisée jusqu'à la puissance maximale.

4.3.4 Mesures des tensions perturbatrices

La mesure des tensions perturbatrices injectées dans le réseau d'alimentation par l'appareil en essai sera faite conformément aux recommandations de la II^e Partie, en utilisant un réseau fictif normalisé en V, comportant une impédance de $150 \pm 20 \Omega$ (angle de phase $\pm 20^\circ$) entre chaque conducteur de phase et la terre. (Voir figure 2A, page 62.)

Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser les circuits de découplage et les réseaux fictifs, on emploiera la méthode indiquée à la figure 15, page 66. On effectuera les mesures successivement entre chaque conducteur de ligne et une terre appropriée (plaque de terre, conduite d'eau, tuyau métallique). La résistance totale entre ligne et terre sera portée à $1\,500 \Omega$ au moyen d'un condensateur C et d'une résistance convenable. L'erreur sur la précision de la mesure due à un dispositif qui serait utilisé pour protéger le récepteur contre des courants dangereux devra, soit être inférieure à 1 dB, soit être comprise dans l'étalonnage.

Note. — Lors des mesures de tensions perturbatrices, il faudra éviter que des tensions parasites ne soient induites dans les cordons d'alimentation par action directe. Si nécessaire, on blindera l'appareil de mesure ainsi que les cordons d'alimentation de l'appareil en essai.

4.3.5 Mesures des champs perturbateurs

4.3.5.1 Aérien pour la mesure de la composante électrique du champ

L'aérien est une antenne-touet de 1 m de longueur disposée verticalement. L'aérien et le récepteur de mesure sont placés sur une table métallique d'une hauteur telle que la base de l'aérien se trouve à 1,2 m au-dessus du sol. La partie supérieure de la table doit avoir 1 m sur 1 m et les supports doivent être constitués par des tôles métalliques afin de réduire les effets sur le circuit d'antenne et d'éviter que des résonances ne se produisent dans la bande de fréquence considérée.

4.3.5.2 Aérien pour la mesure de la composante magnétique du champ

L'aérien est un cadre symétrique de dimensions telles qu'il s'inscrive dans un carré de 60 cm de côté, ou un cadre non symétrique de mêmes dimensions et blindé de manière à réduire l'induction électrique. Le cadre est disposé verticalement et doit être orientable autour d'un axe vertical. Son point le plus bas sera à 1 m au-dessus du sol.

Note. — Pour la symétrisation de l'aérien, voir paragraphe 3.2.3.

4.3.5.3 Distance de mesure

La distance de mesure pour les mesures faites sur un terrain d'essai normalisé, comptée entre l'axe vertical de la plaque tournante supportant l'appareil en essai et l'aérien de mesure, doit être de 100 m.

4.3.2.3 *Scientific equipment*

If the need arises to test scientific equipment, it shall be tested under normal operating conditions.

4.3.3 *Frequency measurements*

For equipment which is intended to operate on a fundamental frequency in one of the free-radiation bands, the frequency shall be checked with equipment having an inherent error of measurement not greater than one-tenth of the permissible tolerances for the mid-band frequency of the free-radiation band.

The frequency shall be measured over the load range from the lowest power normally used to maximum power.

4.3.4 *Voltage measurements*

Measurements of the r.f. voltage injected into the supply mains shall be made in accordance with the recommendations in Part II, using the V-network, consisting of an impedance of $150 \pm 20 \Omega$ (phase angle $\pm 20^\circ$) between each line and earth. (See Figure 9A, page 62).

When isolating and artificial-mains networks cannot be used, the method shown in Figure 15, page 66, shall be used. The measurements shall be made between each line and a suitable earth (earth plate, water pipe, metal tube) with a blocking capacitor C and a resistor such that the total resistance between line and earth is 1500Ω . The effect on the accuracy of measurement of any device, which may be used to protect the measuring set against dangerous currents, shall either be less than 1 dB or be allowed for in calibration.

Note. — When making voltage measurements, care must be taken to avoid spurious voltage being induced into the supply leads by direct pick-up, and it may be necessary to screen the measuring set and the supply leads from the equipment.

4.3.5 *Radiation measurements*

4.3.5.1 *Electric aerial*

The electric aerial shall be a vertical rod 1 m in length. The aerial and measuring set shall be supported by a metal table of such height that the base of the aerial is 1.2 m above the ground. The dimensions of the table top shall be 1 m by 1 m and the supports of the table shall consist of metal sheets to minimize its effect upon the aerial circuit so that resonance effects will not occur within the frequency band concerned.

4.3.5.2 *Magnetic aerial*

The magnetic aerial shall be a balanced loop of dimensions such that it will be completely enclosed by a square having sides 60 cm in length, or an unbalanced loop of the same dimensions with screening to reduce electric pick-up. The aerial shall be supported in a vertical plane and be rotatable about a vertical axis. The lowest point of the loop shall be 1 m above the ground.

Note. — For balance of aerial, see Sub-clause 3.2.3.

4.3.5.3 *Distance of measurement*

For measurements at a standard test site, the distance between the measuring set aerial and the vertical axis of the turntable which supports the equipment under test shall be 100 m.

L'appareil en essai est placé sur la plaque tournante de façon telle que le milieu de la partie rayonnante soit aussi près que possible du centre de rotation.

Les mesures sur les appareils qui ne sont pas soumis aux essais sur un terrain d'essai normalisé ne sont effectuées qu'après installation de ceux-ci dans les locaux de l'utilisateur. Dans ce cas, les mesures doivent être effectuées à une distance de 100 m de la bordure de l'établissement de l'utilisateur.

4.3.5.4 Terrain d'essai normalisé

Le terrain d'essai doit être libre de tout objet réfléchissant afin de s'affranchir de l'influence de ceux-ci sur les résultats.

4.3.5.5 Disposition des appareils et connexion de ceux-ci au réseau

Lors de l'installation de l'appareil sur le terrain d'essai, on doit prendre des précautions en ce qui concerne la disposition des câbles, etc., de manière à s'assurer que des effets indésirables ne se produisent pas. Quand l'appareil est installé sur une plaque tournante, celle-ci doit être effectivement non métallique et sa partie inférieure ne doit pas dépasser une hauteur de 50 cm au-dessus du sol. Si l'appareil est muni d'une borne de terre spéciale, celle-ci doit être reliée à la terre par un conducteur aussi court que possible. Si l'appareil ne comporte aucune borne de terre, il est essayé avec des connexions normales, c'est-à-dire que toute mise à terre se fait par l'intermédiaire de l'alimentation. Si l'appareil en essai est livré avec un câble souple d'alimentation, la plus grande partie possible de celui-ci doit être sur le sol.

REMARQUES

Toutes les mesures doivent être conduites en conformité avec les parties précédentes de la présente publication. Il est recommandé d'exprimer les mesures en décibels par rapport à 1 $\mu\text{V/m}$.

4.4 Réseaux de transmission d'énergie à haute tension

4.4.1 Fréquence de mesure

La fréquence de mesure de référence sera 500 kHz. Les mesures doivent être faites de préférence à cette fréquence ou à une valeur voisine (500 ± 100 kHz par exemple). Il est normalement nécessaire dans une mesure de champ d'effectuer un examen approfondi du spectre de bruit afin d'en déduire une courbe moyenne permettant d'éviter les erreurs qui pourraient résulter de la présence d'ondes stationnaires.

Notes 1. — Le choix de la fréquence de 500 kHz se justifie du fait qu'en général la zone de décroissance du spectre des perturbations n'est pratiquement pas encore atteinte. De plus, cette fréquence se situe entre les gammes réservées aux ondes longues et moyennes de la radiodiffusion, ce qui la rend fréquence « libre » en beaucoup de pays.

2. — En cas d'essais en laboratoire, une fréquence de mesure de 1 MHz est souvent avantageuse étant donné le nombre déjà élevé d'équipements de mesure appropriés; en outre, les considérations de la Note 1 relatives à une fréquence de 500 kHz ne s'appliquent pas aussi rigoureusement pour les essais en laboratoire. Il sera toutefois nécessaire d'établir la corrélation entre les mesures et celles qui seraient réalisées à la fréquence de référence de 500 kHz.

The equipment shall be disposed on the turntable so that the centre of radiation shall be as near as possible to the centre of rotation.

