

**Méthodes de mesure de caractéristiques
d'antiparasitage des éléments de réduction des
perturbations radioélectriques et des filtres passifs**

**Methods of measurement of the suppression
characteristics of passive radio interference filters
and suppression components**



Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du CISPR est constamment revu par la Commission et par le CISPR afin qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

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

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

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Pour les termes concernant les perturbations radio-électriques, voir le chapitre 902.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027 ou CEI 60617, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

* «Site web» de la CEI <http://www.iec.ch>

Revision of this publication

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

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

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

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027 or IEC 60617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

* IEC web site <http://www.iec.ch>

**Méthodes de mesure de caractéristiques
d'antiparasitage des éléments de réduction des
perturbations radioélectriques et des filtres passifs**

**Methods of measurement of the suppression
characteristics of passive radio interference filters
and suppression components**

© IEC 1981 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction	8
2. Domaine d'application	8
3. Définitions	8
3.1 Affaiblissement d'insertion	8
3.2 Courant d'utilisation	8
3.3 Tension d'utilisation	8
3.4 Impédance du circuit d'essai	8
3.5 Circuit d'essai asymétrique	10
3.6 Circuit d'essai symétrique	10
3.7 Coefficient de symétrie d'un circuit d'essai symétrique	10
4. Méthodes d'essai	10
4.1 Méthode normale	10
4.2 Méthodes du plus mauvais cas possible	10
4.3 Méthode de mesure en conditions réelles	24
4.4 Méthode de mesure en conditions simulées	24
5. Dispositifs de fixation	24
5.1 Construction du boîtier	24
5.2 Fixation des éléments d'antiparasitage dans les boîtiers	24
ANNEXE A — Méthode normale de mesure en laboratoire de l'affaiblissement d'insertion des filtres d'antiparasitage	32
ANNEXE B — Principaux circuits de mesure. Réalisation du réseau tampon	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	9
2. Scope	9
3. Definitions	9
3.1 Insertion loss	9
3.2 Load current	9
3.3 Load voltage	9
3.4 Impedance of the test circuit	9
3.5 Asymmetrical test circuit	11
3.6 Symmetrical test circuit	11
3.7 Symmetry coefficient of symmetrical test circuit	11
4. Test methods	11
4.1 Standard method	11
4.2 Worst-case methods	11
4.3 <i>In situ</i> method	25
4.4 Model installation method	25
5. Mounting arrangements	25
5.1 Construction of the container	25
5.2 Mounting of the interference suppression devices in the containers	25
APPENDIX A — Standard laboratory method of insertion loss measurement of suppression filters	33
APPENDIX B — Principal measuring circuits and realization of the buffer-network	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES D'ANTIPARASITAGE DES ÉLÉMENTS DE RÉDUCTION DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DES FILTRES PASSIFS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels du C.I.S.P.R. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des sous-comités où sont représentés tous les Comités nationaux et les autres organisations membres du C.I.S.P.R. s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux et les autres organisations membres du C.I.S.P.R.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, le C.I.S.P.R. exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte des recommandations du C.I.S.P.R., dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre les recommandations du C.I.S.P.R. et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité A du C.I.S.P.R.: Mesure des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Montreux en 1975, à Nice en 1976 et à Dubrovnik en 1977. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document C.I.S.P.R./A(Bureau Central)9, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1978. Des modifications, document C.I.S.P.R./A(Bureau Central)19, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1981.

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

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pologne
Belgique	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Egypte	Suède
Espagne	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

A la suite des discussions qui se sont déroulées à Nice en 1976 et à La Haye en 1979, une version plus complète du paragraphe 4.2: Méthodes du plus mauvais cas possible, fut soumise à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1980 comme document C.I.S.P.R./A(Bureau Central)15.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF MEASUREMENT OF THE SUPPRESSION CHARACTERISTICS
OF PASSIVE RADIO INTERFERENCE FILTERS
AND SUPPRESSION COMPONENTS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the C.I.S.P.R. on technical matters, prepared by Sub-Committees on which all the National Committees and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the C.I.S.P.R. expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the C.I.S.P.R. recommendations for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the C.I.S.P.R. recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication was prepared by C.I.S.P.R. Sub-Committee A: Radio Interference Measurements and Statistical Methods.

Drafts were discussed at the meetings held in Montreux in 1975, in Nice in 1976 and in Dubrovnik in 1977. As a result of the last meeting, a draft, Document C.I.S.P.R./A(Central Office)9, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1978. Amendments, Document C.I.S.P.R./A(Central Office)19, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
Egypt	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Italy	Union of Soviet Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Poland	United States of America

As a result of discussions that took place in Nice in 1976 and in The Hague in 1979, a more complete version of Sub-clause 4.2: Worst-case methods, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1980 as Document C.I.S.P.R./A(Central Office)15.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du nouveau paragraphe 4.2:

Afrique du Sud (République d')	Irlande
Allemagne	Italie
Australie	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Cuba (République de)	Suisse
Egypte	Turquie
Espagne	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of the new Sub-clause 4.2:

Australia	Poland
Belgium	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
Cuba (Republic of)	Sweden
Egypt	Switzerland
Germany	Turkey
Ireland	Union of Soviet Socialist Republics
Italy	United Kingdom

MÉTHODES DE MESURE DES CARACTÉRISTIQUES D'ANTIPARASITAGE DES ÉLÉMENTS DE RÉDUCTION DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DES FILTRES PASSIFS

1. Introduction

En règle générale, les caractéristiques d'antiparasitage des éléments de réduction des perturbations radioélectriques, c'est-à-dire des condensateurs, des inductances et des filtres, dépendent de la plage d'impédances dans laquelle ils fonctionnent (ces impédances jouant un rôle déterminant sur la réflexion énergétique à l'entrée du filtre), des niveaux des tensions et courants de service, ainsi que d'autres facteurs tels que la température ambiante.

Afin de pouvoir comparer les résultats obtenus par différents laboratoires ou annoncés par divers constructeurs pour la mesure de ces caractéristiques, l'emploi de méthodes d'essai normalisées est indispensable.

2. Domaine d'application

La présente publication du C.I.S.P.R. prescrit des méthodes de mesure de l'affaiblissement dû à l'insertion de filtres passifs d'antiparasitage radioélectrique, pouvant être composés d'éléments discrets tels que condensateurs, inductances ou résistances, ou de combinaisons d'inductances, condensateurs et résistances, dont les éléments efficaces sont localisés ou répartis. Les méthodes indiquées peuvent être utilisées en laboratoire ou en chaîne de production en utilisant, pour fermer le circuit, une impédance fixe ou une impédance présentant le plus mauvais cas possible; elles peuvent être utilisées sur des installations réelles ou simulées et tiennent compte des tensions et des intensités appelées par les charges.

3. Définitions

3.1 *Affaiblissement d'insertion*

On définit, à une fréquence donnée, l'affaiblissement d'insertion d'un filtre branché sur un système de transmission, comme étant le rapport des tensions apparaissant dans le circuit immédiatement au-delà du point d'insertion, avant et après l'insertion du filtre essayé.

3.2 *Courant d'utilisation*

Courant continu ou alternatif à la fréquence du réseau (ou industrielle) circulant à travers le (les) conducteur(s) de courant du filtre essayé.

3.3 *Tension d'utilisation*

Tension continue ou alternative à la fréquence du réseau (ou industrielle) appliquée entre des parties dûment précisées du filtre essayé.

3.4 *Impédance du circuit d'essai*

Impédance aux bornes du circuit d'essai, le filtre étant hors circuit.

METHODS OF MEASUREMENT OF THE SUPPRESSION CHARACTERISTICS OF PASSIVE RADIO INTERFERENCE FILTERS AND SUPPRESSION COMPONENTS

1. Introduction

As a general rule, suppression characteristics of radio suppression components, that is to say capacitors, inductors and filters, depend on the impedances between which they work (these being of decisive importance for energy reflection on the input of the filter), on operating current and voltage levels and also on other factors, for example ambient temperature.

In order to make it possible to compare the results of measurements of these characteristics performed in various laboratories, or reported by various manufacturers, standard test methods must be used.

2. Scope

This C.I.S.P.R. publication prescribes methods of measurement of insertion loss of passive radio-frequency suppression filters, which may consist of single elements, such as capacitors, inductors or resistors, or combinations of inductors, capacitors and resistors of either the lumped or distributed types. The methods include those for use in a laboratory or on a production line, utilizing fixed impedance terminations or “worst case” terminations, those to be used *in situ* or in model installations, and provide for voltage and current loading.

3. Definitions

3.1 *Insertion loss*

At a given frequency, the insertion loss of a filter connected into a given transmission system is defined as the ratio of voltages appearing across the line immediately beyond the point of insertion, before and after insertion of the filter under test.

3.2 *Load current*

D.C. or a.c. mains (power) frequency current flowing through the current conductor(s) of the filter under test.

3.3 *Load voltage*

D.C. or a.c. mains (power) frequency voltage applied between specified parts of the filter under test.

3.4 *Impedance of the test circuit*

Impedance across the terminals of the test circuit without the filter connected.

3.5 *Circuit d'essai asymétrique*

Circuit d'essai dans lequel le filtre essayé est branché sur un câble coaxial dont le conducteur externe constitue une voie de retour pour le courant de haute fréquence.

3.6 *Circuit d'essai symétrique*

Circuit d'essai dans lequel le filtre essayé est branché sur des paires de conducteurs blindés dans lesquels la tension asymétrique est faible au point d'être négligeable.

3.7 *Coefficient de symétrie d'un circuit d'essai symétrique*

Rapport des tensions symétriques et asymétriques apparaissant aux points de branchement du filtre sous essai (valeurs exprimées en décibels).

4. **Méthodes d'essai**

Quand il est prévu d'utiliser des filtres avec un courant non sinusoïdal (par exemple dans des alimentations à découpage), il est essentiel d'essayer ces filtres en utilisant un courant de charge égal à la valeur de crête de la forme de l'onde non sinusoïdale à réduire.

On peut classer ces méthodes de la façon suivante:

4.1 *Méthode normale*

La mesure des caractéristiques d'antiparasitage du filtre s'effectue aux bornes de sortie et d'entrée bouclées sur des résistances fixes et d'égale valeur comprise entre 50 Ω et 75 Ω , cette mesure comprenant les deux variantes suivantes:

- filtre à vide;
- filtre auquel sont appliqués le courant et (ou) la tension d'utilisation normale en courant continu ou alternatif.

La caractéristique ainsi obtenue peut différer de celle qui est observée dans la pratique parce que les impédances de source et de charge diffèrent, lors des mesures, de celles qui existent au cours de l'emploi dans un dispositif réel.

A l'heure actuelle, on se sert de cette méthode dans divers pays pour étudier des filtres:

- soit sans circuit d'utilisation, dans une gamme de fréquences comprise entre 10 kHz et 1 GHz;
- soit sous un courant d'utilisation pouvant atteindre 100 A dans une gamme de fréquences comprise entre 10 kHz et 100 MHz;
- soit encore sous une tension d'utilisation (filtres céramiques) atteignant plusieurs kilovolts dans une gamme de fréquences comprise entre 10 MHz et 300 MHz.

Les mesures effectuées selon la méthode normale suivront la procédure exposée à l'annexe A.

4.2 *Méthodes du plus mauvais cas possible*

4.2.1 *Introduction*

Il est possible à des filtres ne comportant que des éléments réactifs d'avoir un gain d'insertion *in situ* pour des fréquences comprises dans la bande passante ou en dehors de celle-ci, notamment lorsque les circuits de connexion ont des circuits équivalents dominés par des circuits réactifs.

3.5 *Asymmetrical test circuit*

A test circuit in which the filter under test is connected with a coaxial cable of which the outer conductor constitutes a return path for high-frequency current.

3.6 *Symmetrical test circuit*

A test circuit in which the filter under test is connected with screened conductor pairs in which asymmetrical voltage is small enough to be neglected.

3.7 *Symmetry coefficient of symmetrical test circuit*

The ratio of symmetrical and asymmetrical voltages which appear at the points of connection of the filter under test (expressed in decibels).

4. **Test methods**

Where filters are intended to be used with non-sinusoidal current (for example switched mode power supplies), it is essential to test the filters with a load current equal to the peak value of the non-sinusoidal waveform to be suppressed.

Methods may be divided as follows:

4.1 *Standard method*

The measurement of suppression characteristics of the filter is made with its input and output terminated in equal and fixed resistances, normally 50 Ω to 75 Ω . Two variants are in use:

- filter without load;
- filter under full d.c. or a.c. load (current and/or voltage).

The characteristics obtained may differ from those observed in practice because the terminating impedances during the measurement differ from those existing during use in an actual device.

At present this method is used in various countries for investigation of filters:

- without load over the frequency range of 10 kHz to 1 GHz;
- or under current load up to 100 A over the frequency range of 10 kHz to 100 MHz;
- or under voltage load (ceramic filters) up to several kilovolts over the frequency range of 10 MHz to 300 MHz;

Measurements using the standard method shall be made in accordance with the procedure described in Appendix A.

4.2 *Worst-case methods*

4.2.1 *Introduction*

It is possible for filters containing only reactive elements to have an insertion gain *in situ* at frequencies within or outside the passband, especially where the connecting circuits have equivalent circuits dominated by reactive elements.

4.2.2 Méthodes de mesure

Deux classes de méthodes de mesure sont exposées. Dans la première, l'objectif est d'obtenir les valeurs du cas effectivement le plus mauvais. Dans la seconde, on utilise une méthode approximative plus simple.

4.2.2.1 Méthodes du cas le plus mauvais

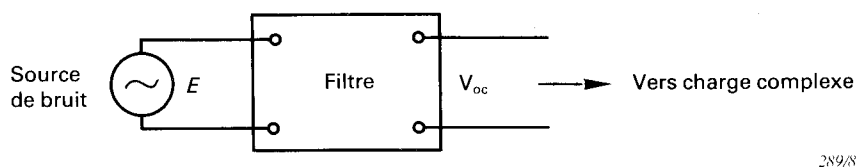
Deux variantes sont exposées. Dans la première, les mesures sont faites en faisant varier l'impédance de charge dans une plage complète de valeurs de réactances et de résistances séries effectives jusqu'à ce que l'affaiblissement minimal soit obtenu. Dans la seconde, on utilise une méthode quasi analytique.

4.2.2.1 a) Méthode de variation d'impédance (à développer)

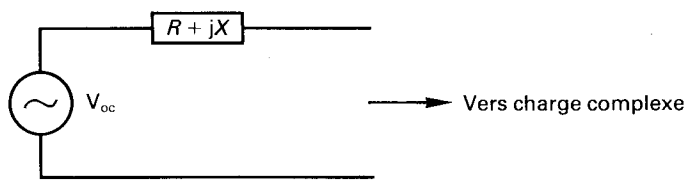
4.2.2.1 b) Méthode quasi analytique

A. Théorie de la méthode

Considérons le circuit ci-dessous :



Le circuit de Thévenin équivalent est :



L'affaiblissement minimal de tension est obtenu pour chaque fréquence de la plage désirée par deux mesures du filtre :

- 1) l'impédance de Thévenin, autrement dit l'impédance du filtre aux bornes de la charge avec entrée court-circuitée, et
- 2) l'impédance de transfert, autrement dit le rapport de tension appliqué au courant reçu dans un court-circuit des bornes de charge.

A partir de ces deux mesures, l'affaiblissement minimal de tension ($\propto V_{\min}$) (c'est-à-dire le rapport de la tension d'entrée à la tension de sortie) est donné par :

$$\propto V_{\min} = 20 \log_{10} (Z_0 \times g_0) \text{ dB}$$

où Z_0 est l'impédance de transfert en ohms, et

$$g_0 = \frac{R}{(R^2 + X^2)} \text{ siemens}$$

où $(R + jX)$ est l'impédance de Thévenin.

4.2.2 Methods of measurement

Two classes of measurement method are described. In the first, the objective is to obtain values of the true worst case. In the second, a simpler approximate method is used.

4.2.2.1 Worst-case methods

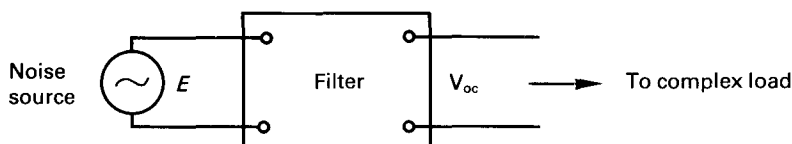
Two variants are described. In the first, measurements are made in which the load impedance is varied over a complete range of values of effective series resistance and reactance until the minimum attenuation is obtained. In the second, a quasi-analytic method is used.

4.2.2.1 a) Impedance variation method (to be developed)

4.2.2.1 b) Quasi-analytic method

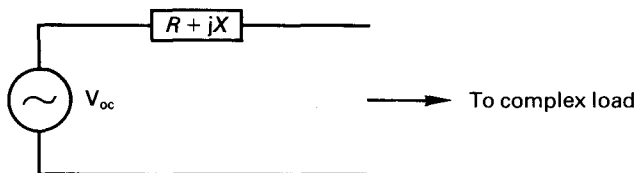
A. Theory of the method

Consider the circuit shown below:



289/81

The Thevenin equivalent circuit is:



290/81

The minimum voltage attenuation is obtained at each frequency over the desired range by two measurements of the filter:

- 1) the Thevenin impedance, that is the impedance of the filter at the load terminals with the input short-circuited, and
- 2) the transfer impedance, that is the ratio of voltage sent to current received in a short circuit at the load terminals.

From these two measurements, the minimum voltage attenuation ($\propto V_{\min}$) (that is to say, the ratio of input to output voltage) is given by:

$$\propto V_{\min} = 20 \log_{10} (Z_0 \times g_0) \text{ dB}$$

where Z_0 is the transfer impedance in ohms, and

$$g_0 = \frac{R}{(R^2 + X^2)} \text{ siemens}$$

where $(R + jX)$ is the Thevenin impedance.

B. Méthodes de mesure

La figure 1a, page 18, illustre schématiquement une méthode de mesure de l'impédance de transfert. Un générateur de signaux, de préférence à faible impédance de sortie, est connecté aux bornes d'entrée du réseau filtre et est contrôlé par un voltmètre électronique. Les bornes de sortie du réseau sont court-circuitées et une sonde d'intensité (c'est-à-dire un transformateur d'intensité HF) est utilisée pour mesurer le courant dans le court-circuit qui est nécessaire au calcul de l'impédance de transfert.

Le schéma de la figure 1b, page 18, est adopté pour la mesure de l'impédance de Thévenin du réseau. Les mêmes appareils de mesure sont utilisés avec, en plus, un pont d'impédance HF. Dans ce cas, le générateur de signaux sert de source d'énergie au pont et l'ensemble de mesure, de détecteur.

C. Sources d'erreurs

Impédance de transfert

Par cette mesure, on connaît la tension d'entrée à $\pm 3\%$ (par exemple) et le courant obtenu à $\pm 15\%$. L'erreur totale exprimée en décibels ne dépassera donc pas 1,5 dB.

Une plus grande source d'erreur tient dans l'incapacité de réaliser un court-circuit pour les réseaux aux fréquences plus élevées, car il doit être suffisamment long pour permettre l'insertion de la sonde d'intensité. De même, cette sonde va réfléchir une certaine impédance dans le «court-circuit» qui, sauf précaution, peut être appréciable.

Heureusement, aucune de ces erreurs n'est sérieuse pour les raisons suivantes: pour les fréquences voisines de la coupure des filtres types (c'est-à-dire $f_c = 50$ kHz), le court-circuit a une impédance faible et la mesure ne contient que l'erreur de 1,5 dB. Pour des fréquences bien supérieures à la coupure, l'impédance du court-circuit augmentera; supposons qu'elle atteigne 20Ω à 10 MHz pour le circuit type de la figure 2, page 18. La réactance de l'inducteur sera de 2000Ω environ à cette fréquence et l'erreur introduite sera inférieure à 10 dB. Cependant, les fréquences auxquelles cela se produit sont des multiples de la fréquence de coupure et, pour le circuit de la figure 2, l'affaiblissement minimal est théoriquement de l'ordre de 100 dB. De toute façon, l'inductance ajoutée par l'insertion de la sonde d'intensité n'est pas très grande en comparaison de l'inductance type d'un câblage.

Dans la pratique, le rendement mesuré d'un filtre pour des fréquences bien supérieures à la coupure est déterminé par l'incapacité de détecter le courant reçu.

Impédance de Thévenin

La précision du pont est (par exemple) de $\pm 3\%$ et la seule autre source d'erreur possible est le court-circuit appliqué aux bornes émission, P. Cependant, à la différence de la mesure de l'impédance de transfert, le court-circuit peut être maintenu aussi longtemps qu'il n'y a pas de sonde d'intensité et que le filtre présente un court-circuit franc.

Champs de fuite

Comme il a été dit, le courant reçu est déterminé en mesurant la tension induite dans une sonde d'intensité. Cette tension, pour des fréquences faibles de quelques mégahertz, est de l'ordre de quelques microvolts et un tel signal est vraisemblablement induit par le champ magnétique direct créé par le courant dans le court-circuit.

B. *Methods of measurement*

A method of measuring the transfer impedance is shown schematically in Figure 1a, page 19. A signal generator, preferably of low output impedance, is connected to the input terminals of the filter network and monitored with a valve voltmeter. The output terminals of the network are short-circuited and a current probe (that is to say a radio-frequency current transformer) is used to measure the current in the short circuit which is needed for the calculation of transfer impedance.

To measure the Thevenin impedance of the network, the circuit shown schematically in Figure 1b, page 19, is adopted. This uses the same apparatus with the addition of a radio-frequency impedance bridge. In this case, the signal generator becomes the source of energy for the bridge and the measuring set its detector.

C. *Sources of error*

Transfer impedance

In this measurement, the input voltage is known to within (say) $\pm 3\%$ and the received current to within $\pm 15\%$. The total error, therefore, expressed in decibels, will be not greater than 1.5 dB.

A greater source of error will be the inability to construct a short circuit for the network at higher frequencies, as it has to be long enough to permit the inclusion of the current probe. Also, the current probe will reflect some impedance into the "short circuit" and, unless care is taken, this can be appreciable.

Fortunately, neither of these errors is serious for the following reasons: at frequencies approaching the cut-off for typical filters (that is to say, $f_c = 50$ kHz), the short circuit has little impedance and the measurement contains only the 1.5 dB error. At frequencies well above cut-off, the impedance of the short circuit will increase; let it be assumed that it is as great as $20\ \Omega$ at 10 MHz for the typical circuit shown in Figure 2, page 19. The reactance of the inductor will be about $2000\ \Omega$ at this frequency and the error introduced will be less than 10 dB. However, the frequencies at which this occurs are many times cut-off and, with the circuit shown in Figure 2, the minimum attenuation, theoretically, is of the order of 100 dB. In any event, the inductance added by insertion of the current probe is not large compared with typical wiring inductance.

In practice, the measured performance of a filter at frequencies well above cut-off is determined by the inability to detect the received current.

Thevenin impedance

The accuracy of the bridge is (say) $\pm 3\%$ and the only other possible source of error is the short circuit applied to the sending end terminals, P. However, unlike the measurement of transfer impedance, the short circuit can be kept short in length as there is no current probe and the filter can be made to see a genuine short circuit.

Leakage fields

As has been stated, the received current is determined by measuring the voltage induced in a current probe. This voltage, at frequencies as low as a few megahertz, is of the order of a few microvolts and such a signal is just as likely to be induced by stray magnetic field as that created by the current in the short circuit.

La figure 3, page 20, illustre une méthode qui réduit les effets des champs directs et qui a donné toute satisfaction jusqu'à quelques dizaines de mégahertz. Le filtre est monté dans un boîtier en cuivre de façon que sa sortie y pénètre à peine. Le court-circuit se trouve dans le boîtier avec la sonde d'intensité qui y est reliée par un coaxial. De cette façon, l'effet des courants à fréquences radioélectriques qui passent par la surface externe de l'écran de filtre est considérablement réduit. Il est également nécessaire de prévoir un filtrage supplémentaire du boîtier en cuivre pour entourer le filtre essayé. Si tout l'appareillage est placé ensuite sur un plan de sol, aucun champ direct d'une importance quelconque n'existera près de la sonde d'intensité.

D. *Limitation de la méthode*

Les limitations de la méthode dépendent pour beaucoup de la fréquence et, en particulier, de la mesure de l'impédance de transfert.

Etant donné la façon dont le voltmètre électronique doit être connecté à l'entrée de l'affaiblisseur, il y a une fréquence limite pour laquelle la distance entre eux ne peut être rendue négligeable. Par conséquent, pour une partie de la bande VHF et au-dessus, la tension mesurée ne sera pas celle appliquée à l'affaiblisseur à cause des ondes stationnaires.

Cette méthode doit donc être considérée comme donnant satisfaction jusqu'à environ 100 MHz. Pour mesurer l'affaiblissement minimal d'un filtre à des fréquences plus élevées, une autre méthode a été élaborée qui fera l'objet d'un document séparé.

En fait, bien avant d'atteindre 100 MHz, il devient impossible, avec beaucoup de filtres, de mesurer le courant reçu, car le signal est bien inférieur au bruit électrique de l'appareil de mesure.

4.2.2.2 *Méthode approchée pour filtres réseau*

A. *Introduction*

Dans cette méthode, qui, s'applique aux filtres réseau, au lieu de mesurer la perte par insertion dans un système $50\ \Omega/50\ \Omega$ (75/75), le filtre doit être mesuré dans un système $0,1\ \Omega/100\ \Omega$ (et inversement). Dans la plage de fréquences de 1 kHz à 300 kHz, deux transformateurs à large bande sont nécessaires (1,4:1 et 22:1 pour un système à $50\ \Omega$).

A method which reduces the effects of stray fields and which has been proved to be satisfactory up to tens of megahertz is shown in Figure 3, page 21. The filter is mounted in a copper box such that its output end is only just entering it. The short circuit is contained within the box with the current probe fixed coaxially with it. In this manner, the effect of radio-frequency currents, which find their way to the outer surface of the filter screen, is considerably reduced. It is also necessary to provide additional screening from the copper box to surround the filter under test. If all the apparatus is then set out on a ground plane, no stray fields of any significance exist near the current probe.

D. Limitation of method

The limitations of the method are mostly concerned with frequency and, in particular, with the measurement of the transfer impedance.

Due to the manner in which the valve voltmeter must be connected to the input of the attenuator, there is a limiting frequency at which the distance between them cannot be made negligibly small. Consequently, in part of the VHF band and above, the voltage measured will not be that applied to the suppressor because of standing waves.

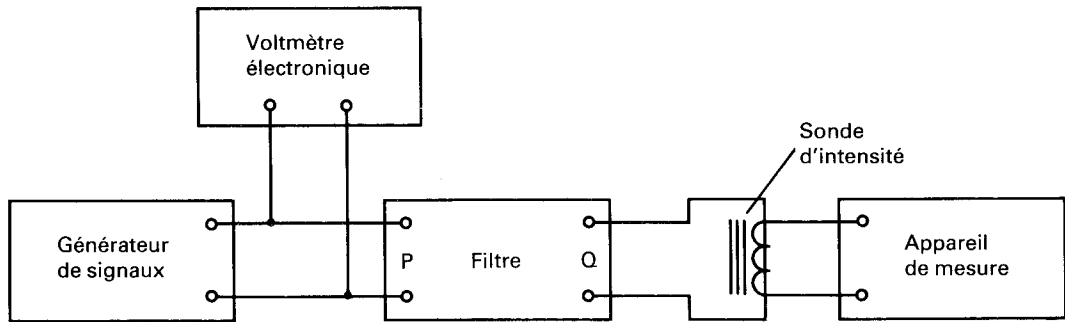
This method must therefore be regarded as satisfactory up to say 100 MHz. To measure the minimum attenuation of a filter at higher frequencies, another method has been developed, which will be the subject of a separate document.

Indeed, long before 100 MHz is reached, it becomes impossible, with many filters, to measure the received current, as the signal is well below the electrical noise in the measuring set.

4.2.2.2 Approximate method for power line filters

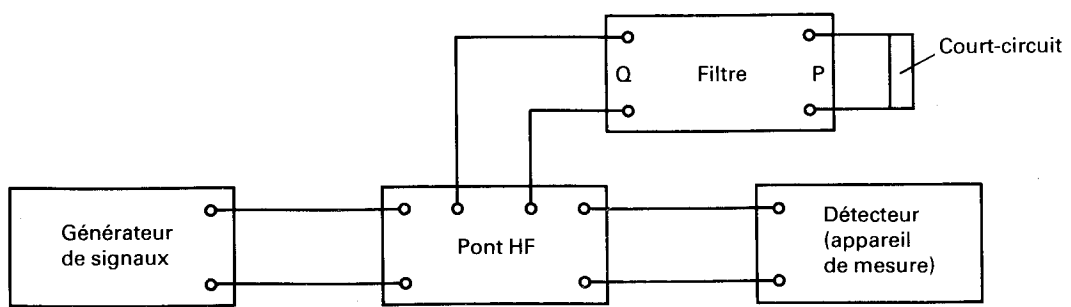
A. Introduction

In this method, which applies to power line filters, instead of measuring the insertion loss in a 50 Ω /50 Ω system (75/75), the filter shall be measured in a 0.1 Ω /100 Ω (and its reverse) system. In the frequency range of 1 kHz to 300 kHz, two wideband transformers are required (1.4:1 and 22:1 for a 50 Ω system).



291/81

FIG. 1a. — Mesure de l'impédance de transfert.

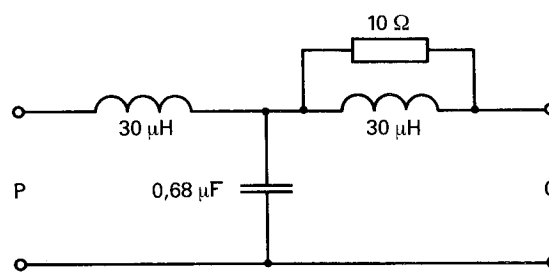


292/81

FIG. 1b. — Mesure de l'impédance de Thévenin.

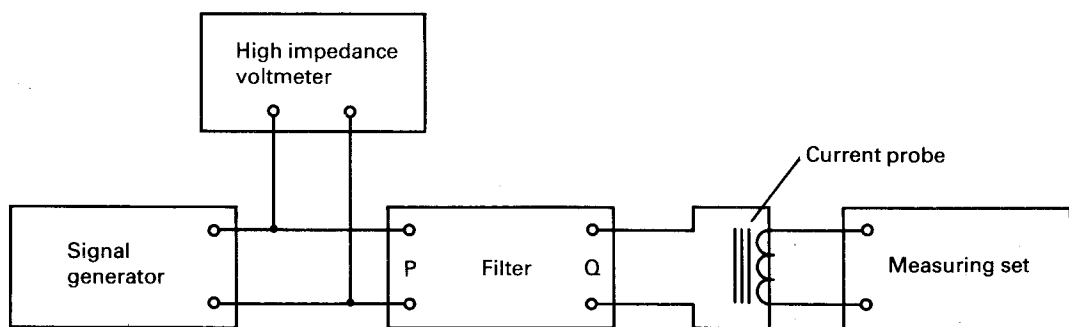
Note. — Voir l'annexe A pour les mesures avec courant ou tension de charge.

FIG. 1. — Montages de mesure.



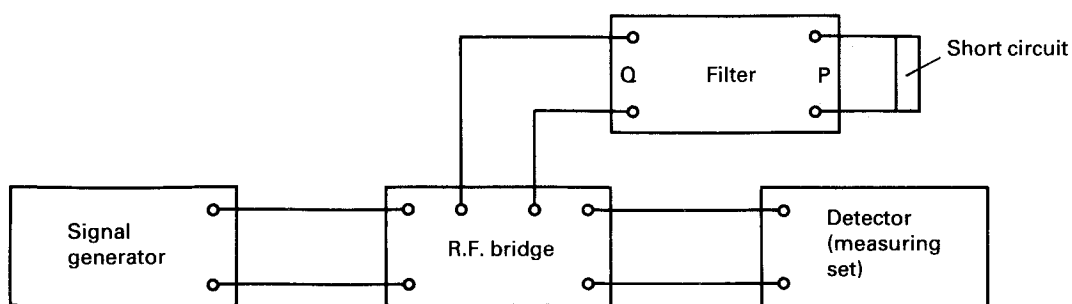
293/81

FIG. 2. — Circuit d'un filtre comprenant un amortissement résistif.