For equipment which is not tested at a standard test site, measurements shall be made after the equipment has been installed in the user's premises. In this case, measurements shall be made at a distance of 100 m from the boundary of the user's premises.

4.3.5.4 *Standard test site*

The test site shall be free from reflecting objects so that the results will not be affected.

4.3.5.5 *Disposition of equipment and its connection to the supply mains*

When the equipment is installed at a standard test site, precautions must be taken with the layout of cables, etc., to ensure that spurious effects do not occur. When the equipment is mounted on a turntable, this shall be substantially non-metallic and its floor shall be not higher than 50 cm above ground level. When the equipment is fitted with a special earthing terminal, this shall be connected to earth by a lead as short as possible. When no earth terminal is fitted, the equipment shall be tested as normally connected, that is, any earthing is obtained through the mains supply. When the equipment under test is supplied with a flexible mains cable, as much of this as possible shall be on the ground.

REMARKS

All measurements should be made in accordance with the preceding sections of this publication. It is recommended that all measurements be expressed in decibels with respect to $1 \mu\text{V/m}$.

4.4 *High-voltage transmission systems*

4.4.1 *Measurement frequency*

The reference measurement frequency shall be 500 kHz. Measurements should preferably be made at this frequency or close to it (for example, 500 ± 100 kHz). For field measurements, it is usually necessary to make a thorough examination of the noise spectrum so that a mean curve may be derived which avoids errors which may be introduced by the presence of standing waves.

Notes 1. — The frequency of 500 kHz has been chosen because, in general, the spectrum of the noise has not yet begun to fall significantly. Also, it is between the long and medium wave broadcast bands and is a "free" frequency in many countries.

2. — For laboratory tests, a measurement frequency of 1 MHz may have an advantage because of the existence of suitable measuring equipment in large numbers; in addition, the considerations of Note 1 in respect of 500 kHz do not apply so strongly in laboratory tests. In all cases, it will be necessary to correlate the measurements with those which would have been obtained using the reference frequency of 500 kHz.

4.4.2 Mesures de tensions (courants) perturbateurs des équipements de ligne

4.4.2.1 Circuit d'essai

La figure 16, page 67, représente le schéma du circuit d'essai qui doit être utilisé pour la mesure, en laboratoire, des tensions (courants) perturbateurs engendrés par les équipements à haute tension.

Note. — Le schéma dans la figure 16A est d'utilisation générale et doit être considéré comme schéma normalisé. Toutefois, on pourra éventuellement se servir du schéma représenté par la figure 16B, qui procède par mesure du courant perturbateur injecté par l'équipement en essai du côté de sa mise à la terre. Cette seconde méthode n'est significative que si l'équipement est représentable par une capacité ponctuelle bien définie; elle sera pour cette raison réservée à l'essai de matériels tels qu'isolateurs courts individuels par exemple. Son intérêt réside dans la possibilité de comparer instantanément le niveau perturbateur de plusieurs isolateurs soumis simultanément à une même haute tension. On peut d'autre part supprimer le condensateur de découplage C_m lorsque sont essayés simultanément plus de cinq isolateurs et lorsqu'on cherche surtout à déceler dans ce lot un élément défectueux, mais il faut noter que le condensateur C_m permet un meilleur filtrage du bruit de fond produit par la source.

4.4.2.2 Impédance de mesure

L'impédance de la branche de mesure entre le conducteur à haute tension et la terre ($Z_s + R_L$ de la figure 16A) sera de $300 \pm 40 \Omega$ avec un argument ne dépassant pas 20° .

On peut aussi employer un condensateur C_m à la place du filtre accordé Z_s , à condition que sa capacité soit au moins cinq fois supérieure à la capacité C_e de l'équipement en essai, telle qu'on la mesurerait entre la connexion haute tension (y compris celle-ci) et la terre. Il importe aussi que la fréquence propre de C_m ne soit pas trop basse, ce qui exige un condensateur de réalisation spéciale à très faible self-induction.

Notes 1. — Une inductance L peut être branchée en parallèle sur la résistance de mesure R_L , de façon à dériver le courant à fréquence industrielle.

2. — Le comportement du circuit d'essai peut se contrôler en utilisant un générateur de signaux à haute impédance (par exemple $100\,000 \Omega$) en lieu et place de l'appareil.

4.4.2.3 Filtre

Le filtre F de la figure 16A, page 67, doit:

1. Ne pas modifier substantiellement, pour la fréquence de mesure, l'impédance entre le conducteur et la terre (Z_s et R_L de la figure 16A, page 67).
2. S'opposer au passage des perturbations pouvant provenir du générateur à haute tension.

4.4.2.4 Longueur du conducteur à haute tension

La longueur du conducteur à haute tension utilisé pour l'essai, comprise entre le filtre F et l'extrémité libre, restera de préférence inférieure à 5 m. Si les conditions opératoires imposent une plus grande longueur, celle-ci sera indiquée.

4.4.2.5 Bruit de fond

Les tensions perturbatrices non produites par l'objet essayé devront conduire à une indication d'au moins 20 dB inférieure à la plus faible tension que l'on désire mesurer ou ne seront pas mesurables.

4.4.2.6 Durée d'application de la haute tension

Le niveau perturbateur peut dépendre de la durée pendant laquelle l'équipement essayé a été soumis à la haute tension dans le temps qui précède immédiatement la mesure. En conséquence, il est recommandé de commencer par stabiliser le niveau perturbateur à une tension supérieure à la tension de mesure (au maximum 1,5 fois la tension de mesure). Si on désire relever la courbe du niveau en fonction de la tension, on opérera par valeurs décroissantes à partir de la tension de stabilisation.

4.4.2 Voltage (current) measurement for line equipment

4.4.2.1 Test circuit

The test circuit which should be used for the measurement in a laboratory of the noise voltage (current) generated by high-voltage equipment is shown in Figure 16, page 67.

Note. — The arrangement in Figure 16A is for general use and should be regarded as a standard arrangement. However, use can be made of the arrangement shown in Figure 16B, which measures the noise current injected by the equipment being tested from its earth side. This second method is significant only if the equipment can be represented by a well-defined capacitance; for this reason, it should be reserved for the testing of components such as short insulators for example. Its advantage lies in the possibility of making instant comparisons of the level of interference of several insulators subjected simultaneously to the same high tension. It is also possible to omit the decoupling capacitor C_m when more than five insulators are tested simultaneously and when the test is mainly directed at finding a defective element in this group, but it should be noticed that capacitor C_m secures a better filtering of the noise produced by the source.

4.4.2.2 Measuring impedance

The impedance between the test conductor and earth ($Z_s + R_L$ in Figure 16A) shall be $300 \pm 40 \Omega$, with a phase angle not exceeding 20° .

A capacitor C_m may also be used in place of the filter Z_s , provided that its capacitance is at least five times greater than the capacitance C_e of the equipment being tested, as measured between the high tension connection (including the latter) and earth. It is also essential for the resonant frequency of C_m not to be too low, which requires a specially designed capacitor with very low self-inductance.

Notes 1. — An inductor L may be used to shunt power-frequency currents from the network R_L .

2. — The behaviour of the network may be checked by using a high impedance signal generator (e.g. $100\,000 \Omega$) in place of the equipment under test.

4.4.2.3 Isolating network

The filter F in Figure 16A, page 67, should:

1. Not modify substantially, at the measurement frequency, the impedance between the test conductor and earth (Z_s and R_L of Figure 16A, page 67).
2. Isolate the test circuit from noise which may come from the high-voltage generator.

4.4.2.4 Length of test conductor

The length of the test conductor from the filter F to the conductor termination should preferably be not more than 5 m. Where conditions of operation require a greater length of conductor, the length should be stated.

4.4.2.5 Background noise

Noise voltages not produced by the object under test shall give an indication on the measuring set at least 20 dB below the lowest voltage to which it is desired to measure, or shall be not measurable.

4.4.2.6 Time of application of voltage

The noise level may depend on the time for which the test object has been stressed immediately prior to the measurement. It is therefore recommended that the noise level first be stabilized for a voltage in excess of that used for the measurement (not more than 1.5 times the measurement voltage). If a curve showing the noise level as a function of the voltage is required, the voltage shall be decreased from the value used for stabilization.