291/81

FIG. 1a. — Measurement of transfer impedance.

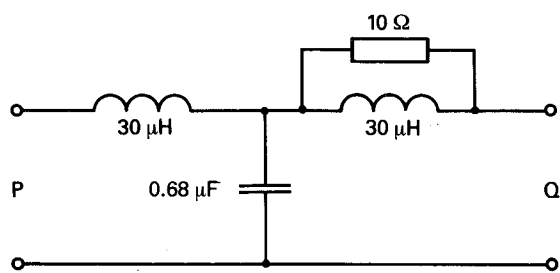


292/81

FIG. 1b. — Measurement of Thevenin impedance.

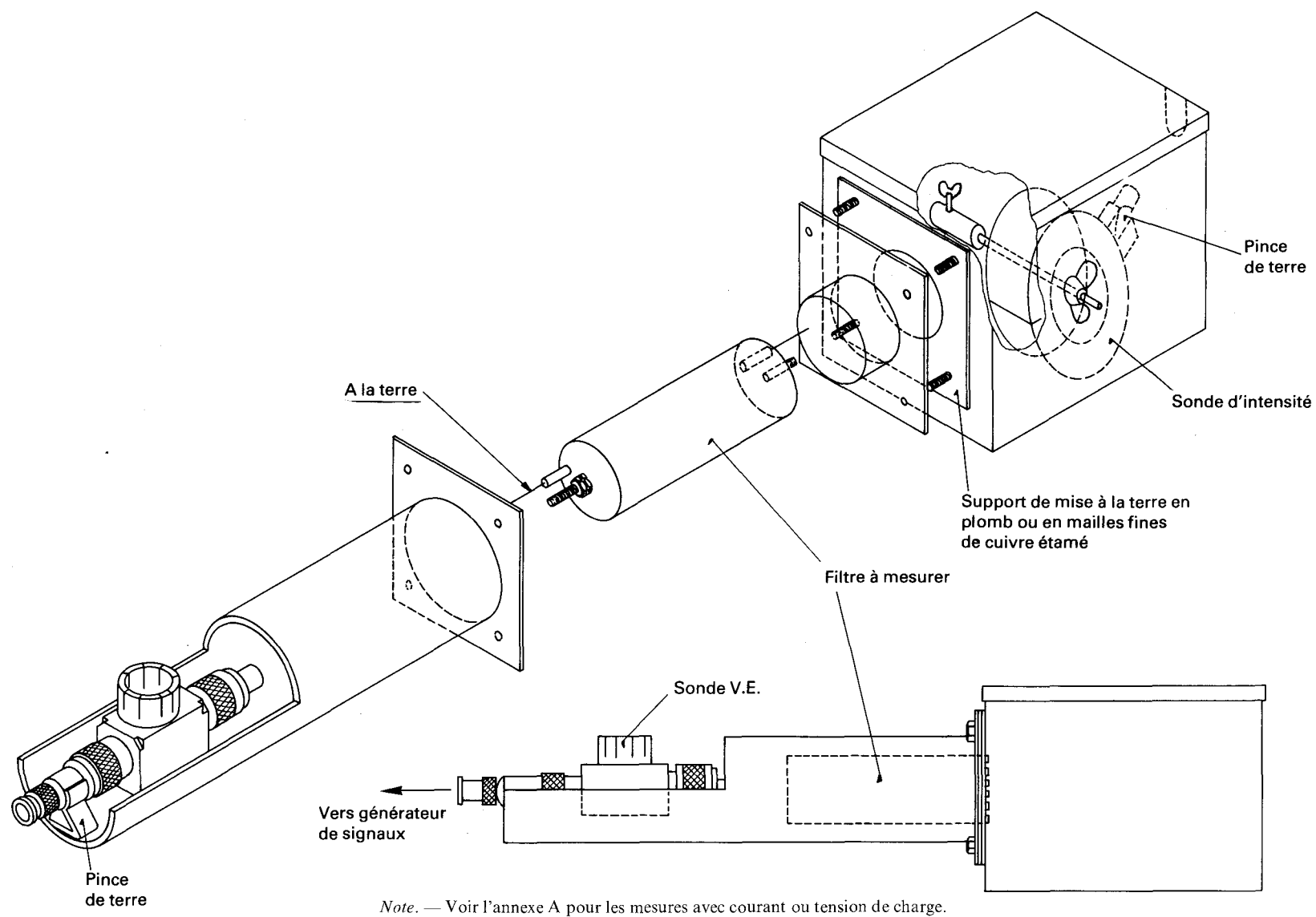
Note. — For measurement with a loading current or voltage, see Appendix A.

FIG. 1. — Measurement arrangement.



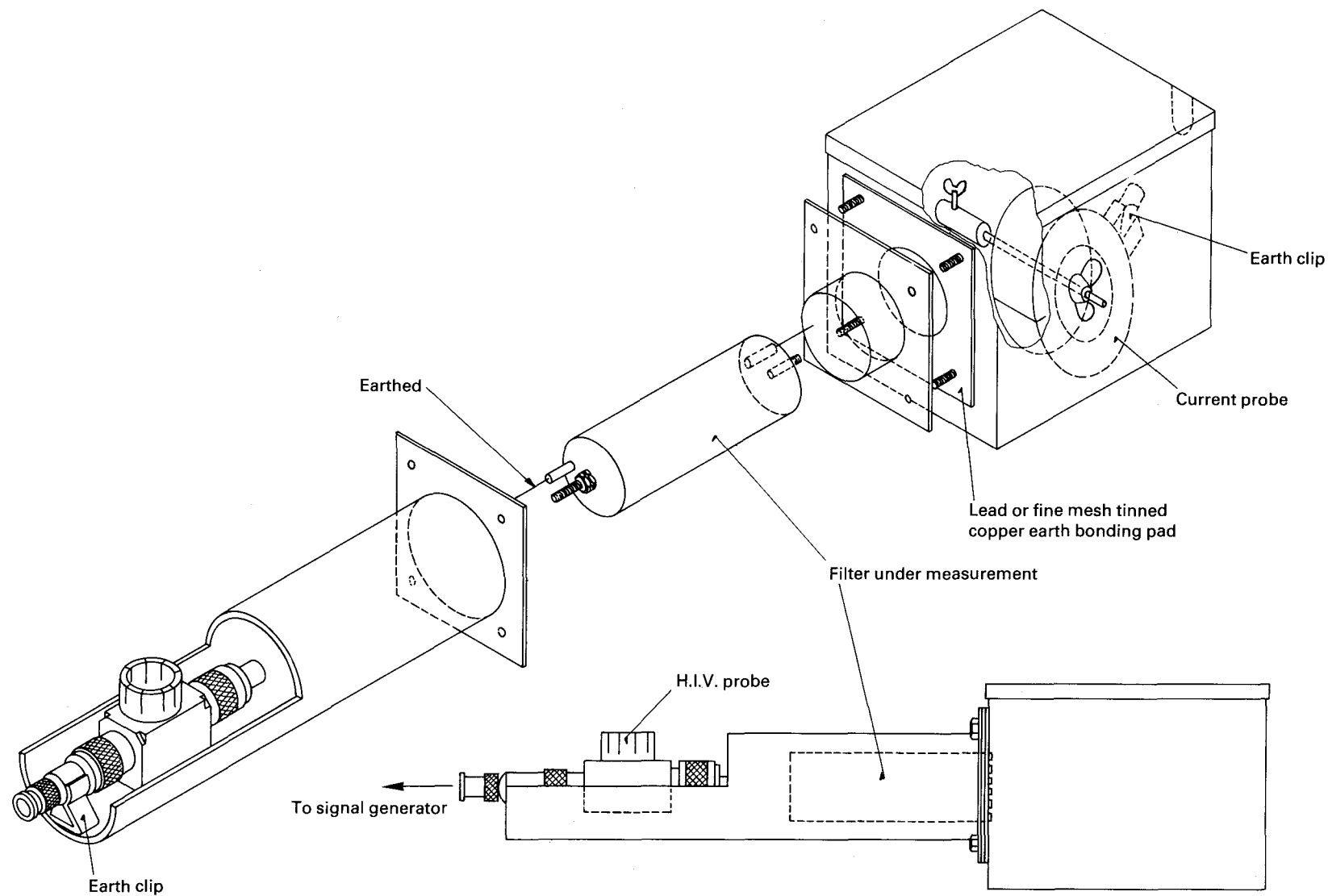
293/81

FIG. 2. — Circuit of a filter incorporating resistive damping.



294/81

FIG. 3. — Exemple de méthode de blindage pour la mesure de l'impédance de transfert.



Note. — For measurement with a loading current or voltage, see Appendix A.

294/81

FIG. 3. — Typical method of screening for transfer impedance measurement.

B. Théorie de la méthode

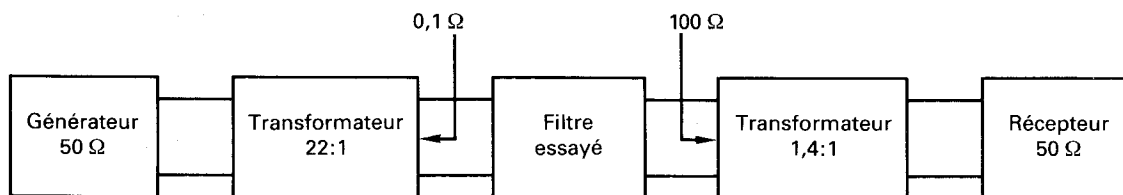
De cette méthode de mesure, l'objectif est de déterminer qu'en fonctionnement réel, avec des impédances d'interface incertaines, le filtre,

- 1) dans la *bande d'arrêt* stipulée, a une caractéristique de perte d'insertion bonne et raisonnablement prévisible et,
- 2) dans la *bande passante*, ne manifeste pas une résonance inacceptable.

La méthode tient compte des conditions limites représentant les circuits réels en fonction d'impédances déterminées empiriquement à partir de données statistiques (sources et charges).

Les analyses théoriques de filtres désaccordés permettent de décrire deux zones distinctes d'anomalies:

- 1) La *résonance dans la bande passante et dans la bande de transition* est causée par deux mécanismes différents d'importances différentes:
 - a) Résonances d'interface (le filtre résonne avec le générateur et/ou les impédances de charge correspondent aux terminaisons des paramètres images). Heureusement, dans les circuits réels, ces résonances sont fortement amorties par le faible Q du circuit équivalent. (Une exception se produit dans le mode commun mais il est facile d'y remédier.)
 - b) Une résonance prononcée qui peut être attribuée aux résonances EIGEN* du filtre. Des résonances critiques de eigen peuvent se produire si, et seulement si, une impédance d'interface est très supérieure et l'autre, très inférieure à l'impédance caractéristique du filtre. Alors, le Q élevé du filtre, proprement dit, est dominant. Cela peut conduire à un gain d'insertion (perte négative d'insertion) pouvant atteindre 30 dB. Ce phénomène se manifeste dans un système de mesure $0,1/100\ \Omega$ (et inversement). Il peut être éliminé par un filtre de conception adéquate.
- 2) *Rendement médiocre de la partie basse de la bande d'arrêt*. En général, pour les filtres passe-bas comme les filtres secteur, les effets du désaccord d'impédance sont le plus marquants aux fréquences de la partie la plus basse de la bande d'arrêt. Dans ce cas, la méthode $0,1/100\ \Omega$ (et inversement) permettra d'identifier tout filtre qui s'écarte fortement des performances attendues à partir des résultats des mesures par un système à $50\ \Omega$. Sur ce plan, il faut souligner que les filtres ou éléments multiples (filtres «compartimentés») sont non seulement bien meilleurs, dans le cas d'un fort désaccord, que les filtres simples, mais aussi qu'ils sont beaucoup plus petits et économiques (pour les détails, voir référence 1 ci-après).
- 3) *Méthode de mesure*. Les essais sont effectués avec le circuit suivant.



295/81

De plus, des essais doivent être effectués en changeant et en inversant les transformateurs. Les transformateurs doivent être à large bande (ferrite) et doivent couvrir la bande de fréquences de 1 kHz à 300 kHz. Pour les systèmes à $75\ \Omega$, les rapports de transformation doivent être de 27:1 et 1,15:1.

Note. — Lorsque l'on dispose d'un matériel de sensibilité adéquate, il est possible d'utiliser des circuits d'essai fournissant des terminaisons ayant la résistance requise sans utiliser de transformateur.

* Ceci se produit pour n'importe quelle combinaison de terminaison, effectivement de 0 ou ∞ .

B. Theory of the method

In this method of measurement, the objective is to determine that in actual operation, with uncertain interface impedances, the filter,

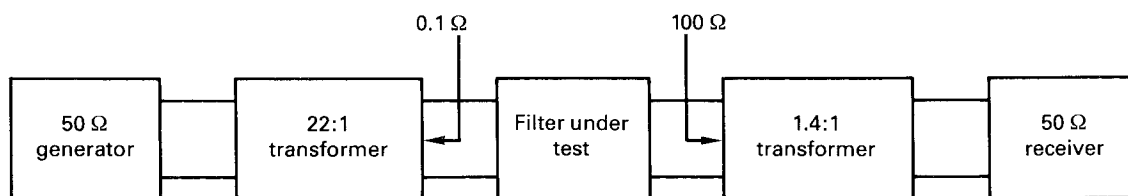
- 1) in the stipulated *stop band*, has a good and reasonably predictable insertion loss characteristic, and
- 2) in the *pass band*, does not exhibit unacceptable ringing.

The method takes into account boundary conditions representing actual circuits in terms of impedances established empirically from statistical data (sources and loads).

From theoretical analysis of mismatched filters, two distinct trouble areas can be delineated:

- 1) *Ringing in the pass band and transition band* is caused by two different mechanisms of different significance:
 - a) Interfacial resonances (the filter resonates with the generator and/or load impedances corresponding to image parameter terminations). Fortunately, in actual circuits, such resonances are highly damped because of the low Q of the equivalent circuit. (An exception occurs in the common mode, but this can easily be overcome.)
 - b) Pronounced ringing which can be attributed to the EIGEN* resonances of the filter. Critical eigen-resonances can occur if, and only if, one interface impedance is much higher and the other much lower than the characteristic impedance of the filter. Then, the high Q of the filter itself is dominant. This can lead to insertion gain (negative insertion loss) of up to 30 dB. This phenomenon shows up in a 0.1/100 Ω (and reverse) measuring system. It can be eliminated by proper filter design.
- 2) *Poor performance in the lower part of the stop band*. Generally, for low-pass filters such as power line filters, the effects of impedance mismatch are most severe at frequencies in the lowest part of the stop band. Here the 0.1/100 Ω (and reverse) method will identify any filter that deviates strongly from the performance expected from the results of measurements in a 50 Ω system. In this context it should be mentioned that multiple section filters ("partitioned" filters) are not only much better under strong mismatch than simple filters, but also much smaller and economical (for details, see Reference 1 below).

- 3) *Method of measurement*. Tests are made with the following circuit.



295/81

In addition, tests shall be made with the transformers interchanged and reversed. The transformers shall be wide-band (ferrite) and cover the frequency range of 1 kHz to 300 kHz. For 75 Ω systems, the transformer ratios shall be 27:1 and 1.15:1.

Note. — Where equipment with adequate sensitivity is available, it may be possible to use test circuits providing the required resistance terminations without using transformers.

* These occur for any combination of effectively 0 or ∞ terminations.

Pour un filtre satisfaisant, dans la gamme de fréquences de 1 kHz à 100 kHz, le *gain d'insertion* maximal à n'importe quelle fréquence doit être inférieur à 10 dB. Pour la gamme de fréquences de la bande d'arrêt, la *perte d'insertion* ne doit pas s'écarter de plus de 10 dB de la valeur stipulée.

Référence

1. *Assuredly effective filters* (Des filtres efficaces à coup sûr), par H. M. Schlicke, IEEE Transactions sur EMC, vol. EMC-18, pp. 106-110, août 1976.