4.4.2.7 Effet de la pollution et de la pluie

Les mesures de bruit sont généralement effectuées lorsque les isolateurs sont secs et propres. Il est recommandé d'effectuer également ces mesures sous pluie artificielle et sur des isolateurs qui auront été exposés dans des régions polluées. A partir de telles mesures, il sera peut-être possible de déterminer l'incidence de l'humidité et de la pollution sur le niveau de bruit produit par différents types d'isolateurs dans des conditions données.

4.4.3 Mesure des champs perturbateurs (sur lignes aériennes)

4.4.3.1 Aérien

L'aérien utilisé sera de préférence un cadre conforme aux spécifications des paragraphes 3.2.2 et 3.2.3. La base du cadre sera placée à 2 m environ au-dessus du sol. Dans le cas où une antenne-tige serait utilisée, elle devrait être conforme aux spécifications du paragraphe 3.2.1. On devra s'assurer que les dispositifs d'alimentation ou les autres conducteurs reliés à l'équipement de mesure ne modifient pas l'étalonnage. Il faut également noter que les mesures faites avec un aérien dissymétrique se rapportent uniquement à l'effet d'un champ électrique sur une antenne verticale.

Notes 1. — L'aérien est orientable autour d'un axe vertical et l'indication maximale est retenue. Si le plan n'est pas pratiquement parallèle à la direction de la ligne, il convient d'indiquer cette particularité.

2. — La hauteur de 2 m permet l'établissement du cadre sur le toit d'un véhicule.

3. — On peut utiliser un cadre ne répondant pas au paragraphe 3.2.2 pour autant que l'équivalence avec un cadre C.I.S.P.R. soit établie.

4. — La préférence a été accordée aux mesures de la composante magnétique du champ en raison des difficultés que l'on peut rencontrer lors de mesures de la composante électrique par suite du couplage de l'aérien correspondant avec la ligne.

4.4.3.2 Distance de mesure

Il est nécessaire de relever un profil transversal du champ perturbateur. Afin de permettre des comparaisons, la distance de référence définissant le niveau perturbateur de la ligne sera choisie égale à 20 m, cette distance étant mesurée depuis le centre du cadre jusqu'au conducteur le plus proche. On indiquera la hauteur de ce conducteur au-dessus du sol.

Note. — Si des échelles logarithmiques sont utilisées pour représenter le champ en fonction de la distance, on obtient sensiblement une droite. Dans ces conditions, le champ à 20 m s'obtient facilement par une interpolation ou une extrapolation (voir figure 17, page 68).

4.4.3.3 Emplacement de mesure

Les mesures se feront à mi-distance d'une portée et de préférence sur différentes portées de la ligne. On évitera les emplacements voisins d'un changement de direction ou d'un croisement et on essaiera autant que possible de se placer à plus de 10 km d'une sous-station.

Note. — Des mesures à mi-distance de plusieurs portées doivent permettre d'éliminer les erreurs occasionnées par d'éventuelles ondes stationnaires.

4.4.3.4 Information complémentaire

Les résultats des mesures doivent être accompagnés des informations complémentaires suivantes :

- i) Gradient de potentiel à la surface des conducteurs au moment des mesures (exprimé en valeur efficace) (voir annexe F).
- ii) Conditions atmosphériques: température, pression (altitude), humidité, vitesse du vent, etc.
- iii) Type d'isolateur. Si le type d'isolateur a été soumis à des mesures de tensions perturbatrices, information doit en être donnée.

4.4.2.7 *Effect of pollution and rain*

Noise measurements are usually made when the insulators are dry and clean. It is recommended that measurements should also be made under artificial rain and on insulators which have been exposed to polluted atmospheres. From such measurements, it may be possible to determine the effect of moisture and pollution on the noise level produced by different types of insulator under specific conditions.

4.4.3 *Radiation measurements (on overhead lines)*

4.4.3.1 *Aerial*

The aerial should preferably be a loop conforming with the requirements of Sub-clauses 3.2.2 and 3.2.3. The base of the loop should be about 2 m above ground. If a rod aerial is used, it should comply with the requirements of Sub-clause 3.2.1. A check should be made to ensure that the supply mains or other conductors connected to the measuring equipment do not affect the calibration. It should also be noted that measurements made with an asymmetrical aerial refer only to the effect of the electric field on a vertical aerial.

- Notes 1.* — The aerial is rotated about a vertical axis and the maximum indication quoted. If the plane of the loop is not effectively parallel to the direction of the line, the orientation should be stated.
- 2.* — The height of 2 m permits the use of the aerial on the roof of a motor vehicle.
- 3.* — Loop aerials not conforming to the requirements of Sub-clause 3.2.2 may be used provided that equivalence to the C.I.S.P.R. loop can be demonstrated.
- 4.* — Preference has been given to magnetic field measurement since difficulties may arise with the electric field measurement because of electric induction from the power-frequency voltage on the line.

4.4.3.2 *Distance of measurement*

It is necessary to determine the transverse profile of the noise field. For purposes of comparison, the reference distance defining the noise level of the line should be 20 m. The distance shall be measured from the centre of the loop to the nearest conductor. The height of the conductor above the ground should be noted.

Note. — If the field is plotted as a function of the distance using a logarithmic scale, a substantially straight line is obtained. Under these conditions, the field at 20 m is readily obtained by interpolation or extrapolation (see Figure 17, page 68).

4.4.3.3 *Position of measurement*

Measurements shall be made at mid-span and preferably at several such positions. Measurements should not be made near points where lines change direction or intersect. Wherever possible, measurements should be made at a distance greater than 10 km from a sub-station.

Note. — Measurement at several mid-span positions will help to avoid errors arising from the effect of standing waves.

4.4.3.4 *Additional information*

When the results of measurements are submitted, the following additional information should be quoted:

- i)* Voltage gradient at conductors – maximum r.m.s. value for voltage on line at time of measurements (see Appendix F).
- ii)* Atmospheric conditions – temperature, pressure (altitude), humidity, wind speed, etc.
- iii)* Type of insulator – if noise voltage measurements have been made on the type, the information should be included.

- iv) Configuration de la ligne, notamment:
 - a) présence ou non d'un conducteur de terre;
 - b) nombre de conducteurs par phase et disposition relative;
 - c) nature du conducteur;
 - d) hauteur des conducteurs au-dessus du sol.
- v) Age de la ligne.
- vi) Type de pylônes (en métal, bois ou béton).
- vii) Distance à la sous-station la plus proche et présence ou non de filtres destinés aux communications par courants porteurs.
- viii) Les résultats donnés proviennent-ils d'une mesure isolée ou d'évaluations statistiques?
- ix) Charge de la ligne (lorsque ce renseignement peut présenter un intérêt).
- x) Période au cours de laquelle les mesures ont été effectuées.
- xi) Résistivité du sol lorsqu'elle est connue.

Notes 1. — Il est commode de présenter les résultats sous forme statistique en utilisant les diagrammes de représentation des probabilités cumulatives. On peut résumer les résultats en indiquant les niveaux perturbateurs dépassés pendant 5%, 50% et 95% du temps.

2. — Pour une évaluation complète des perturbations produites par une ligne à haute tension et l'obtention de résultats significatifs, il est nécessaire que les mesures s'étendent sur une période suffisamment longue.

- iv) Conductor configuration including:
 - a) presence or not of earth conductor;
 - b) number of conductors per phase and relative disposition;
 - c) nature of conductor;
 - d) height of conductor above ground.
- v) Age of line.
- vi) Line support – metal tower or wood or concrete pole.
- vii) Distance from nearest sub-station and the presence or not of line traps for carrier communication equipment.
- viii) Whether the results are from a single measurement or from a statistical assessment.
- ix) The line loading (where this may be important).
- x) The period over which the observations have been made.
- xi) Resistivity of the soil if known.

Notes 1. — Data may conveniently be presented in statistical form using cumulative probability paper. Results may be summarized by quoting the noise levels exceeded for 5%, 50% and 95% of the time.

2. — For full assessment of the interference from a high voltage line, only measurements made over a sufficiently long period may be considered as significant.

ANNEXE A

DÉFINITIONS ET MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES FONDAMENTALES DU RÉCEPTEUR

1. Bande passante

La bande passante est la largeur de la courbe de sélectivité globale du récepteur pour un affaiblissement de 6 dB.

Note. — Dans le cas de signaux impulsifs, la bande passante rectangulaire équivalente, pour un récepteur usuel comportant une chaîne de circuits couplés en dessous du couplage critique, est égale à la largeur de la courbe de sélectivité globale pour un affaiblissement de 7 dB.

Pour un tel récepteur possédant une bande passante de 9 kHz pour l'affaiblissement de 6 dB, la bande passante rectangulaire aurait une largeur de 9,5 kHz, à laquelle correspond le niveau de référence de 0,316 μ Vs cité en 1.2.1.

La définition de la bande passante énoncée ci-dessus a néanmoins été adoptée pour rester en accord avec l'usage courant et avec les spécifications antérieures du C.I.S.P.R., suivant lesquelles sont réalisés les récepteurs de mesure actuellement en service.

2. Constante de temps électrique à la charge

La constante de temps électrique à la charge est le temps nécessaire pour que, après l'application instantanée d'une tension sinusoïdale d'amplitude constante à l'entrée de l'étage précédant immédiatement celle du voltmètre de quasi-crête, la tension détectée atteigne 63% de sa valeur finale.

Cette constante de temps est mesurée de la manière suivante au cas où le récepteur est du type superhétérodyne (si le récepteur est d'un autre type, la transposition est aisée).

Une onde sinusoïdale d'amplitude constante et de fréquence égale à la fréquence intermédiaire (valeur correspondant au centre de la bande passante) est appliquée à la grille de la dernière lampe de l'amplificateur à fréquence intermédiaire. On note l'élongation D relevée sur un dispositif de mesure sans inertie (oscillographe à rayons cathodiques) indiquant la tension en un point de l'amplificateur à courant continu choisi de telle façon que son raccordement ne puisse troubler le fonctionnement du détecteur. L'amplitude de l'onde sera telle que les réponses des étages intéressés restent dans les zones de fonctionnement linéaire. Ensuite, par un dispositif approprié, on n'applique l'onde sinusoïdale, d'amplitude maintenue constante, que pendant un temps limité (train d'ondes à enveloppe rectangulaire). Le temps pour lequel la déflexion relevée vaut 0,63 D est égal à la constante de temps électrique à la charge du voltmètre de quasi-crête.

3. Constante de temps électrique à la décharge

La constante de temps électrique à la décharge est le temps nécessaire pour que, après la suppression instantanée d'une tension sinusoïdale d'amplitude constante appliquée à l'entrée de l'appareil, la tension détectée soit réduite à 37% de sa valeur initiale.

Le procédé de mesure est analogue au précédent, mais, en second lieu, à la place d'une application de l'onde pendant un temps limité, on interrompt cette tension pendant un temps défini. Le temps pour lequel l'élongation tombe à 0,37 D est la constante de temps électrique à la décharge du voltmètre de quasi-crête.

APPENDIX A

DEFINITIONS AND METHODS OF MEASURING THE FUNDAMENTAL CHARACTERISTICS OF THE RECEIVER

1. Bandwidth

The bandwidth is the width of the overall selectivity curve of the receiver at a level 6 dB below the mid-band response.

Note. — For impulsive signals, the bandwidth of an idealized rectangular filter giving the same peak value of response as a receiver comprising a cascade of circuits with less than critical coupling is approximately equal to the bandwidth at a level 7 dB below the mid-band response.

For such a receiver having a bandwidth of 9 kHz at the 6 dB points, the bandwidth of the rectangular filter giving the same peak value of response will be 9.5 kHz; this is the case corresponding to the reference level of 0.316 μ Vs quoted in Clause 1.2.1.

The 6 dB definition of bandwidth given above has, however, been adopted in accordance with current usage and with previous C.I.S.P.R. specifications on the basis of which the measuring sets at present in use have been made.

2. Electrical charge time-constant

The electrical charge time-constant is the time needed, after the instantaneous application of a constant sine-wave voltage to the stage immediately preceding the input of the quasi-peak voltmeter, for the output voltage of the voltmeter to reach 63% of its final value.

For the superheterodyne type of receiver, the time-constant is measured as follows (if the receiver is of another type, the necessary modifications will be obvious).

A sine-wave signal of constant amplitude and frequency equal to the mid-band frequency of the i.f. amplifier is applied to the grid of the last valve of the i.f. amplifier. The indication D of an instrument having no inertia (cathode-ray oscilloscope) connected at a point in the d.c. amplifier circuit so as not to affect the behaviour of the detector, is noted. The level of the signal shall be such that the response of the stages concerned remains within the linear operating range. A sine-wave signal of this level is then applied for a limited time only (wave train of rectangular envelope); the duration of this signal, for which the deflection registered is 0.63 D , is equal to the charge time-constant of the quasi-peak voltmeter.

3. Electrical discharge time-constant

The electrical discharge time-constant is the time needed, after the instantaneous removal of a constant sine-wave voltage applied to the input of the apparatus, for the output voltage of the voltmeter to fall to 37% of its initial value.

The method of measurement is analogous to that for the charge time-constant, but instead of a signal being applied for a limited time, the signal is interrupted for a definite time. This time, during which the deflection falls to 0.37 D , is the discharge time-constant of the quasi-peak voltmeter.

4. Constante de temps mécanique de l'instrument indicateur

La constante de temps mécanique de l'instrument indicateur réglé à l'amortissement critique est égale à $T_L/2\pi$, T_L étant la période de l'oscillation libre de l'équipage mobile de l'instrument, tout amortissement étant supprimé.

L'instrument étant réglé à l'amortissement critique, la loi du mouvement de son équipage s'exprime par :

$$T^2 \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + 2T \frac{d\alpha}{dt} + \alpha = ki$$

où: α = l'élongation,

i = le courant traversant l'instrument,

T = la constante de temps de ce dernier.

On déduit de cette relation que cette constante de temps peut alors encore se définir comme étant égale à la durée d'une impulsion de courant rectangulaire (d'amplitude constante) qui produit une élongation maximale égale à 35% de l'élongation permanente que produirait un courant continu de même amplitude que celle de l'impulsion rectangulaire.

Note. — Les méthodes de mesure et de réglage sont déduites de ces définitions :

a) La période d'oscillations libres étant réglée à 1 seconde, l'équipage est amorti de façon que $\alpha_T = 0,35 \alpha_{\max}$.

b) Lorsqu'on ne peut mesurer l'oscillation libre, on règle l'amortissement de façon que l'instrument ait un léger dépassement balistique (qui doit cependant rester inférieur à 5%) et l'on ajuste le moment d'inertie de l'équipage pour que $\alpha_T = 0,35 \alpha_{\max}$.

5. Réserves de linéarité

Le niveau maximal pour lequel la réponse en régime permanent d'un circuit (ou d'un groupe de circuits) ne s'écarte pas de plus de 1 dB de la linéarité idéale définit la zone de fonctionnement pratiquement linéaire de ce circuit (ou de ce groupe de circuits).

Le rapport de ce niveau à celui qui correspond à la pleine élongation de l'instrument indicateur définit la réserve de linéarité du circuit (ou du groupe de circuits) considéré.

6. Influence des caractéristiques du récepteur sur sa réponse aux impulsions

Le niveau de la courbe de réponse aux impulsions aux fréquences de répétition élevées dépend essentiellement de la largeur de la bande passante.

A l'opposé, aux fréquences de répétition basses, ce sont les constantes de temps qui jouent un rôle déterminant.

Aucune tolérance n'est fixée pour ces constantes de temps, mais il est signalé à titre indicatif qu'une valeur de 20% est estimée raisonnable.

Ce sont également à ces fréquences de répétition basses que l'effet d'un défaut dans les réserves de linéarité se remarquerait. Les valeurs requises pour ces réserves de linéarité correspondent à l'exigence de mesure correcte d'une impulsion isolée avec la bande passante et les constantes de temps imposées.

Le contrôle de la courbe de réponse aux impulsions aux deux extrémités de l'étendue de mesure de l'appareil indicateur couvre celui d'un éventuel défaut de linéarité de la détection (défaut souvent caractérisé par la dénomination d'« effet d'incertitude » dans les publications C.I.S.P.R. antérieures). L'expérience montre que les fréquences de répétition des impulsions voisines de 20 Hz sont les plus critiques à cet égard.

4. Mechanical time-constant of the indicating instrument

The mechanical time-constant of a critically-damped instrument is equal to $T_L/2\pi$, where T_L is the period of free oscillation of the instrument with all damping removed.

For a critically-damped instrument, the equation of motion of the system may be written as:

$$T^2 \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + 2T \frac{d\alpha}{dt} + \alpha = ki$$

where: α = the deflection,

i = the current through the instrument,

T = the time-constant of the instrument.