4.3 Méthode de mesure en conditions réelles

La mesure de la caractéristique d'antiparasitage du filtre s'effectue, pour des applications particulières, dans les conditions d'utilisation normales.

On mesure, pour connaître l'affaiblissement d'insertion, le niveau perturbateur provenant d'un dispositif donné, d'abord sans filtre et ensuite avec filtre.

4.4 Méthode de mesure en conditions simulées

La mesure de la caractéristique d'antiparasitage du filtre s'effectue dans un réseau simulant effectivement la source perturbatrice.

Cette méthode est mise en œuvre lorsque la méthode en conditions réelles présente des inconvénients. Jusqu'à présent, elle a été mise en pratique pour étudier les éléments efficaces des circuits à haute tension des dispositifs d'allumage. Cette application particulière est décrite dans le Rapport N° 37/1 du C.I.S.P.R. (Publication 12 du C.I.S.P.R.).

Note. — Après une mise au point plus poussée, des spécifications seront également préparées pour les méthodes définies aux paragraphes 4.3 et 4.4.

5. Dispositif de fixation

Le filtre ou le composant essayé est fixé dans un boîtier d'essai approprié. A moins que le dispositif d'essai ne soit spécifiquement défini par ailleurs, comme aux paragraphes 4.3 et 4.4 ou, pour une application spécifique, par l'utilisateur, le constructeur ou l'autorité d'essai selon le cas, le boîtier d'essai est conforme à la description suivante.

5.1 Construction du boîtier

Les éléments efficaces et filtres d'antiparasitage dépourvus de leurs écrans et prises coaxiales propres aux entrées et aux sorties sont placés, pour les mesures, dans un boîtier d'essai dont les dimensions sont fonction du dispositif à l'essai (par exemple, quant à sa longueur l , sa hauteur h et sa largeur w). Un boîtier est une boîte munie d'un couvercle et faite en matériau non magnétique. Les boîtiers destinés aux mesures de condensateurs et filtres de traversée à brides de fixation ont en principe une cloison intérieure percée d'un trou pour la fixation de ces condensateurs et filtres. Un contact électrique fiable est à rechercher entre les différentes parties du boîtier. Les parties élémentaires de l'enveloppe sont réunies par soudage ou soudure autogène continue des joints; le couvercle et l'enveloppe sont réunis par un dispositif de contact à ressort ou par un joint fileté, un soin particulier étant pris pour être sûr que le couvercle fait un bon contact avec la bride sur toute sa longueur quand on mesure des condensateurs coaxiaux de traversée et des filtres du même type.

Les prises coaxiales sont montées sur deux parois du boîtier.

5.2 Fixation des éléments d'antiparasitage dans les boîtiers

Les circuits suivants se rapportent aux montages les plus communs. Dans les cas non inclus ici, il convient de choisir un montage se rapprochant le plus possible de la disposition dans laquelle le dispositif sera utilisé.

For a satisfactory filter, over the frequency range of 1 kHz to 100 kHz, the maximum *insertion gain* at any frequency should be less than 10 dB. Over the frequency range of the stop band, the *insertion loss* shall not deviate more than 10 dB from the stipulated value.

Reference

1. H. M. Schlicke: *Assuredly effective filters*, IEEE Transactions on EMC, Vol. EMC-18, pp. 106-110, Aug. 1976.

4.3 *In situ method*

The measurement of the suppression characteristic of the filter in particular applications is made under conditions of normal use.

For evaluation of the insertion loss, the interference level from a particular device is measured without filter and then with filter.

4.4 *Model installation method*

The measurement is made of the suppression characteristic of the filter in a network simulating the actual interference source.

This method is used when using the *in situ* method is troublesome. To date, it has been put into practice in investigation of suppression elements for the high-voltage circuits of ignition systems. This particular use is described in C.I.S.P.R. Report No. 37/1 (C.I.S.P.R. Publication 12).

Note. — After further development, it is intended to prepare specifications also for the methods defined in Sub-clauses 4.3 and 4.4.

5. Mounting arrangements

The filter or component under test shall be mounted in an appropriate test container. Unless the specific test arrangement is otherwise specified, as in Sub-clauses 4.3 and 4.4, or, for a specific application, by the user, manufacturer or test authority as appropriate, the test container shall be as described in the following manner.

5.1 *Construction of the container*

The interference suppression elements and filters, which have no screens and coaxial plugs of their own at the input and output, are placed for measurements in a test container the dimensions of which depend on those of the article under test (e.g., on its length l , height h , and width w). A container is a box which is supplied with a lid and is made of non-magnetic metal. A container which is intended for measurement of feed-through capacitors and filters with flange mounting should have an internal partition with a hole for the mounting of capacitors and filters. Reliable electrical contact should exist between separate parts of the container. Separate parts of the housing are joined by soldering or continuous-seam welding; the lid and the housing are joined together by a spring-contact device or by a screw joint, and particular care shall be taken to ensure the lid makes good contact with the flange along its full length when measuring coaxial feedthrough capacitors and filters.

Coaxial jacks are mounted on two walls of the container.

5.2 *Mounting of the interference suppression devices in the containers*

The following circuits refer to the most common arrangements. In the cases not included here, an arrangement shall be chosen approaching as nearly as possible the configuration in which the devices will be used.

5.2.1 *Condensateurs et filtres*

5.2.1.1 *Condensateurs non traversants et filtres multipolaires*

Les condensateurs munis de deux fils de connexion doivent être assemblés conformément à la figure 4a, page 28, en prenant soin que la longueur de chaque fil soit respectivement de 6 mm et de 50 mm pour les fils nus et les fils avec isolant, sauf spécification contraire.

Les condensateurs autres que ceux qui sont munis de fils de connexion sont normalement montés selon les figures 4b et 4c, page 28.

Les condensateurs avec une extrémité connectée au boîtier de blindage sont montés selon la figure 4c.

Les condensateurs Δ sont montés conformément à la figure 4d, page 28, utilisant trois des bornes (deux), et, contrairement au paragraphe A1.5, sont essayés sans connecter le fil de sortie inutilisé au cours de l'essai symétrique, mais en reliant ce fil à l'impédance $Z_0/2$ (Z_0 étant l'impédance du circuit de contrôle) pour l'essai asymétrique. Les filtres quadripolaires sont montés conformément à la figure 4d.

5.2.1.2 *Condensateurs traversants et filtres L-C*

Les condensateurs coaxiaux et les unités de filtrage L-C avec brides de fixation normales sont montés conformément à la figure 5a, page 29.

Les unités de filtrage L-C et les condensateurs traversant coaxiaux et non coaxiaux avec une monture autre qu'une bride sont montés conformément à la figure 5b, page 29. Les filtres à fils blindés sont montés conformément à la figure 5c, page 29.

Si c'est l'extrémité d'un fil qui sert à faire le raccordement à la masse, ce fil doit être utilisé dans sa longueur initiale et disposé en ligne droite. Toute autre borne doit être connectée au châssis métallique par un fil aussi court que l'usage pratique le permet.

Le cas des filtres avec condensateurs incorporés de traversée à quatre et cinq sorties, coaxiaux ou non, est à l'étude.

5.2.2 *Bobines de réactance*

Le montage et les connexions des bobines de réactance de grandes dimensions sont en accord avec la figure 6a, page 30; les bobines de réactance de petites dimensions (de diamètre inférieur à 10 mm) supportées par leurs sorties sont montées conformément à la figure 6b, page 30.

Les dispositions sur les longueurs et le montage de sorties par fil (ou câble) données dans les articles précédents restent valables.

5.2.3 *Résistances, câbles et autres éléments d'antiparasitage utilisés sur les dispositifs d'allumage des véhicules*

La fixation, le raccordement et l'exécution des mesures doivent être conformes aux prescriptions du paragraphe 7.1 de la Publication 12 du C.I.S.P.R.

5.2.1 *Capacitors and filters*

5.2.1.1 *Non-feedthrough capacitors and multi-terminal filters*

Capacitors with two-wire terminations shall be assembled as in Figure 4a, page 28, taking care that, unless otherwise specified, the length of each wire is 6 mm and 50 mm for bare wires and insulated wires respectively.

The capacitors with other than wire termination are mounted as in Figures 4b and 4c, page 28.

The capacitors with one termination connected to the shielding case are mounted as in Figure 4c.

Delta capacitors are mounted as in Figure 4d, page 28, using three of the terminals (two), and, in contrast to Sub-clause A1.5, tested without connecting the termination unused during the symmetrical test, but connecting such unused termination to the impedance $Z_0/2$ (Z_0 being the impedance of the testing circuit) for the asymmetrical test. Four terminal filters are mounted as in Figure 4d.

5.2.1.2 *Feedthrough capacitors and LC filters*

Coaxial capacitors and LC filtering units with flange mounting are mounted as shown in Figure 5a, page 29.

LC filtering units and coaxial or non-coaxial feedthrough capacitors with a mounting other than a flange are mounted as shown in Figure 5b, page 29. Filters with screened leads are mounted as shown in Figure 5c, page 29.

If the mass connection is made through a wire termination, this wire shall be used in its original length and arranged in a straight line. Other kinds of terminals shall be connected to the metalwork by a wire as short as possible for use in practice.

The treatment of four and five terminal feedthrough filters and combined capacitors, coaxial or non-coaxial, is under consideration.

5.2.2 *Chokes*

The mounting and connections of large-sized chokes are as shown in Figure 6a, page 30, and small-sized chokes (with a diameter up to 10 mm), supported by the terminations, are mounted as shown in Figure 6b, page 30.

The provisions for the lengths and mountings of wire (or cable) terminations given in previous clauses are valid.

5.2.3 *Interference suppression resistors, cables and other devices used for suppression of interference from ignition systems of vehicles*

The mounting, connecting and making of measurements shall comply with the requirements of Sub-clause 7.1 of C.I.S.P.R. Publication 12.

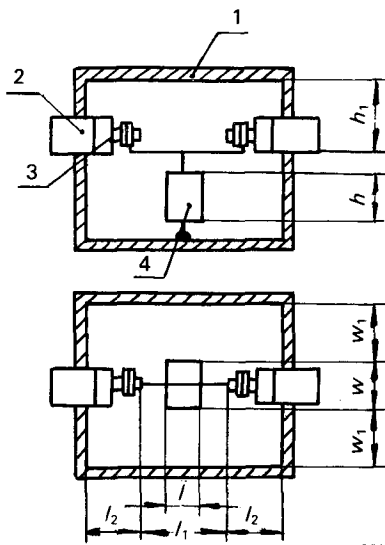


Figure 4a

296/81

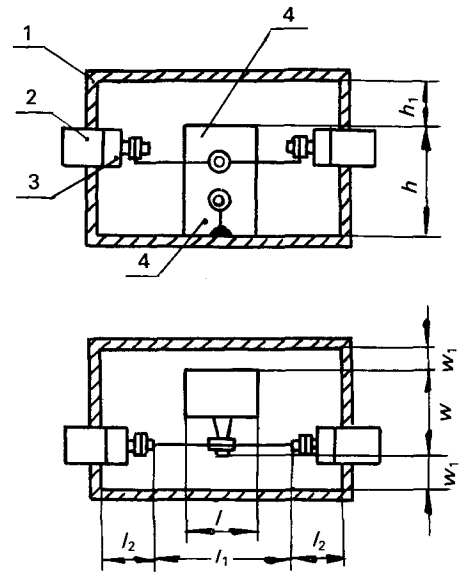


Figure 4b

297/81

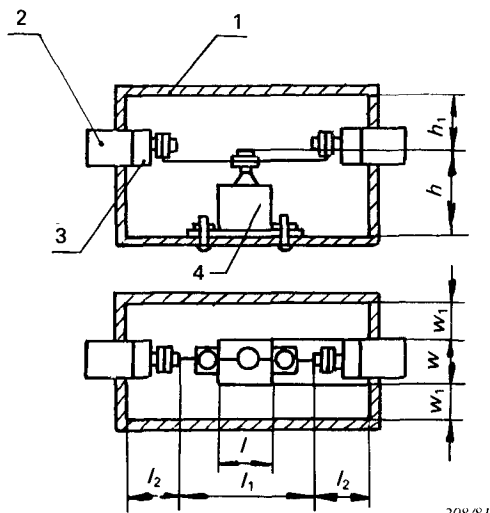


Figure 4c

298/81

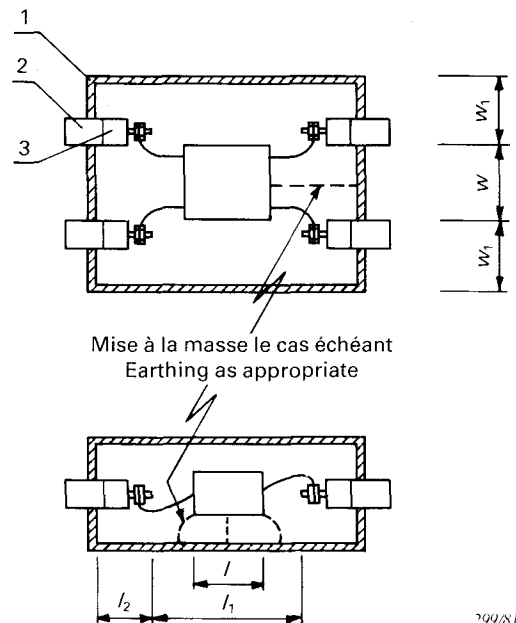


Figure 4d

299/81

- 1 = boîtier
container
3 = élément de montage
element of the mounting

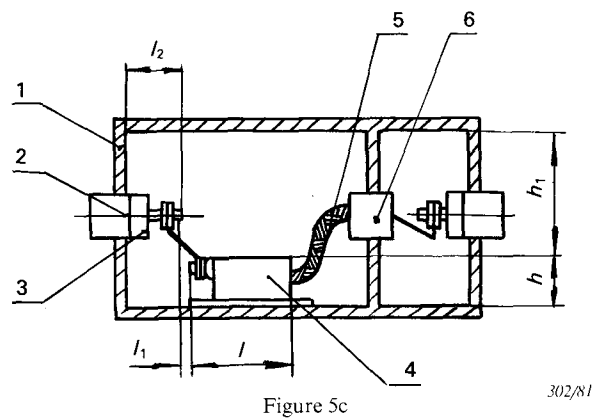
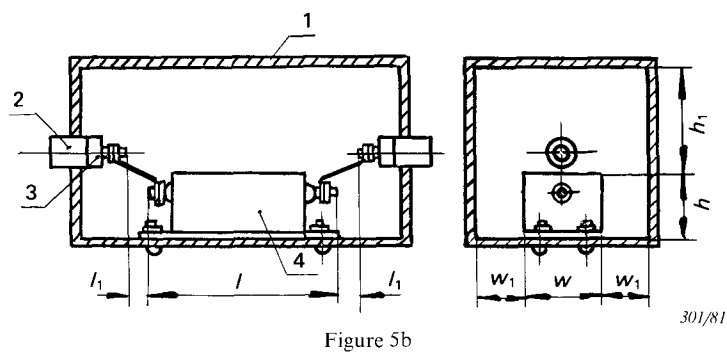
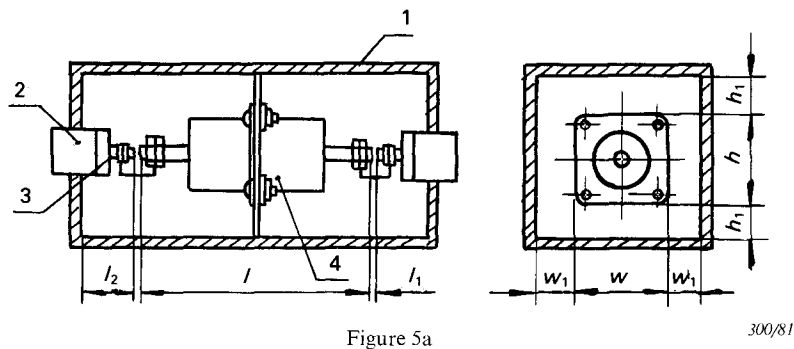
- 2 = fiche coaxiale
coaxial plug
4 = dispositif essayé
device under test

l_1 ne devrait pas dépasser $1 + 20$ mm, l_2 ne devrait pas dépasser 20 mm, h_1 et w_1 ne devraient pas dépasser 80 mm.
 l_1 should be not greater than $1 + 20$ mm, l_2 not greater than 20 mm, h_1 and w_1 not greater than 80 mm.

Note. — Aux fréquences élevées, les résultats des mesures dépendent de la façon de réaliser les connexions — Celle-ci doit être décrite dans le procès-verbal d'essai.

At high frequencies, the results of the measurements depend on the connections—These should be described in the test report.

FIG. 4. — Dispositifs pour condensateurs non traversants et filtres quadripolaires.
Mounting arrangements for non-feedthrough capacitors and four-terminal filters.



- 1 = boîtier
container
- 3 = élément de montage
element of the mounting
- 5 = fil sous écran
screened lead

- 2 = prise coaxiale
coaxial plug
- 4 = dispositif à l'essai
device under test
- 6 = prise blindée
screened plug

l_1 ne devrait pas dépasser 10 mm, l_2 ne devrait pas dépasser 20 mm, h_1 et w_1 ne devraient pas dépasser 40 mm.
 l_1 should be not greater than 10 mm, l_2 not greater than 20 mm, h_1 and w_1 not greater than 40 mm.

FIG. 5. — Dispositifs pour condensateurs traversants et filtres L-C.
 Mounting arrangements for feedthrough capacitors and LC filters.

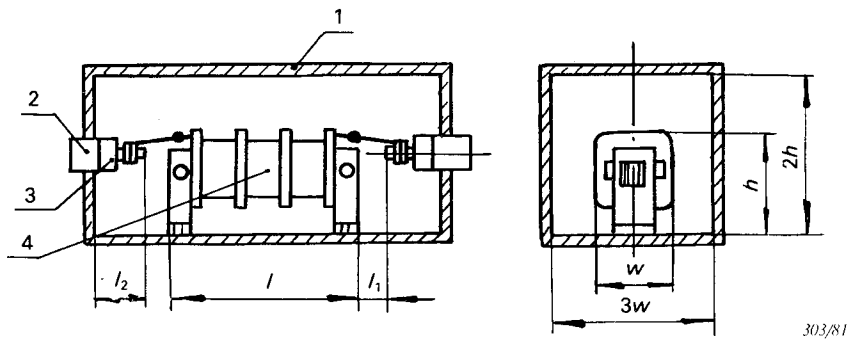


Figure 6a

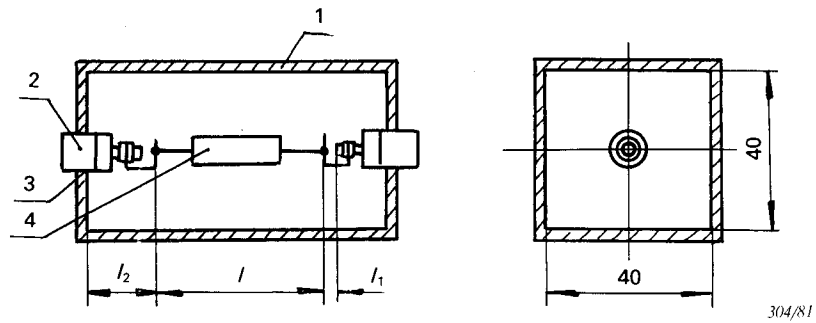


Figure 6b

- | | |
|---|--|
| 1 = boîtier
container | 2 = prise coaxiale
coaxial plug |
| 3 = élément de montage
element of the mounting | 4 = dispositif essayé
device under test |
- l_1 ne devrait pas dépasser 10 mm, l_2 ne devrait pas dépasser 20 mm.
 l_1 should be not greater than 10 mm, l_2 not greater than 20 mm.
- l = longueur de la bobine de réactance
length of choke

FIG. 6. — Dispositifs pour les bobines de réactance.
 Mounting arrangement for chokes.

— Page blanche —

— Blank page —

ANNEXE A

MÉTHODE NORMALE DE MESURE EN LABORATOIRE
DE L'AFFAIBLISSEMENT D'INSERTION DES FILTRES D'ANTIPARASITAGE

A1. Conditions

A1.1 Circuit d'essai de base

Le circuit d'essai de base est disposé conformément aux figures A1 et A2, page 42. Tous les éléments du circuit sont sous écran. On utilise un circuit d'essai asymétrique (coaxial) pour la mesure de filtres destinés à l'affaiblissement des tensions perturbatrices asymétriques, et un circuit symétrique pour la mesure de filtres destinés à l'affaiblissement des tensions perturbatrices symétriques, dans la gamme de fréquences jusqu'à 30 MHz.

Note. — Les modifications pratiques des circuits d'essai présentées aux figures A1 et A2 sont données dans l'article A3.

A1.2 Principales caractéristiques du circuit d'essai

Les principales caractéristiques du circuit d'essai sont données dans le tableau AI.

TABLEAU AI

Caractéristique du circuit d'essai	Valeur
Impédance	Toute valeur spécifique entre 50 Ω et 75 Ω
T.O.S.	Maximum 1,2
Coefficient de symétrie (seulement pour circuits d'essai symétriques)	Minimum 26 dB
Précision: affaiblissement ≤ 80 dB affaiblissement > 80 dB fréquence	± 3 dB ± 6 dB $\pm 2,0\%$

Note. — Les caractéristiques données dans le tableau AI sont maintenues pour chaque fréquence de mesure et pour chaque valeur de courant et de tension d'utilisation.

A1.3 Matériel d'essai¹

A1.3.1 Générateur de signal

Un générateur de signal sinusoïdal est recommandé. On peut utiliser des générateurs d'autres signaux (par exemple de bruits ou d'impulsions) ayant un spectre de sortie uniforme dans la gamme de fréquences utile mais, dans ce cas, le récepteur doit avoir une sélectivité et une insensibilité aux brouillages satisfaisantes.

¹ Cette méthode de mesure peut être grandement simplifiée en utilisant un générateur de balayage à large spectre et un récepteur panoramique synchronisés. Les caractéristiques d'antiparasitage peuvent alors être observées sur un écran d'oscillographe ou être enregistrées automatiquement.

APPENDIX A

STANDARD LABORATORY METHOD OF INSERTION
LOSS MEASUREMENT OF SUPPRESSION FILTERS

A1. Requirements

A1.1 Basic test circuit

The basic test circuit shall be arranged as shown in Figures A1 and A2, page 42. All elements of the circuit shall be screened. An asymmetrical (coaxial) test circuit shall be used for measurement of filters intended for asymmetrical interference voltage suppression and a symmetrical test circuit shall be used for measurement of filters intended for symmetrical interference voltage suppression in the frequency range up to 30 MHz.

Note. — Practical modifications of test circuits shown in Figures A1 and A2 are given in Clause A3.

A1.2 Principal characteristics of the test circuit

The principal characteristics of the test circuit shall be within the limits given in Table AI.

TABLE AI

Characteristic of the test circuit	Value
Impedance	Any specific value between 50 Ω and 75 Ω
V.S.W.R.	Maximum 1.2
Symmetry coefficient (only for symmetrical test circuits)	Minimum 26 dB
Accuracy: for insertion loss ≤ 80 dB for insertion loss > 80 dB frequency	± 3 dB ± 6 dB $\pm 2.0\%$

Note. — The characteristics given in Table AI are maintained for each measurement frequency and for each current and voltage load value.

A1.3 Test equipment¹

A1.3.1 Signal generator

A sinusoidal signal generator is recommended. Generators of other signals (for example noise or impulse), which have a uniform output spectrum in the frequency range of interest, may be used, but in such cases the receiver shall have good selectivity and spurious rejection.

¹ Substantial simplification of the measurement procedure can be achieved by using a suitable sweep generator and panoramic receiver tuned synchronously. The suppression characteristic may then be observed on an oscilloscope screen or automatically recorded.

A1.3.2 Récepteur

Il est recommandé d'utiliser un récepteur sélectif (ayant au moins un circuit résonnant avant le premier étage d'amplification). On peut toutefois utiliser un récepteur non sélectif si les fréquences harmoniques et autres fréquences indésirables à la sortie du générateur sont suffisamment réduites pour ne pas affecter les résultats de la mesure.

A1.3.3 Source de courant ou de tension d'utilisation

La source fournissant le courant ou la tension d'utilisation sera flottante et ses deux pôles (E et F sur la figure A2, page 42) seront isolés de la terre avec possibilité d'en mettre un à la terre, le cas échéant.

Avant de contrôler l'affaiblissement du filtre en charge, il convient de vérifier, par un essai préliminaire (figure A1, page 42) effectué sans alimentation (filtre à vide), que les essais de la gamme considérée ne sont pas influencés de plus de 1 dB par la présence du réseau tampon UO et de l'impédance de charge de la source (figure A2).

Note. — Des exemples de réalisation de réseaux tampons sont donnés dans l'annexe B.

A1.4 Méthode d'essai

Les mesures sont effectuées en deux étapes. Dans un premier temps, le circuit d'essai est en place sans filtre et le générateur et le récepteur sont reliés directement par un câble approprié. Le générateur est réglé sur la fréquence utile et le récepteur est syntonisé à la fréquence du générateur. La tension de sortie du générateur et la tension d'entrée du récepteur sont enregistrées.

Dans un deuxième temps, le circuit d'essai est installé avec filtre et les tensions sont de nouveau enregistrées.

L'affaiblissement d'insertion du filtre essayé peut se calculer par la formule suivante:

$$A = 20 \log_{10} \frac{U_{01}}{U_{02}} + 20 \log_{10} \frac{E_{g2}}{E_{g1}} + A_{tr}$$

dans laquelle:

U_{01} = tension d'entrée du récepteur (essai sans filtre)

U_{02} = tension d'entrée du récepteur (essai avec filtre)

E_{g1} = force électromotrice du générateur sans filtre

E_{g2} = force électromotrice du générateur avec filtre

A_{tr} = valeur d'affaiblissement (en décibels) d'un affaiblisseur étaloné remplaçant le filtre essayé dans un circuit approprié (voir article A3)

Note. — Dans la pratique, il est préférable de tenir compte seulement des lectures du générateur (ou du récepteur). C'est pourquoi la deuxième tension est maintenue au niveau constant $U_{01} = U_{02}$ (ou $E_{g1} = E_{g2}$); pour de plus amples détails, voir l'article A3.

A1.5 Branchement du filtre ou du composant essayés

Les composants et les filtres pour circuits à deux fils sont vérifiés en se servant respectivement de circuits de contrôle symétriques et asymétriques.

A1.3.2 Receiver

A selective receiver (having at least one resonant circuit before the first amplifying stage) is recommended. The use of a non-selective receiver is acceptable if harmonic and other undesirable frequencies in the output of the generator are small enough not to affect the results of measurement.

A1.3.3 Load current or voltage source

The source providing loading current or voltage shall be floating and have both terminals (E and F in Figure A2, page 42) isolated from earth with the possibility of earthing any of them when it is appropriate.

Before testing the attenuation of the loaded filter, it shall be ascertained by a preliminary test made (Figure A1, page 42) without current or voltage (unloaded filter) that the tests in the frequency range considered are not influenced by the presence of the buffer-network UO and of the loading source impedance (Figure A2) by more than 1 dB.

Note. — Examples of realization of buffer-networks are given in Appendix B.

A1.4 Method of test

Measurements shall be carried out in two steps. In the first step, the test circuit shall be arranged without the filter under test and the generator and the receiver shall be directly connected via suitable cable. The generator shall be adjusted to the desired frequency and the receiver tuned to resonance at the frequency of the generator. The output voltage of the generator and input voltage of the receiver shall be recorded.

In the second step, the test circuit shall be arranged in filter-in condition and voltages shall once more be recorded.

The insertion loss of the filter under test can be found from the formula:

$$A = 20 \log_{10} \frac{U_{01}}{U_{02}} + 20 \log_{10} \frac{E_{g2}}{E_{g1}} + A_{tr}$$

where:

U_{01} = input voltage of the receiver in filter-out condition

U_{02} = input voltage of the receiver in filter-in condition

E_{g1} = e.m.f. of the generator in filter-out condition

E_{g2} = e.m.f. of the generator in filter-in condition

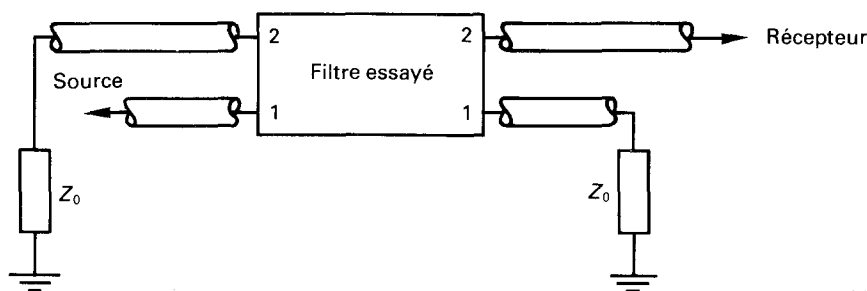
A_{tr} = the value of attenuation (in decibels) for a calibrated attenuator which replaces the filter under test in an appropriate circuit (see Clause A3)

Note. — In practice, it is convenient to deal with readings from the generator (or receiver) only and for this purpose the second voltage is maintained at the constant level $U_{01} = U_{02}$ (or $E_{g1} = E_{g2}$); for further details see Clause A3.

A1.5 Connection of filter or component under test

Components and filters for two-wire circuits shall be tested respectively in symmetrical and asymmetrical test circuits.

Chaque fil de filtres à circuits multiples non accouplés ou à deux fils est contrôlé séparément. L'impédance Z_0 est placée sur toutes les sorties de circuit non utilisées et est compatible avec l'impédance Z_0 de la ligne, du générateur et du récepteur. En outre, le couplage entre les conducteurs chargés de Z_0 est contrôlé selon le schéma ci-dessous :



305/81

A1.6 Montage du filtre dans le circuit de contrôle

Le montage du filtre dans le circuit de contrôle est conforme à son usage normal. Il est réalisé de façon que la continuité et l'efficacité du blindage du circuit de contrôle soient bien assurées. Sauf spécification contraire, le filtre est placé dans un boîtier d'essai conforme à l'article 5.

A1.7 Présentation des résultats

Les données suivantes devront apparaître au procès-verbal d'essai :

- impédance du circuit de contrôle ;
- résultats des mesures (par exemple sous forme de tableau ou de schéma indiquant l'affaiblissement d'insertion en décibels en fonction de la fréquence, par des coordonnées orthogonales semi-logarithmiques) ;
- description (croquis) du branchement et du montage du filtre dans le circuit de contrôle, en indiquant la forme et les dimensions du boîtier d'essai, ainsi que les fils de liaison (s'il y a lieu) ;
- affaiblissement d'insertion maximal mesurable du circuit de contrôle (nécessaire seulement s'il se trouve à 10 dB près des valeurs effectivement mesurées avec le filtre essayé).

A2. Méthodes de vérification des principaux paramètres du circuit de contrôle

A2.1 Vérification du taux d'ondes stationnaires

Méthode I : Le circuit de contrôle est scindé en deux parties aux points de branchement du filtre essayé, l'une contenant le générateur, l'autre le récepteur. Ensuite on mesure l'impédance de chacune de ces parties séparément aux points de connexion du filtre. Le taux d'ondes stationnaires (T.O.S.) (de chacune de ces parties) est calculé d'après la formule suivante :

$$\text{T.O.S.} = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

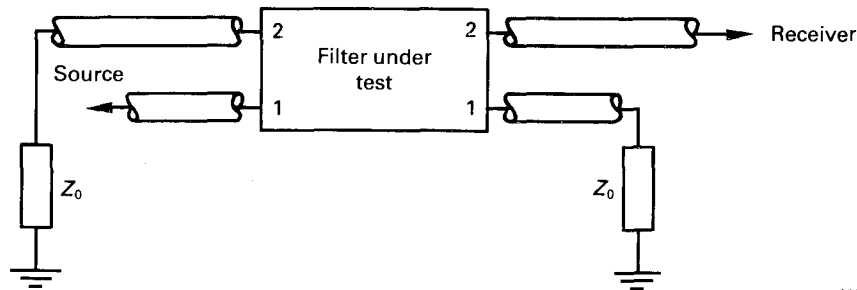
où :

$$r = \frac{Z - R}{Z + R}$$

et Z = valeur complexe de l'impédance mesurée

R = valeur assignée de la résistance du circuit de contrôle

Two-wire and multiple uncoupled circuit filters shall be tested for each lead separately. Z_0 shall be placed on all unused terminations and shall be consistent with the Z_0 of the line, generator and receiver. Additionally, coupling between individual leads shall be tested with the leads loaded with Z_0 as shown in the sketch below:



305/81

A1.6 Mounting of the filter in the test circuit

Mounting of the filter in the test circuit shall correspond to that in normal use. The arrangement shall not disturb continuity and effectiveness of test circuit screening. Unless otherwise specified, the filter under test shall be placed in a test container as specified in Clause 5.