It can be deduced from this relation that this time-constant can also be defined as being equal to the duration of a rectangular pulse (of constant amplitude) which produces a deflection equal to 35% of the steady deflection produced by a continuous current having the same amplitude as that of the rectangular pulse.

Note. — The methods of measurement and adjustment are deduced from these definitions:

- a) The period of free oscillation having been adjusted to 1 second, damping is added so that $\alpha_T = 0.35 \alpha_{\max}$.
- b) When the period of the oscillation cannot be measured, the damping is adjusted to be just below critical such that the overswing is not greater than 5% and the moment of inertia of the movement made such that $\alpha_T = 0.35 \alpha_{\max}$.

5. Overload factor

The maximum level at which the steady state response of a circuit (or group of circuits) does not depart by more than 1 dB from ideal linearity defines the range of practical linear function of the circuit (or group of circuits).

The ratio of this level to that which corresponds to full scale deflection of the indicating instrument is called the overload factor of the circuit (or group of circuits) considered.

6. Influence of the receiver characteristics upon its pulse response

The level of the pulse response curve for high repetition frequencies depends essentially on the magnitude of the bandwidth.

On the other hand, for low repetition frequencies the time-constants play the more important role.

No tolerance has been stated for these time-constants, but it is suggested for guidance that a value of 20% is considered reasonable.

It is also at the very low repetition frequencies that the effect of lack of overload factor will be most noticeable. The values required for the two overload factors are those necessary for the accurate measurement of an isolated pulse using the bandwidth and time-constants prescribed.

Examination of the pulse response-curve at the two ends of the range of the indicating instrument provides a check on a possible non-linear behaviour of the detector (referred to in earlier C.I.S.P.R. publications as the "uncertainty effect"). Experience has shown that the most critical repetition frequencies in this respect are in the neighbourhood of 20 Hz.

ANNEXE B

DÉTERMINATION DE LA COURBE DE RÉPONSE AUX IMPULSIONS RÉPÉTÉES

Cette annexe est destinée à rappeler les données du calcul numérique ainsi que la marche à suivre lors de l'établissement de la courbe de réponse aux impulsions répétées, tout en précisant les hypothèses inhérentes à la méthode.

Le calcul se subdivise en trois étapes successives.

1. Réponse aux impulsions répétées des étages haute fréquence, changeur de fréquence et moyenne fréquence

La réponse impulsionnelle de ces méthodes est pratiquement déterminée par les seuls étages moyenne fréquence qui définissent la sélectivité globale du récepteur.

Il est d'usage courant de considérer que cette sélectivité peut être obtenue par un groupement de deux transformateurs accordés couplés critiquelement et placés en cascade de manière à réaliser la bande passante désirée à 6 dB. Tout autre schéma équivalent peut être ramené au cas précédent pour le calcul. La symétrie pratique de cette bande passante permet d'utiliser le filtre passe-bas équivalent pour le calcul de l'enveloppe de la réponse impulsionnelle. L'erreur qui résulte de cette approximation est tout à fait négligeable.

L'enveloppe de la réponse impulsionnelle s'écrit :

$$A(t) = 4\omega_0 G \cdot e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cdot \cos \omega_0 t) \quad (1)$$

où : G = le gain global à l'accord,

ω_0 = une pulsation de valeur $\frac{\pi}{\sqrt{2}} B$, où B représente la bande passante définie à -6 dB.

2. Réponse du détecteur du voltmètre de quasi-crête aux signaux obtenus au paragraphe précédent

Le calcul est conduit dans l'hypothèse où le raccordement des circuits de détection à l'issue du dernier étage moyenne fréquence n'affecte ni l'amplitude, ni la forme du signal émanant de ce dernier. Autrement dit, l'impédance de sortie de cet étage est considérée comme négligeable vis-à-vis de l'impédance d'entrée du détecteur.

Tout détecteur peut se ramener au schéma (réel ou équivalent) d'un élément non linéaire (diode par exemple) associé à une résistance (résistance globale de passage S), et suivi d'un circuit comportant un condensateur C shunté par une résistance de décharge R .

La constante de temps électrique à la charge T_C est liée au produit SC tandis que la constante de temps électrique à la décharge T_D est fournie par le produit RC .

La relation entre T_C et le produit SC sera fixée par la condition d'obtenir en un temps $t = T_C$, une tension détectée de 0,63 fois la valeur de régime lors de l'application brusque d'un signal h.f. d'amplitude constante.

La tension U sur le condensateur est liée à l'amplitude A du signal h.f. appliqué au détecteur, par la relation :

$$\frac{dU}{dt} + \frac{U}{RC} = A \frac{(\sin \theta - \theta \cos \theta)}{\pi \cdot SC} \quad (2)$$

où : θ = l'angle de passage de l'onde ($U = A \cos \theta$).

APPENDIX B

DETERMINATION OF RESPONSE TO REPEATED PULSES

This appendix sets out the data for the numerical calculation, and the process to be followed, when establishing the curve of response to repeated pulses. The assumptions inherent in the method are also stated.

The calculation is divided into three successive stages.

1. Response of the pre-detector stages

The pulse response of these stages is, in general, determined solely by the intermediate-frequency stages which define the overall selectivity of the receiver.

It is common practice to consider that this selectivity can be obtained by an assembly of two critically-coupled tuned transformers arranged in cascade so as to produce the desired pass-band at 6 dB. Any other equivalent arrangement can be reduced to the above for purposes of calculation. The practical symmetry of this pass-band permits the use of the equivalent low-pass filter for calculating the envelope of the pulse response. The error resulting from this approximation is negligible.

The envelope of the pulse response is written:

$$A(t) = 4\omega_0 G \cdot e^{-\omega_0 t} (\sin \omega_0 t - \omega_0 t \cdot \cos \omega_0 t) \quad (1)$$

where: G = overall gain at tuned frequency.

ω_0 = angular frequency of value $\frac{\pi}{\sqrt{2}} B$, where B represents the bandwidth at -6 dB.

2. Response of the quasi-peak voltmeter detector to output of preceding stages

The calculation is made on the assumption that the connection of the detector circuits to the output of the last intermediate-frequency stage does not affect either the amplitude or the shape of the signal therefrom. In other words, the output impedance of this stage is regarded as negligible compared with the input impedance of the detector.

Any detector may be reduced to the form (actual or equivalent) of a non-linear element (for example a diode) in association with a resistance (total forward resistance S) and followed by a circuit consisting of a capacitance C in shunt with a discharge resistance R .

The electrical charge time-constant T_C is related to the product SC , while the electrical discharge time-constant T_D is given by the product RC .

The relationship between T_C and the product SC will be established by obtaining, in a time $t = T_C$, an indicated voltage of 0.63 times the final steady value when a constant amplitude r.f. signal is suddenly applied.

The voltage U across the capacitor is related to the amplitude A of the r.f. signal applied to the detector by the equation:

$$\frac{dU}{dt} + \frac{U}{RC} = A \frac{(\sin \theta - \theta \cos \theta)}{\pi \cdot SC} \quad (2)$$

where: θ = the conduction angle ($U = A \cos \theta$).

L'équation n'est pas intégrable. Par des méthodes de résolution approchée, on recherche la valeur du produit SC satisfaisante pour les constantes de temps choisies à la condition rappelée ci-dessus (pour $T_C = 1$ ms et $T_D = 160$ ms, on obtient $3,95 SC = 1$ ms).

Portant la valeur ainsi obtenue dans l'équation (2), on résout celle-ci (toujours par des méthodes de résolution approchée) en introduisant à la place de l'amplitude constante la fonction $A(t)$ fournie par l'équation (1) du paragraphe précédent, soit isolément, soit répétée à une certaine cadence.

Le cas de la répétition ne peut pratiquement se résoudre qu'en se fixant arbitrairement certains niveaux de la tension détectée à l'origine de chaque impulsion, en déterminant les accroissements ΔU de cette tension occasionnée par l'impulsion susdite, et ensuite en recherchant l'espacement qu'il faut ménager entre deux impulsions successives pour ramener les conditions initiales choisies.

3. Réponse de l'appareil indicateur du voltmètre de quasi-crête aux signaux obtenus au paragraphe précédent

La seule hypothèse simplificatrice, mais parfaitement légitime, consiste actuellement à assimiler les phases de croissance de la tension détectée à des fronts raides.