A1.7 Presentation of results

The report of measurements shall contain the following specific data:

- test circuit impedance;
- results of measurements (for example, in the form of a table or diagram showing the insertion loss in decibels as a function of frequency in orthogonal semi-logarithmic co-ordinates);
- description (sketch) of connection and mounting of the filter in the test circuit, giving the shape and dimensions of the test container and connecting leads (if required);
- maximum measurable insertion loss of test circuit (required only if it is within 10 dB of the actually measured values of the filter under test).

A2. Methods of verification of test circuit main parameters

A2.1 Voltage standing-wave ratio (V.S.W.R.) checking

Method I: The test circuit shall be divided at the points of connection of the filter under test into two parts, one of which contains the generator and the other the receiver. Then the impedance of each of those parts shall be measured separately at the points of connection of the filter. V.S.W.R. shall be calculated (for each part separately) according to the following formula:

$$\text{V.S.W.R.} = \frac{1 + |r|}{1 - |r|}$$

where:

$$r = \frac{Z - R}{Z + R}$$

and Z = complex value of measured impedance

R = rated resistance of the test circuit

Méthode II: Le circuit est scindé en deux parties dans la méthode I. Ensuite on mesure directement le T.O.S. de chaque partie séparément (par exemple à l'aide du circuit de mesure). L'erreur maximale de mesure du T.O.S. doit être de $\pm 5\%$.

Notes 1. — Pour vérifier le T.O.S. d'un circuit de contrôle comprenant des affaiblisseurs de séparation, on peut remplacer le générateur et le récepteur par des résistances dont les valeurs sont égales aux résistances assignées du générateur et du récepteur.

2. — Le contrôle du circuit s'effectue sans déconnecter le réseau tampon éventuellement utilisé.

A2.2 Vérification de la précision de l'affaiblissement

Cette vérification est effectuée avec un affaiblisseur étalon présentant les caractéristiques suivantes:

- affaiblissement de $50 \pm 0,5$ dB dans la gamme de fréquences considérée;
- taux d'ondes stationnaires maximal de 1,2 dans la gamme de fréquences considérée;
- impédances d'entrée et de sortie adaptées au circuit de contrôle;
- coefficient de symétrie minimal de 26 dB (seulement pour les circuits de contrôle symétrique).

L'affaiblisseur étalon est inséré dans le circuit de contrôle à la place du filtre essayé et son affaiblissement d'insertion est mesuré.

Les circuits de contrôle contenant des réseaux tampons et autres dispositifs pour relier une source de courant ou de tension sont essayés avec ces dispositifs. La source elle-même est déconnectée et ses bornes de liaison sont court-circuitées.

A2.3 Vérification de la précision en fréquence

La vérification est effectuée avec des appareils dont la précision est meilleure que 2%.

A2.4 Vérification de l'affaiblissement d'insertion maximal mesurable

L'affaiblissement d'insertion maximal mesurable est limité par la puissance du générateur, par la sensibilité du récepteur, par la fuite du signal entre générateur et récepteur du filtre essayé ainsi que par la pénétration de signaux brouilleurs extérieurs.

Le montage du circuit de contrôle est conforme aux figures A1b ou A2b, page 42, sauf que le filtre essayé est remplacé par un court-circuiteur dont on mesure l'affaiblissement d'insertion (un exemple de réalisation de ce court-circuiteur est représenté à la figure A3, page 43).

Si la tension du récepteur est à plus de 1 dB au-dessus du niveau de bruit du circuit, l'affaiblissement d'insertion maximal mesurable est limité par la fuite du signal de contrôle entre générateur et récepteur ou par des signaux brouilleurs extérieurs. Autrement, il est limité par la puissance du générateur ou par la sensibilité du récepteur.

A2.5 Vérification du coefficient de symétrie

Le circuit de contrôle est scindé en deux parties, au point de branchement du filtre essayé, l'une contenant le générateur, l'autre le récepteur. Ensuite, on mesure (voir figure A4, page 43), à l'aide d'un générateur et d'un récepteur auxiliaires, les tensions U_1 et U_2 .

Le coefficient de symétrie est calculé d'après la formule suivante:

$$k = 20 \log \frac{U_1}{U_2}$$

Method II: The test circuit shall be divided into two parts as in Method I. Then the V.S.W.R. shall be measured directly (for example, with the help of the slotted line) for each part separately. The maximum error of the V.S.W.R. measurement shall be $\pm 5\%$.

Notes 1. — When checking the V.S.W.R. in the test circuit in which isolation attenuators are used, it is permissible to replace the generator and receiver by resistors of values equal to their rated resistances.

2. — Circuit checks should also be made with buffer-network connected, when used.

A2.2 Attenuation accuracy checking

Accuracy checking shall be made with the help of a standard attenuator with the following characteristics:

- attenuation of 50 ± 0.5 dB over the frequency range of interest;
- maximum V.S.W.R. of 1.2 over the frequency range of interest;
- input and output impedances matched to test circuit;
- symmetry coefficient minimum 26 dB (for symmetrical test circuits only).

The standard attenuator shall be inserted into the test circuit in place of the filter under test and its insertion loss shall be measured.

Test circuits containing buffer-networks and other arrangements for connecting a current or voltage source shall be checked with these included. The source itself shall be disconnected and terminals for its connection shall be short-circuited.

A2.3 Frequency accuracy

Checking shall be made with equipment having accuracies better than 2%.

A2.4 Maximum measurable insertion loss checking

Maximum measurable insertion loss is limited by generator power, receiver sensitivity, leakage of signal from generator to receiver around the filter under test and by penetration of undesirable external signals.

The test circuit shall be set up as shown in Figures A1b or A2b, page 42, except that the filter under test shall be replaced by a short circuit, the insertion loss of which shall be measured. (An example of a realization of this short circuit is shown in Figure A3, page 43.)

If receiver voltage is more than 1 dB above the circuit noise level, then the maximum measurable insertion loss is limited by leakage of the test signal from the generator to the receiver or by undesirable external signals. Otherwise it is limited by the generator power or receiver sensitivity.

A2.5 Symmetry coefficient checking

The test circuit shall be divided at the point of connection of the filter under test into two parts, one of which contains the generator and the other the receiver. Then, using the auxiliary generator and auxiliary receiver, the voltages U_1 and U_2 shall be measured as shown in Figure A4, page 43.

The symmetry coefficient shall be calculated from the formula:

$$k = 20 \log \frac{U_1}{U_2}$$

A3. Modifications du circuit d'essai de base

Les mesures effectuées sur le circuit d'essai de base (figures A1b et A2b, page 42) nécessitent un niveau de référence (0 dB) déterminé à l'avance pour les circuits représentés aux figures A1a et A2a. Si les paramètres de l'appareil utilisé sont suffisamment stables pour maintenir la précision de mesure voulue, on peut alors procéder à un seul étalonnage de toute la gamme de fréquences avant les mesures. Si la stabilité est insuffisante, il faut procéder à l'étalonnage du circuit de contrôle séparément, avant chaque mesure.

Les figures A5, A6 et A7, pages 44 et 45, représentent des exemples de circuits de contrôle facilitant de telles mesures et équivalant aux circuits d'essai de base.

Note. — Si le filtre essayé n'est pas fixé dans un boîtier sous écran, ces essais sont effectués sur une plaque métallique conductrice sur laquelle tous les composants sont branchés.

La longueur totale de chaque câble, x et y sur les figures A5 et A6 entre le filtre à l'essai, ou entre l'affaiblissement étalon et les affaiblisseurs de séparation, ne doit pas être supérieure à 0,05 fois la longueur d'onde de chaque fréquence d'essai. Si l'observation de cette condition pose des difficultés, par exemple aux fréquences supérieures à 50 MHz, le circuit de contrôle représenté à la figure A7 peut être utilisé à la place de celui de la figure A5. Les deux affaiblisseurs de séparation du bras contenant l'affaiblisseur étalon peuvent être supprimés si les essais montrent que, les commutateurs coaxiaux étant en position 1, la règle concernant le T.O.S. du paragraphe A2.1 est respectée dans les conducteurs reliant le générateur et le récepteur. Un circuit correspondant peut être utilisé à la place de celui de la figure A6.

On peut aussi mesurer des filtres en charge d'après le principe des figures A5, A6 et A7. Dans ce cas, le filtre essayé est remplacé par l'ensemble d'éléments représenté à la figure A8, page 45 (voir annexe B).

A3.1 Méthode générale d'essai avec deux commutateurs coaxiaux (voir figure A5)

Méthode I: T_R est omis ou A_{tr} est réglé à zéro. La tension d'entrée du récepteur est maintenue à une valeur constante pour les deux positions des commutateurs qui insèrent ou déconnectent le circuit de filtrage ($U_{01} = U_{02}$). L'affaiblissement d'insertion est calculé d'après la formule donnée au paragraphe A1.4, dans laquelle le premier et le dernier termes sont nuls.

Méthode II: T_R est omis ou A_{tr} est réglé à zéro. La force électromotrice du générateur est maintenue, pour les deux positions des commutateurs, à un niveau constant ($E_{g1} = E_{g2}$). L'affaiblissement d'insertion est calculé à partir de la formule indiquée au paragraphe A1.4, dans laquelle le second et le dernier termes sont nuls.

Méthode III: La force électromotrice du générateur et la tension d'entrée du récepteur sont maintenues à un niveau constant, le filtre étant d'abord en circuit, puis retiré et remplacé par un affaiblisseur étalon à échelon de 1 dB. L'affaiblissement est alors calculé par la formule du paragraphe A1.4, dont les premier et second termes sont nuls.

A3.2 Méthode d'essai avec deux commutateurs coaxiaux et un affaiblisseur étalon en série avec le filtre essayé (figure A6)

La force électromotrice du générateur et la tension d'entrée du récepteur sont maintenues à un niveau constant dans les deux positions des commutateurs. L'affaiblissement d'insertion (en décibels) du filtre essayé est calculé d'après la formule suivante:

$$A = A_{T1} - A_{T2} \text{ (dB)}$$

où: A_{T1} = affaiblissement de l'affaiblisseur étalon, les commutateurs étant dans la position 1

A_{T2} = affaiblissement de l'affaiblisseur étalon, les commutateurs étant dans la position 2

A3. Modifications of the basic test circuit

Measurements performed on the basic test circuit (Figures A1b and A2b, page 42) require a previously determined reference level (0 dB) in the circuits shown in Figures A1a and A2a. If the stability of parameters of the equipment used is sufficient for maintaining the required measurement accuracy, then the test circuit may be calibrated once in the whole frequency range before the measurements. If stability is insufficient, then the test circuit must be calibrated separately before each measurement.

Examples of test circuits facilitating such measurements, which are equivalent to basic test circuits, are shown in Figures A5, A6 and A7, pages 44 and 45.

Note. — If the filter under test is not mounted in an enclosed shielded container, these tests are performed on a conducting metallic plate, with all components connected to the plate.

The total length of each cable x and y in Figures A5 and A6 between the filter under test or the standard attenuator and the isolation attenuators, shall be not more than 0.05 wavelength at any test frequency. Where difficulties in satisfying this condition arise, for example at frequencies above 50 MHz, the test circuit shown in Figure A7 may be used in place of that shown in Figure A5. The two isolating attenuators in the branch containing the calibrated attenuator may be omitted if tests show that, with the coaxial switches in position 1, the V.S.W.R. requirement of Sub-clause A2.1 is maintained in the lines between generator and receiver. A corresponding circuit may be used in place of that of Figure A6.

Measurements of loaded filters may also be performed according to the principles of Figures A5, A6 and A7, but the filter under test shall be replaced by the set of elements shown in Figure A8, page 45 (see Appendix B).

A3.1 *General method of test with two coaxial switches (see Figure A5)*

Method I: T_R is omitted or A_{tr} is set equal to zero. The input voltage of the receiver shall be maintained at a constant level for filter-in and filter-out positions of the switches ($U_{01} = U_{02}$). Insertion loss shall be calculated from the formula given in Sub-clause A1.4, in which formula the first and last components are zero.

Method II: T_R is omitted or A_{tr} is set equal to zero. The e.m.f. of the generator shall be maintained, for both positions of the switches, at a constant level ($E_{g1} = E_{g2}$). Insertion loss shall be calculated from the formula in Sub-clause A1.4, in which the second and last components are zero.

Method III: Both generator e.m.f. and receiver input voltage are maintained constant with the filter in and with it replaced by a calibrated attenuator having 1 dB steps. The attenuation is then obtained from the formula in Sub-clause A1.4, in which the first and second terms are zero.

A3.2 *Method of test with two coaxial switches and calibrated attenuator in series with the filter under test (Figure A6)*

The e.m.f. of the generator and the input voltage of the receiver shall be maintained at a constant level for both positions of the switches. The insertion loss (in decibels) of the filter under test shall be calculated using the formula:

$$A = A_{T1} - A_{T2} \text{ (dB)}$$

where: A_{T1} = insertion loss of the calibrated attenuator with switches in Position 1

A_{T2} = insertion loss of the calibrated attenuator with switches in Position 2

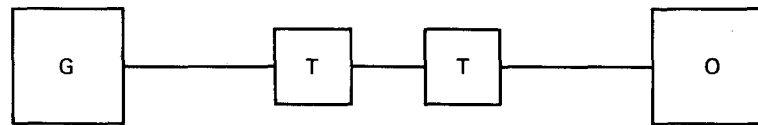


FIG. A1a. — Circuit de référence.
Reference circuit.

306/81

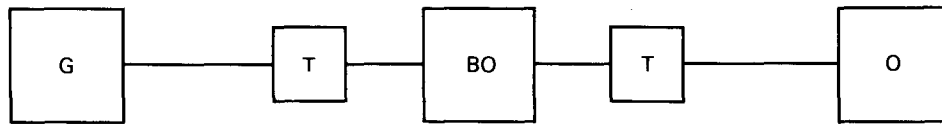


FIG. A1b. — Circuit de mesure.
Measurement circuit.

307/81

BO = filtre essayé
filter under test
G = générateur
generator

T = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dB
O = récepteur
receiver

FIG. A1. — Circuit d'essai de base pour les mesures à vide.
Basic test circuit for measurements without load.

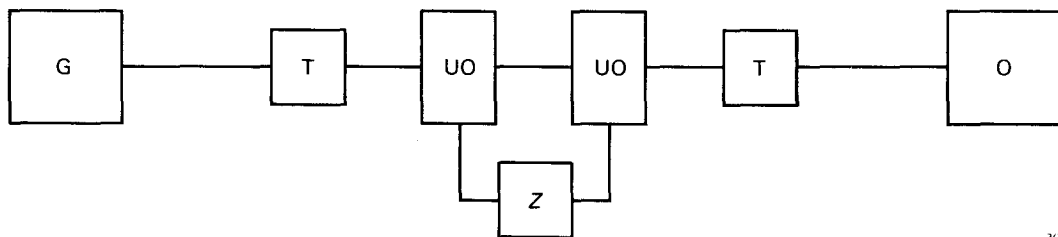


FIG. A2a. — Circuit de référence.
Reference circuit.

308/81

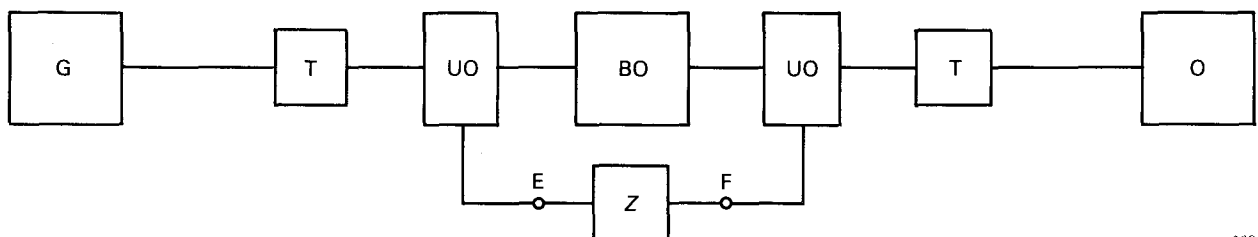


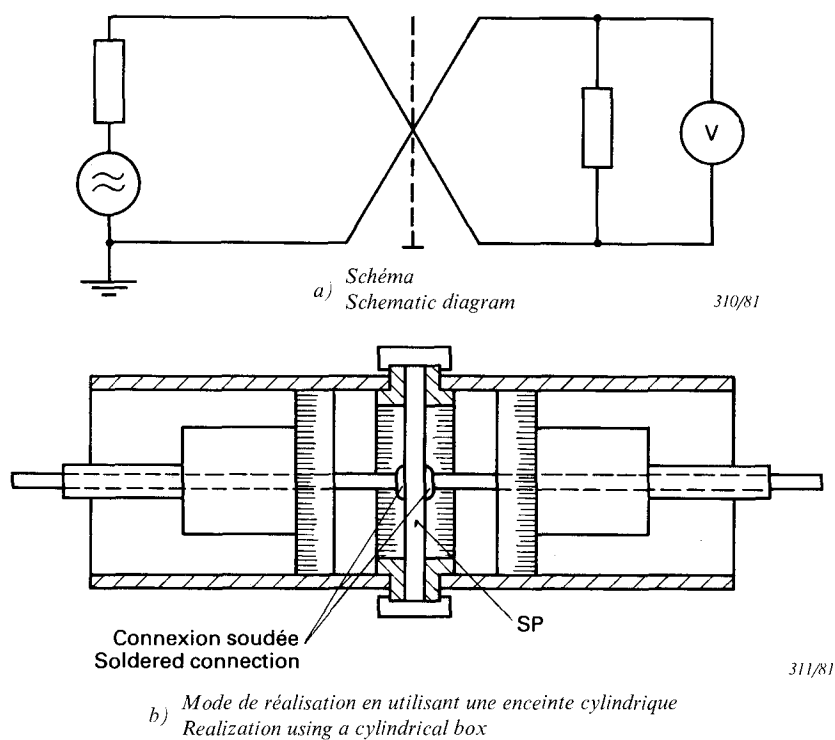
FIG. A2b. — Circuit de mesure.
Measurement circuit.

309/81

BO = filtre essayé
filter under test
UO = réseau tampon
buffer-network
O = récepteur
receiver

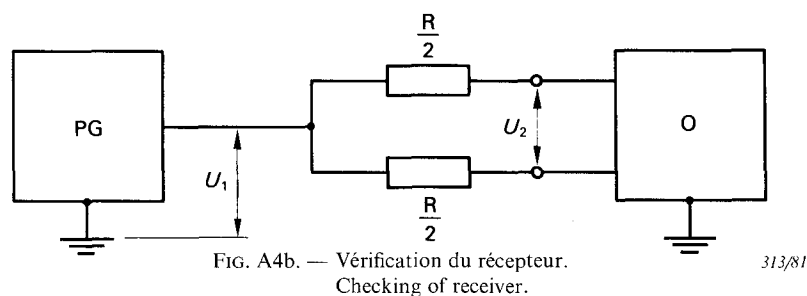
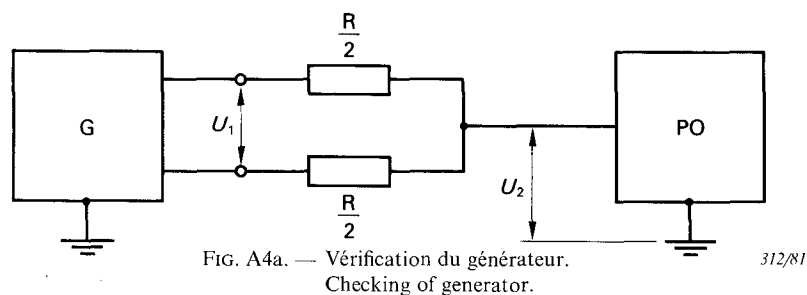
T = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dB
G = générateur
generator
tension ou courant d'alimentation;
les bornes E et F ne sont pas mises à la masse
current or voltage source, terminals E and F
are not connected to earth

FIG. A2. — Circuit d'essai de base pour les mesures en charge.
Basic test circuit for measurements with load applied.



SP = plaque de court-circuit argentée
short-circuiting silvered plate

FIG. A3. — Exemple de court-circuiteur dans le circuit de contrôle.
Example of short circuit in test circuit.



G = générateur essayé
generator under test

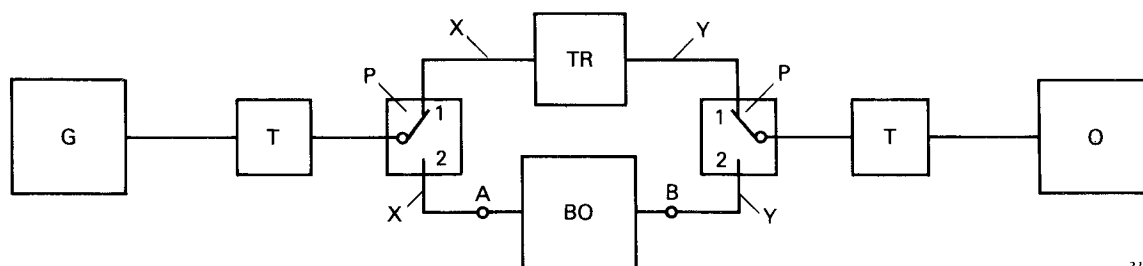
PO = récepteur auxiliaire à entrée asymétrique
auxiliary receiver with asymmetrical input

PG = générateur auxiliaire à sortie asymétrique
auxiliary generator with asymmetrical output

R = résistance adaptée au générateur ou au récepteur essayé
resistor matched to generator or receiver under test

O = récepteur
receiver

FIG. A4. — Vérification du facteur de symétrie du circuit de contrôle.
Checking of symmetry coefficient of test circuit.

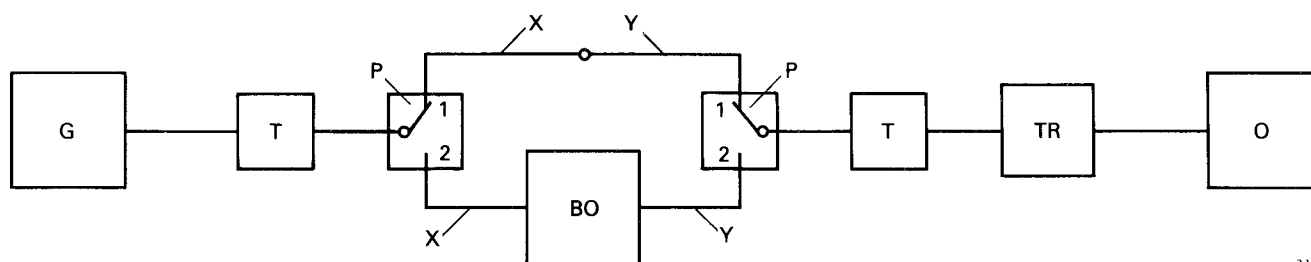


314/81

- | | |
|--|---|
| G = générateur
generator | T = affaiblisseur de séparation 10 dB
isolating attenuator 10 dB |
| P = commutateur coaxial
coaxial switch | O = récepteur
receiver |
| BO = filtre essayé
filter under test | X, Y = paires de câbles identiques
pairs of identical cables |
| TR = affaiblisseur étalonné (réglable)
calibrated attenuator (adjustable) | |

FIG. A5. — Circuit d'essai comprenant deux commutateurs coaxiaux et un affaiblisseur étalonné en parallèle avec le filtre essayé.

Test circuit with two coaxial switches and calibrated attenuator parallel to the filter under test.



315/81

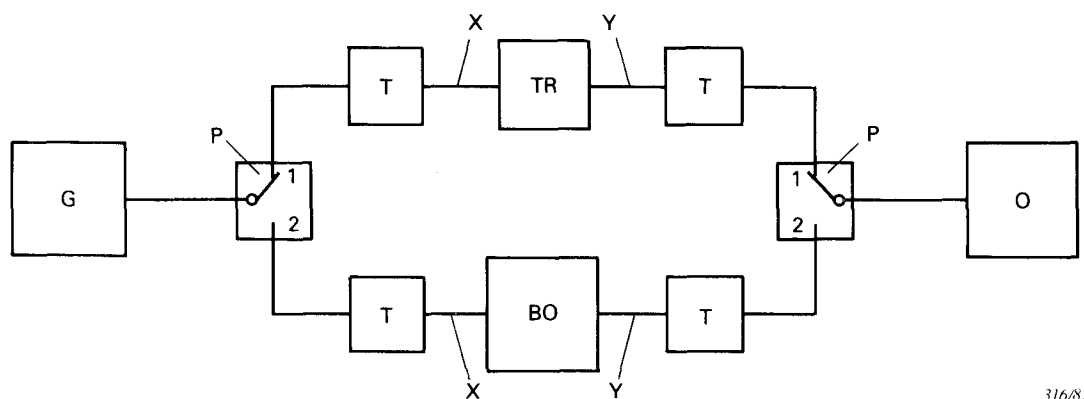
- | | |
|--|--|
| G = générateur
generator | T = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dB |
| P = commutateur coaxial
coaxial switch | O = récepteur
receiver |
| BO = filtre essayé
filter under test | X, Y = paires de câbles identiques
pairs of identical cables |
| TR = affaiblisseur étalonné (réglable)
calibrated attenuator (adjustable) | |

Note. — En variante du circuit représenté, l'affaiblisseur étalonné TR peut être placé immédiatement après le générateur G ou lui être incorporé.

In a variation on this circuit, the calibrated attenuator TR may also be placed immediately following the generator G, or in fact may be incorporated within.

FIG. A6. — Circuit d'essai comprenant deux commutateurs coaxiaux et un affaiblisseur de substitution en série avec le filtre essayé.

Test circuit with two coaxial switches and calibrated attenuator in series for substitution with the filter under test.



316/81

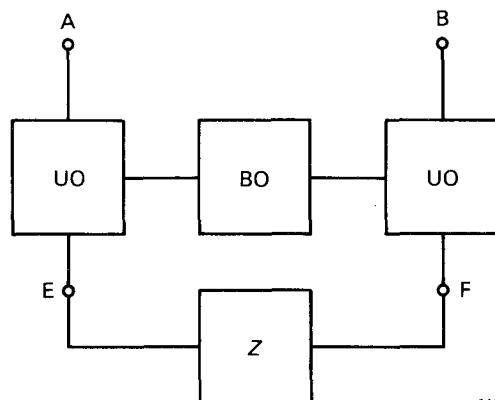
G = générateur
generatorP = commutateur coaxial
coaxial switchO = récepteur
receiverBO = filtre essayé
filter under testTR = affaiblisseur étalonné
calibrated attenuatorT = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dBX, Y = paires de câbles identiques
pairs of identical cables

Voir la note 2 de l'article A3.

See Note 2 of Clause A3.

FIG. A7. — Circuit d'essai comprenant deux commutateurs coaxiaux et un affaiblisseur étalonné de substitution parallèle.

Test circuit with two coaxial switches and a calibrated attenuator for parallel substitution.



317/81

BO = filtre essayé
filter under testZ = alimentation en courant ou en tension
current or voltage sourceUO = réseau tampon
buffer-network

FIG. A8. — Ensemble d'éléments remplaçant le filtre essayé représenté aux figures A5, A6 et A7, pour les mesures effectuées sous courant ou tension d'utilisation.

Set of elements replacing filter under test in Figures A5, A6 and A7 when conducting measurements with current or voltage load.

ANNEXE B

PRINCIPAUX CIRCUITS DE MESURE — RÉALISATION DU RÉSEAU TAMPON

B1. Principaux circuits de mesure

Les figures B2 à B7 représentent les différents montages des réseaux tampons sous charge de courant et de tension pour circuits de contrôle asymétrique, symétrique et en «V».

B2. Exemples de réseau tampon

B2.1 Réseaux tampons à plage de fréquences restreinte

Des schémas de réseaux tampons pour essais sous charge pour les gammes de fréquences 0,1 MHz à 30 MHz et 30 MHz à 300 MHz sont représentés à la figure B1. Les spécifications des éléments de ces circuits tampons sont données dans le tableau BI.

Avant de contrôler l'affaiblissement du filtre en charge, il faut vérifier par un essai préliminaire sans alimentation (filtre à vide) que les essais de la gamme de fréquences considérée ne sont pas influencés par la présence des réseaux tampons UO et de la source Z.

TABLEAU BI

Elément	0,1 MHz à 30 MHz	30 MHz à 300 MHz
C ₁	Condensateur non inductif 0,1 µF	Condensateur non inductif 2 nF
C ₂	Condensateur de traversée 1 µF/100 A	Deux condensateurs de traversée 1 µF/100 A
L	Bobine de réactance en sept sections de 20 spires, réparties en cinq couches Largeur d'une section: environ 20 mm Espace entre sections: environ 6 mm Fil guipé coton: Ø 4 mm Noyau en ferrite ouvert: sept tiges de Ø 8 mm × 220 mm en ferrite de Ni-Zn, $\mu_i = 200$ Longueur de la bobine de réactance: 176 mm Ø: 75 mm L ₁ kHz = 1,2 mH	Chaque bobine comprenant: un enroulement de 12 spires en une couche Fil guipé coton: Ø 3 mm Noyau en ferrite ouvert: tige de Ø 8 mm × 42 mm en ferrite de Ni-Zn, $\mu_i = 200$ Longueur de la bobine de réactance: 45 mm environ Ø: 14 mm environ L ₁ kHz = 2 µH

Note. — Les réseaux tampons dont les paramètres sont indiqués au tableau BI sont prévus pour une charge continue de 60 A et pour une charge de courte durée de 100 A. Un refroidissement forcé peut être nécessaire. Ils peuvent être utilisés pour mesurer l'affaiblissement de filtres jusqu'à environ 85 dB dans la gamme de 0,15 MHz à 300 MHz.

B2.2 Autres réseaux

(A l'étude, voir Rapport n° 53 du C.I.S.P.R.)

APPENDIX B

PRINCIPAL MEASURING CIRCUITS AND REALIZATION OF THE BUFFER-NETWORK

B1. Principal measuring circuits

The ways of connecting buffer-networks for current and voltage load in test-circuits for asymmetrical, symmetrical and “V” tests are shown in Figures B2 to B7.

B2. Examples of buffer-networks

B2.1 *Buffer-networks covering restricted frequency ranges*

Circuit diagrams of buffer-networks for tests with load for the frequency ranges of 0.1 MHz to 30 MHz and 30 MHz to 300 MHz are shown in Figure B1. Specifications of the elements of these buffer-networks are given in Table BI.

Before testing the attenuation of the loaded filter, it shall be ascertained by a preliminary test made without current or voltage (unloaded filter) that the tests in the frequency range considered are not influenced by the presence of the buffer-networks UO and of the source Z.