On est alors amené à résoudre l'équation caractéristique suivante:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_1} \cdot \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_1^2} \alpha = \frac{1}{T_1^2} \exp(-t/T_D) \quad (3)$$

où: $\alpha(t)$ = la déflexion de l'instrument,

T_D = la constante de temps électrique à la décharge du voltmètre de quasi-crête,

T_1 = la constante de temps de l'appareil indicateur réglé à l'amortissement critique.

La solution du problème est relativement simple aux deux extrémités de la courbe de réponse; d'une part pour les impulsions suffisamment espacées pour que le point de départ soit zéro et donc connu, d'autre part pour les fréquences de répétition suffisamment élevées de telle sorte que l'inertie de l'appareil l'empêche de suivre les fluctuations de la sollicitation. Pour les cas intermédiaires, le calcul se complique beaucoup: chaque impulsion trouve l'aiguille en mouvement et il faut rechercher la solution qui ramène les conditions initiales en position et vitesse de l'index.

This equation is not directly integrable. A value for the product SC , which, for the time-constants chosen, satisfies the above conditions, is found by methods of approximation: (for $T_C = 1$ ms and $T_D = 160$ ms, we have $3.95 SC = 1$ ms).

By inserting the value thus obtained in equation (2), this may be solved for either an isolated pulse or repeated pulses (again by methods of approximation) by introducing, in place of the constant amplitude A , the function $A(t)$ given by equation (1) of the previous section.

The case of repeated pulses can be solved practically only by arbitrarily assuming a level for the output voltage of the detector at the start of each pulse, by determining the increment ΔU of this voltage caused by the pulse, and then finding the spacing which must exist between two successive pulses in order to repeat the assumed initial conditions.

3. Response of the indicating instrument to the signal from the detector

The only simplifying, but perfectly legitimate, assumption is that the rising portion of the output voltage of the detector is instantaneous.

The following characteristic equation then has to be solved:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{2}{T_1} \cdot \frac{d\alpha}{dt} + \frac{1}{T_1^2} \alpha = \frac{1}{T_1^2} \exp(-t/T_D) \quad (3)$$

where: $\alpha(t)$ = the instrument deflection,

T_D = the electrical discharge time-constant of the quasi-peak voltmeter,

T_1 = the mechanical time-constant of the critically damped indicating instrument.

The solution of the problem is relatively simple for the two extremes of the response curve; on the one hand, for pulses sufficiently separated for the starting point to be zero and thus known, and on the other, for pulses having a sufficiently high repetition rate for the inertia of the instrument to prevent it following the fluctuations faithfully. For the intermediate cases, the calculation becomes more complicated. At the start of each pulse, the index is moving and it is necessary to find a solution which takes account of the initial position and velocity of the index.

ANNEXE C

DÉTERMINATION DU SPECTRE D'UN GÉNÉRATEUR D'IMPULSIONS

1. Générateur d'impulsions

Un générateur d'impulsions est requis pour le contrôle des exigences des articles 1.2.1, 1.2.2 et 1.4.

Ce générateur doit être capable de débiter des impulsions d'au moins 0,316 μ Vs dont le spectre soit pratiquement uniforme jusqu'à la fréquence de 30 MHz et dont la fréquence de répétition soit variable, les valeurs de 1 Hz, 2 Hz, 10 Hz, 20 Hz, 100 Hz et 1000 Hz étant au moins assurées. L'amplitude du spectre doit être connue à ± 1 dB et la fréquence de répétition à 1% près.

Le spectre est caractérisé par une courbe représentant, à une constante près, la loi de variation de la tension équivalente à l'entrée d'un récepteur de mesure à bande passante constante, en fonction de la fréquence d'accord de ce récepteur.

Un spectre sera réputé pratiquement uniforme dans une gamme de fréquences données si, dans cette gamme, la variation de son amplitude reste inférieure à 2 dB par rapport à sa valeur pour les fréquences inférieures de la gamme.

Pour le contrôle des exigences de l'article 1.4, l'étendue du spectre au-delà de 30 MHz a été limitée (réduction d'au moins 10 dB à 60 MHz). Cette particularité est nécessaire pour normaliser la sévérité de l'épreuve de contrôle des effets d'intermodulation puisque de tels effets peuvent être produits par toutes les composantes spectrales qui diffèrent l'une de l'autre en fréquence d'une valeur égale à la fréquence d'accord.

2. Méthode générale de mesure

Le générateur d'impulsions est connecté à l'entrée d'un récepteur à haute fréquence suivi d'un oscilloscope enregistrant les radio-impulsions aux bornes du dernier circuit oscillant de l'amplificateur.

Pour chaque fréquence d'accord du récepteur, on mesure:

- a) la bande passante B (kHz) du récepteur pour un affaiblissement de 6 dB,
- b) la valeur E_0 du signal de sortie d'un générateur d'onde entretenue de même impédance que le générateur à étalonner, connecté à l'entrée du récepteur à la place de ce générateur, accordé sur la fréquence centrale de la bande passante du récepteur et produisant sur l'oscilloscope une déviation de même amplitude que la crête des radio-impulsions.

Le niveau équivalent du générateur d'impulsions pour la fréquence d'essai est pris égal à:

$$E = E_0 \times \frac{9}{B \text{ (kHz)}}$$

La mesure est répétée en faisant varier la fréquence d'essai f de 0,15 MHz à 30 MHz. Le spectre du générateur d'impulsions est représenté par la courbe de E en fonction de f .

Le récepteur utilisé doit être linéaire pour les niveaux de crête des signaux utilisés.

Dans le cas d'un récepteur à changement de fréquence, l'affaiblissement sur les canaux parasites, en particulier sur la fréquence image et sur la fréquence intermédiaire, doit être supérieur à 40 dB.

Les mesures peuvent être faites à l'aide d'un récepteur conforme à la présente spécification, en utilisant l'indicateur de quasi-crête au lieu de l'oscilloscope, à condition de maintenir constante pendant toutes les mesures la fréquence de répétition des impulsions.

APPENDIX C

DETERMINATION OF PULSE GENERATOR SPECTRUM

1. Pulse generator

For checking compliance with the requirements of Clauses 1.2.1, 1.2.2 and 1.4, a pulse generator will be required.

The generator should be capable of producing pulses of value at least 0.316 μ Vs with a substantially uniform spectrum up to 30 MHz and having a variable repetition frequency giving, at least, frequencies of 1 Hz, 2 Hz, 10 Hz, 20 Hz, 100 Hz and 1000 Hz. The amplitude of the spectrum should be known to within ± 1 dB and the repetition frequency to within about 1%.

The spectrum may be regarded as satisfactorily uniform within a given frequency band, if, within this band, the variation of the spectrum amplitude is not greater than 2 dB relative to its value for the lower frequencies within the band.

The spectrum is defined by the curve, which represents as a function of the tuned frequency of the receiver, the law of variation of the equivalent voltage at the input of a measuring set having a constant bandwidth.

For checking compliance with the requirements of Clause 1.4, the spectrum above 30 MHz has been limited (10 dB down at 60 MHz). This is necessary to standardize the severity of the test since cross-modulation products of all components of the spectrum separated one from the other by the tuned frequency will contribute to the response.

2. General method of measurement

The pulse generator is connected to the input of a high-frequency receiver followed by an oscilloscope connected so as to indicate the radio-frequency pulse at the terminals of the final tuned circuit of the amplifier.

At each frequency of tuning of the receiver, the following are measured:

- a) the bandwidth B (kHz) of the receiver at the 6 dB level,
- b) the value E_0 of the output from a standard signal generator which has the same impedance as the pulse generator and, when connected in place of this generator and tuned to the midband frequency of the receiver, produces on the oscilloscope a deflection equal in amplitude to the peak of the radio-frequency pulses.

The equivalent level of the pulse generator for the frequency of test is taken to be:

$$E = E_0 \times \frac{9}{B \text{ (kHz)}}$$

The measurement is repeated for various frequencies in the range 0.15 MHz to 30 MHz. The spectrum of the pulse generator is given by the curve relating E to the measurement frequency.

The receiver used should be linear for the peak levels of the signals used.

For a receiver incorporating a frequency-changer, the suppression of parasitic responses, in particular the image-frequency and intermediate-frequency responses, shall be at least 40 dB.

The measurement may be made with a receiver conforming to the present specification, using the quasi-peak indicator in place of the oscilloscope, provided that the repetition frequency of the pulses is kept constant throughout the series of measurements.

ANNEXE D

RÉSEAUX FICTIFS

1. Exemples de réseaux fictifs, avec dispositifs de découplage et de raccordement

1.1 Exemples de réseaux fictifs normalisés (réseaux en V)

La figure 9A, page 62, reproduit le schéma d'un tel réseau pour un récepteur ayant une entrée dissymétrique de $75\ \Omega$. La liaison entre le réseau fictif et le récepteur est effectuée par un câble coaxial ayant la même impédance caractéristique.

Le circuit comprend les dispositifs de découplage et de liaison à l'appareil perturbateur. Les conditions imposées aux impédances du réseau fictif devant être respectées, compte tenu du dispositif de découplage, les inductances L de ce dispositif devront normalement présenter une impédance élevée, supérieure à $1000\ \Omega$, pour toutes les fréquences de travail.

Lorsque le courant absorbé par l'appareil perturbateur excède quelques ampères, l'observation de cette condition peut être difficile. Dans ce cas, la plus haute valeur possible d'impédance sera utilisée et sa valeur sera indiquée.

1.2 Exemples de réseaux fictifs pour circuits d'alimentation à deux conducteurs lorsque la mesure séparée de la composante symétrique ou asymétrique est requise (réseaux en Δ)

1.2.1 Récepteur à entrée symétrique de haute impédance

La figure 7, page 61, reproduit le schéma d'un tel réseau, avec son dispositif de découplage, de raccordement de l'appareil perturbateur et de liaison au récepteur de mesure.

Il est prévu pour la mesure directe de la tension perturbatrice symétrique comme de la tension asymétrique. L'impédance d'entrée du récepteur dont le module doit être supérieur à $1000\ \Omega$ (voir le paragraphe 2.1.4.1) doit être mesurée compte tenu de l'effet des conducteurs blindés reliant le réseau fictif au récepteur.

Les conditions relatives au dispositif de découplage figurant au paragraphe 1.1 ci-dessus sont également applicables.

1.2.2 Récepteur à entrée dissymétrique

La figure 8, page 61, reproduit le schéma d'un tel réseau pour un récepteur ayant une entrée dissymétrique de $75\ \Omega$. La liaison entre le réseau fictif et le récepteur est effectuée par un câble coaxial ayant la même impédance caractéristique.

Le circuit comprend le dispositif de découplage et la liaison à l'appareil perturbateur. Les conditions relatives au dispositif de découplage figurant au paragraphe 1.1 sont également applicables.

1.3 Exemple d'un réseau fictif pour circuits d'alimentation en courant alternatif triphasé sans neutre

La figure 9, page 62, reproduit le schéma d'un tel réseau adapté à un récepteur ayant une entrée dissymétrique de $75\ \Omega$.

Le système est un développement du schéma prescrit au paragraphe 1.1. Les conditions applicables au réseau de distribution à deux conducteurs sont également applicables.

On peut étendre le principe également au cas qui concerne des réseaux de distribution à plus de trois conducteurs (alimentation en courant alternatif triphasé et neutre).

APPENDIX D

ARTIFICIAL-MAINS NETWORKS

1. Examples of artificial-mains networks, isolating units and methods of connection

1.1 Example of standard artificial-mains networks (*V-networks*)

Figure 9A, page 62, shows the circuit of such a network for a receiver having an unbalanced input of $75\ \Omega$. The connection between the artificial-mains network and the receiver is made by a coaxial cable having the same characteristic impedance.

The circuit includes the isolating units and the connection to the interfering appliance. To satisfy the requirements for the impedance of the artificial-mains network, taking into account the isolating unit, the inductors L of this unit should normally have an impedance greater than $1000\ \Omega$ for all frequencies of measurements.

When the current taken by the interfering appliance exceeds several amperes, realization of this condition may be difficult to obtain. In such a case, the highest value of impedance which is practicable should be used and its value quoted.

1.2 Examples of artificial-mains network for two-wire circuits where a separate measurement of the symmetrical or asymmetrical component is required (*Δ -networks*)

1.2.1 For a receiver having a balanced high-impedance input

Figure 7, page 61, gives the circuit of such a network, showing the isolation network and the manner of connecting the interfering appliance and the measuring set.

It provides for the direct measurement of the symmetrical noise voltage as well as the asymmetrical noise voltage. The input impedance of the receiver, which should have a value in excess of $1000\ \Omega$ (see Sub-clause 2.1.4.1), shall be measured including the effect of the screened leads coupling the artificial network to the receiver.

The considerations relating to the isolating unit quoted in Sub-clause 1.1 above also apply here.

1.2.2 For a receiver having an unbalanced input

Figure 8, page 61, shows the circuit of such a network for a receiver having an unbalanced input of $75\ \Omega$. The connection between the artificial-mains network and the receiver is made by a coaxial cable having the same characteristic impedance.

The circuit includes the isolating unit and the connection to the interfering appliance. The considerations relating to the isolating unit quoted in Sub-clause 1.1 also apply here.

1.3 Example of an artificial-mains network for three-phase circuits without a neutral

Figure 9, page 62, shows the circuit of such a network for a receiver having an unbalanced input of $75\ \Omega$.

The system is an extension of the circuit prescribed in Sub-clause 1.1. The general conditions applicable to the two-wire circuit also apply here.

The same principle may be extended to the case of supply circuits of more than three conductors (3-phase with neutral).

2. Contrôle de la symétrie du dispositif de mesure directe des tensions perturbatrices symétriques

La condition de symétrie imposée au paragraphe 2.1.4.1 se contrôle de la façon indiquée par le schéma de la figure 10, page 63.

Une tension U_a est injectée au moyen d'un générateur de 75Ω d'impédance interne entre la terre et le point commun de deux résistances de 150Ω chacune (ne différant pas entre elles de plus de 1%), tandis que les deux autres extrémités de ces résistances sont reliées aux bornes du réseau fictif où se raccorde l'appareil étudié.

On mesure la tension U_s relevée en position de mesure de la tension symétrique. Le rapport de U_a/U_s doit être supérieur à 20 (26 dB) comme spécifié au paragraphe 2.1.4.1.

Withdrawing
STANDARDSISO.COM :: Click to view the full PDF of IEC 61000-4-6:2012
Click to view the full PDF of IEC 61000-4-6:2012

2. **Measurement of the balance of the arrangement for direct measurement of symmetric noise-voltages**

The degree of balance required by Sub-clause 2.1.4.1 may be checked in the manner indicated by the circuit of Figure 10, page 63.

A voltage U_a is injected, from a generator having an internal impedance of $75\ \Omega$, between earth and the common point of two resistors each of $150\ \Omega$ (not differing from each other by more than 1%). The other ends of these resistors are connected to the terminals of the artificial-mains network which are intended to be connected to the appliance under test.

A voltage U_s is measured in the position for symmetric voltage measurement. The ratio U_a/U_s should be greater than 20 : 1 (26 dB) as specified in Sub-clause 2.1.4.1.

Withdrawing
STANDARDSISO.COM :: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2011
Click to view the full PDF of IEC 61010-1:2011

ANNEXE E

INFLUENCE DE LA MISE A LA TERRE D'UN APPAREIL PERTURBATEUR

Considérons (figure 11a, page 64) un appareil complètement blindé et alimenté, à travers un réseau fictif, par une ligne non blindée AB. Pour les perturbations asymétriques, cette ligne se comporte comme un fil unique, fermé sur l'impédance Z du réseau fictif et couplé à la source de perturbations S_1 placée dans l'appareil.

Les courants perturbateurs circulent dans le circuit comme l'indiquent les flèches en traits pleins. Si l'on relie directement le blindage de l'appareil à la masse, la tension aux bornes de Z est maximale et égale à la tension aux bornes de S_1 . Si l'on effectue la liaison de masse par une impédance de l'ordre de Z , la tension aux bornes de Z est la moitié de la valeur précédente.

Si l'on connecte à l'entrée de l'appareil un filtre blindé très efficace F (figure 11b), la tension aux bornes de Z devient nulle quelle que soit la liaison de masse réalisée.

Si, laissant le filtre en circuit, on établit une liaison entre l'appareil étudié et un autre appareil R (figure 11c) à l'aide d'un conducteur ED , non blindé, relié à une source de perturbations S_2 située dans l'appareil étudié, des courants perturbateurs circulent dans les circuits comme l'indiquent les flèches en pointillés. Une tension perturbatrice apparaît de nouveau aux bornes de Z ; elle est alors d'autant plus grande que le réseau auxiliaire EDR est plus développé et plus près de la masse. Par contre, elle diminue quand on relie l'appareil étudié à la masse et s'annule complètement si cette liaison est un court-circuit franc. Dans le cas où la liaison est réalisée par un conducteur d'impédance faible devant Z , la tension aux bornes de Z varie proportionnellement à cette impédance, en première approximation; pratiquement, elle devient alors très mal définie.

Enfin, si la liaison à la masse est faite par une impédance de l'ordre de Z , la tension aux bornes de Z devient voisine de la moitié de sa valeur maximale obtenue sans liaison de masse.

Dans le cas général d'un appareil mal filtré et relié à un circuit auxiliaire extérieur (figure 11d), la tension aux bornes de Z résulte de la superposition des deux effets précédents qui varient en sens inverses lorsqu'on réalise une liaison de masse.

Il en résulte que:

- 1) Si l'on réalise une mise à la masse très franche:
 - a) on amplifie abusivement l'effet d'un filtrage insuffisant,
 - b) on élimine arbitrairement l'effet des fuites par les circuits auxiliaires extérieurs (et les rayonnements), ce qui peut conduire à considérer comme efficacement protégés des appareils qui, dans les conditions usuelles de mise à la masse, seraient très perturbateurs.
- 2) Si l'on réalise la mise à la terre par un fil présentant une impédance faible et mal définie, les valeurs relatives des deux effets primaires peuvent être quelconques et la mesure n'a plus de sens.
- 3) Tous ces inconvénients disparaissent en reliant l'appareil à la masse à travers une impédance (en principe une résistance) de l'ordre de grandeur de l'impédance Z du réseau fictif, auquel cas les deux effets primaires sont réduits chacun à la moitié de sa valeur maximale et se trouvent stabilisés.

APPENDIX E

INFLUENCE OF EARTHING OF INTERFERENCE PRODUCING APPLIANCE

Let us consider (Figure 11a, page 64) a completely screened appliance fed from an artificial-mains network by an unscreened line AB. For asymmetrical interference, this line behaves like a single wire closed by the impedance Z of the artificial-mains network and connected to the source of interference S_1 located in the appliance.

Interference currents circulate in the circuits as shown by the solid arrows. If the screen of the appliance is directly connected to earth, the voltage at the terminals of Z is a maximum and equal to the voltage at the terminals of S_1 . If earthing is carried out via an impedance of the order of Z , the voltage at the terminals of Z is half the above value.

If a highly efficient screened filter F (Figure 11b) is connected to the input of the appliance, the voltage at the terminals of Z becomes zero whatever the earth connection used.

If, leaving the filter in circuit, the appliance under test is connected to another appliance R (Figure 11c) by means of an unscreened conductor ED connected to a source of interference S_2 located in the appliance under test, interference currents circulate in the circuits as shown by the dotted arrows. An interference voltage then appears at the terminals of Z ; it also increases as the auxiliary network EDR becomes more extensive and is brought closer to earth. On the other hand, it diminishes when the appliance under test is earthed and is completely cancelled out if this connection is an absolute short-circuit. If the connection is made by a conductor having an impedance low compared with Z , the voltage at the terminals of Z varies in proportion to this impedance as a first approximation; in practice it then becomes ill-defined.

Lastly, if connection to earth is made by means of an impedance of the order of Z , the voltage at the terminals of Z becomes about half its maximum value obtained without connection to earth.

In the general case of a badly filtered appliance connected to an auxiliary circuit (Figure 11d), the voltage at the terminals of Z arises from the addition of the two preceding effects which behave in opposite ways with respect to earthing.

It follows that:

- 1) If a very complete earth connection is made:
 - a) the effect of inadequate filtering is accentuated,
 - b) the effect of leakage through external auxiliary circuits (and radiation) is arbitrarily eliminated, which may result in regarding as effectively protected appliances which, in the usual conditions of earthing, would be very interference producing.
 - 2) If earthing is carried out by means of a wire having a low and ill-defined impedance, the relative values of the two primary effects may be anything at all and the measurement no longer has any meaning.
 - 3) All these disadvantages disappear when the appliance is connected to earth through an impedance (preferably a resistance) of the order of magnitude of the impedance Z of the artificial-mains network, in which case the two primary effects are both reduced to half their maximum value and are stabilized.
-

ANNEXE F

CALCUL DU GRADIENT DE POTENTIEL A LA SURFACE DU CONDUCTEUR

Le gradient de potentiel E à la surface d'un conducteur d'une ligne à haute tension est généralement déterminé à partir de la capacité linéaire effective C_b du conducteur et de la tension de service U de la ligne. On l'exprime sous la forme :

$$E = k C_b U$$

Le coefficient k est fonction de la disposition et de la constitution des conducteurs (simple ou en faisceau). La capacité effective est déterminée par la hauteur des conducteurs au-dessus du sol, leur entredistance et leur configuration. Comme le festonnage de la ligne fait varier la hauteur par rapport au sol, on introduit dans les calculs une hauteur moyenne h généralement donnée par l'expression :

$$h = H - 0,7 f$$

où : h = moyenne de la hauteur du conducteur,

H = la hauteur au droit d'un pylône,

f = la flèche de la portée.

Pour une ligne triphasée, il y aurait lieu de calculer la capacité effective pour chaque conducteur séparément. Dans le cas d'un conducteur en faisceau, il faut déterminer le rayon ρ_0 du conducteur simple équivalent qui se calcule par la formule suivante :

$$\rho_0 = \sqrt[n]{n \rho_r R^{(n-1)}}$$

où : n = nombre de conducteurs à la périphérie du faisceau,

ρ_r = rayon des conducteurs individuels,

R = rayon du cercle sur lequel sont situés les centres des conducteurs.

La comparaison des valeurs mesurées et calculées pour la capacité effective a montré qu'il y aurait lieu d'accroître de 2% la valeur calculée afin de tenir compte de l'influence des pylônes.

Le gradient de potentiel d'un conducteur simple se déduit de la formule :

$$E = \frac{1,8 U_{ph} C_b}{\rho} \quad \text{kV (eff)/cm}$$

où : C_b = capacité effective par unité de longueur exprimée en picofarads/centimètre (pF/cm),

ρ = rayon du conducteur en centimètres,

U_{ph} = tension entre conducteur et sol (tension étoilée) en kilovolts (kV).

APPENDIX F

CALCULATION OF THE VOLTAGE GRADIENT AT THE CONDUCTOR SURFACE

The voltage gradient E at the surface of the conductors of a high-voltage line is generally determined from the effective capacitance of the conductor C_b and the working voltage U of the line:

$$E = k C_b U$$

For calculation of the surface voltage gradient therefore, the location of the conductors, the nature of the conductors (single or bundled conductors) and the voltage must be known. The effective capacitance is determined by the height of the conductors above ground, the distance between conductors and their shape. As the height of the conductors above ground varies due to sagging, calculations are made using a mean height which is generally given by:

$$h = H - 0.7 f$$

where: h = mean of height of conductor,

H = height of conductor above ground, measured at the pylon,

f = maximum sag of the conductor.

For a three-phase line, the effective capacitance should be calculated for each conductor separately. In the case of a bundled conductor, it is necessary to determine the radius of the equivalent single conductor. The capacitance of the bundled conductor will then be equal to the capacitance of the equivalent single conductor. The radius of the equivalent single conductor ρ_0 is calculated as follows:

$$\rho_0 = \sqrt[n]{n \rho_r R^{(n-1)}}$$

where: n = number of conductors in the bundle,

ρ_r = radius of the conductors,

R = radius of the circle on which the centres of the conductors are located.

Comparison of the measured values and the calculated values of the effective capacitance has shown that the calculated value should be increased by about 2% in order to allow for the influence of the pylons.

The voltage gradient at the surface of a single conductor is calculated from the formula:

$$E = \frac{1.8 U_{ph} C_b}{\rho} \quad \text{kV (eff)/cm}$$

where: C_b = effective capacitance per unit length of conductor in picofarads/centimetre (pF/cm),

ρ = radius of conductor in centimetres,

U_{ph} = voltage between conductor and ground (phase voltage) in kilovolts (kV).