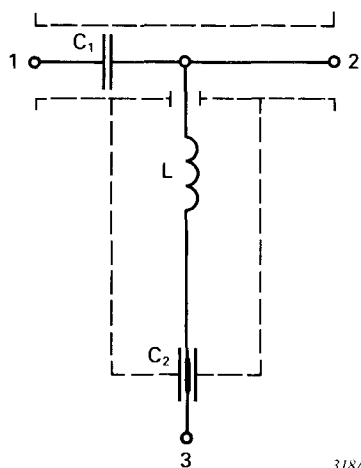
TABLE BI

Element	0.1 MHz to 30 MHz	30 MHz to 300 MHz
C ₁	Non-inductive capacitor 0.1 μ F	Non-inductive capacitor 2 nF
C ₂	Feedthrough capacitor 1 μ F/100 A	Two feedthrough capacitors 1 μ F/100 A
L	Split winding choke Seven sections; each section 20 turns in five layers Width of section about 20 mm Distance between sections about 6 mm Cotton-covered 4 mm $\varnothing$ wire Open ferrite core: seven 8 mm $\varnothing$ $\times$ 220 mm rods of Ni-Zn ferrite with $\mu_i = 200$ Choke length: 176 mm Choke diameter: 75 mm L ₁ kHz = 1.2 mH	Each choke: One layer winding; 12 turns Cotton-covered 3 mm $\varnothing$ wire Open ferrite core: 8 mm $\varnothing$ $\times$ 42 mm rod of Ni-Zn ferrite with $\mu_i = 200$ Choke length about: 45 mm Choke diameter about: 14 mm L ₁ kHz = 2 μ H

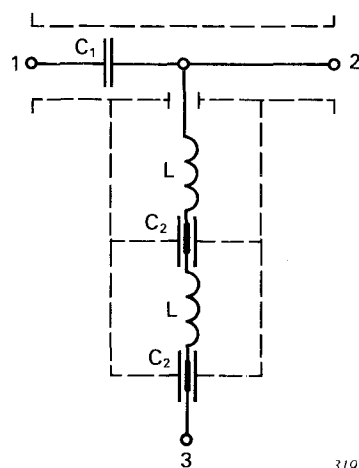
Note. — Buffer-networks for which parameters are given in Table BI are designed for 60 A continuous load and 100 A short-time load. Forced cooling may be necessary. They may be used for the measurement of filters with an attenuation up to about 85 dB in the frequency range 0.15 MHz to 300 MHz.

B2.2 *Other networks*

(Under consideration, see C.I.S.P.R. Report No. 53.)



318/81



319/81

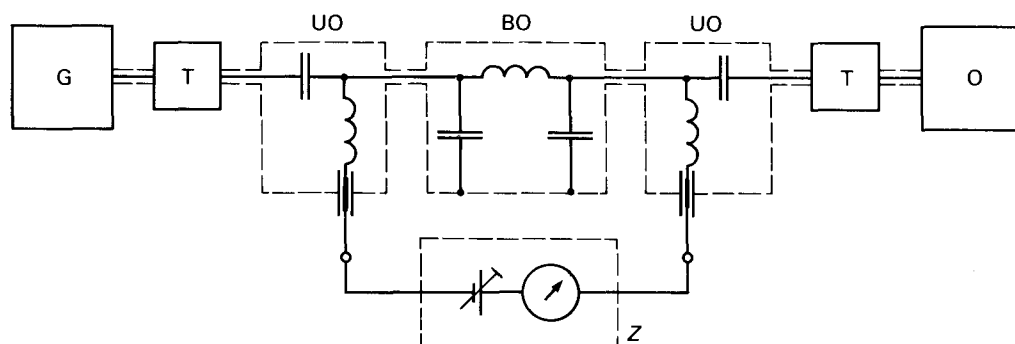
a) Pour la gamme de fréquences de 0,1 MHz à 30 MHz
For the frequency range of 0.1 MHz to 30 MHz

b) Pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 300 MHz
For the frequency range of 30 MHz to 300 MHz

1 = vers le générateur ou récepteur
to the generator or receiver
2 = vers le filtre essayé
to the filter under test

3 = vers la source de courant ou de tension d'utilisation
to load current or voltage source

FIG. B1. — Exemple de réseaux tampons pour essais sous charge.
Example of buffer-networks for tests with load.



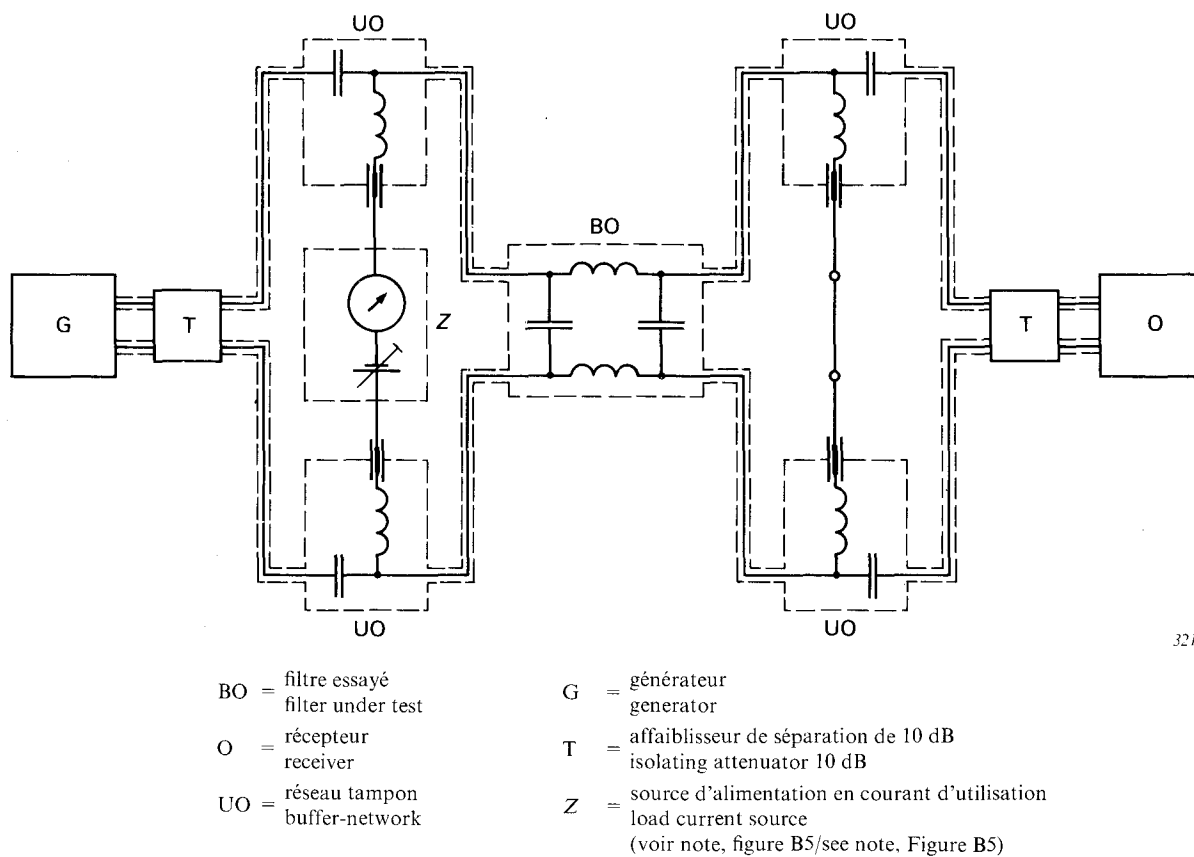
320/81

BO = filtre essayé
filter under test
O = récepteur
receiver
UO = réseau tampon
buffer-network

G = générateur
generator
T = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dB
Z = source de courant d'utilisation
load current source

Note. — La figure B2 n'est pas applicable aux filtres à circuits multiples bobinés sur un ou plusieurs noyaux communs.
Figure B2 is not valid for filters with multiple circuits using winding on one or more common magnetic cores.

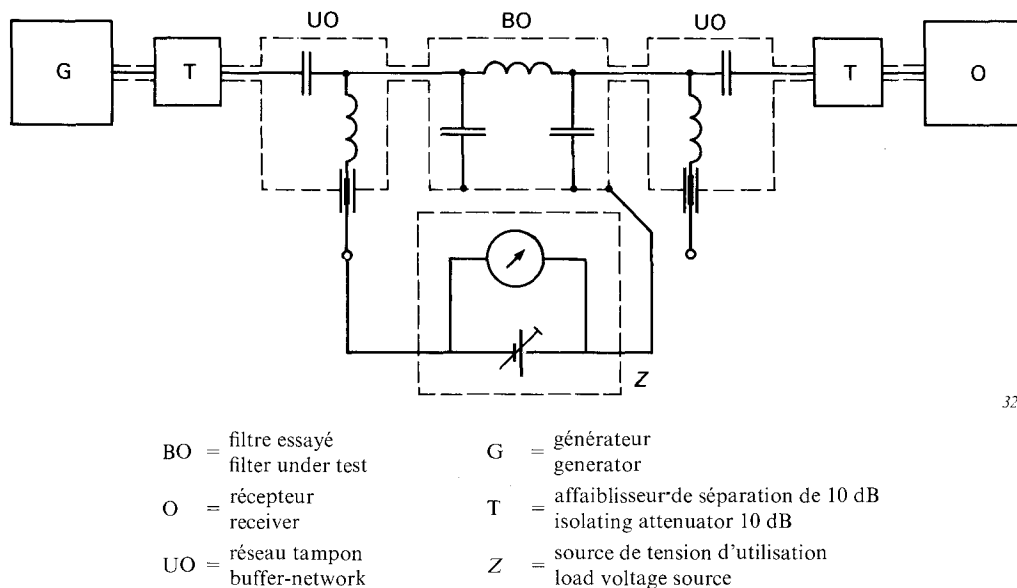
FIG. B2. — Exemple de branchement de réseaux tampons pour une source d'alimentation en courant d'utilisation, dans un circuit de contrôle asymétrique.
Example of connecting buffer-networks for load current source in asymmetrical test circuit.



321/81

FIG. B3. — Exemple de branchement de réseaux tampons pour une source d'alimentation en courant d'utilisation, dans un circuit de contrôle symétrique.

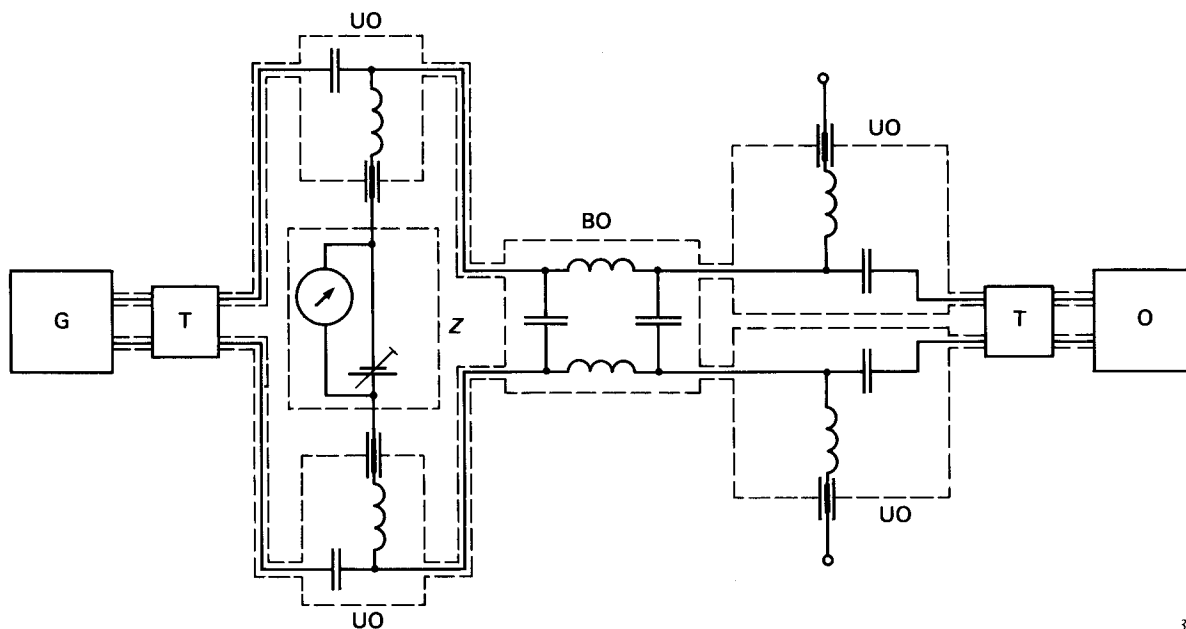
Example of connecting buffer-networks for load current source in symmetrical test circuit.



322/81

FIG. B4. — Exemple de branchement de réseaux tampons pour une source de tension d'utilisation dans un circuit de contrôle asymétrique.

Example of connecting buffer-networks for load voltage source in asymmetrical test circuit.



323/81

BO = filtre essayé
filter under test
O = récepteur
receiver
UO = réseau tampon
buffer-network

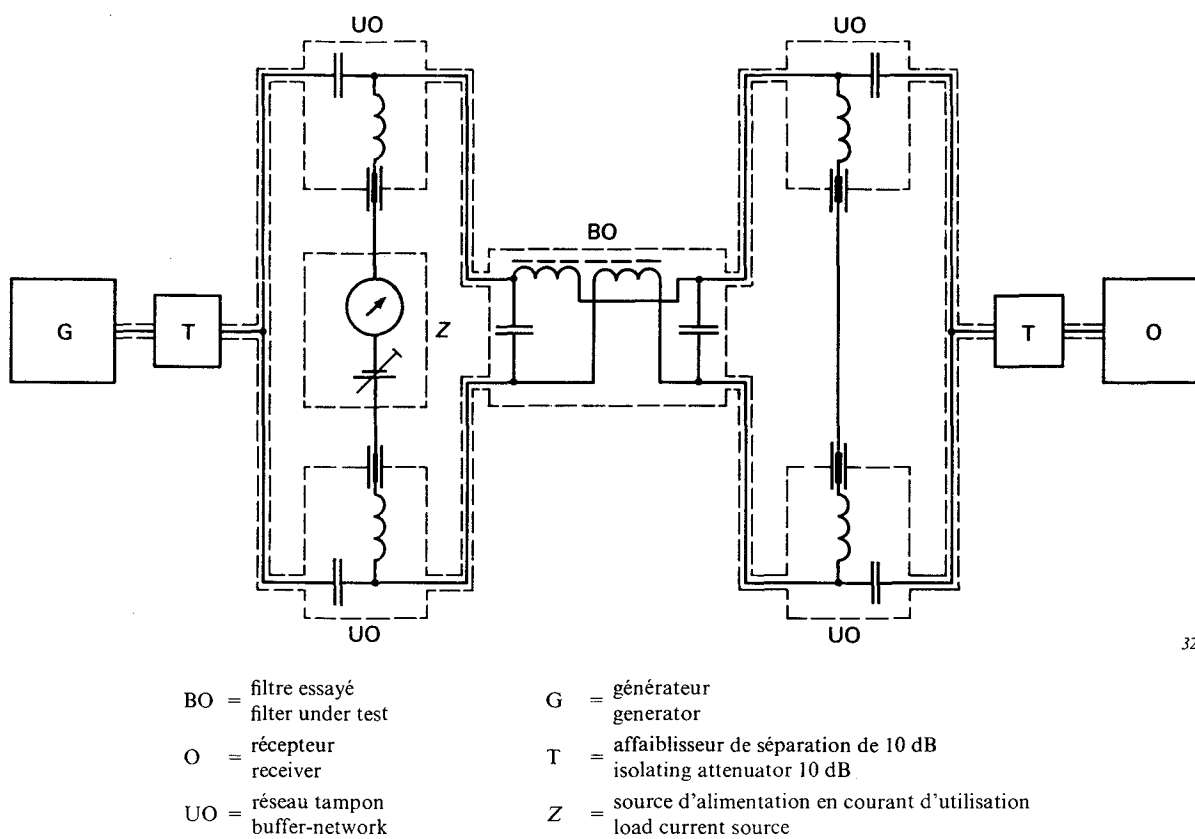
G = générateur
generator
T = affaiblisseur de séparation de 10 dB
isolating attenuator 10 dB
Z = source de tension d'utilisation
load voltage source

Note. — On peut remplacer, dans les circuits de contrôle symétrique des figures B3 et B5, les générateurs et récepteurs symétriques par des générateurs et récepteurs asymétriques utilisés en liaison avec des symétriseurs appropriés.

In the symmetrical test circuits shown in Figures B3 and B5, the symmetrical generators and receivers may be replaced by asymmetrical generators and receivers used in conjunction with appropriate unbalance to balance transformers.

FIG. B5. — Exemple de branchement de réseaux tampons pour une source de tension d'utilisation dans un circuit de contrôle symétrique.

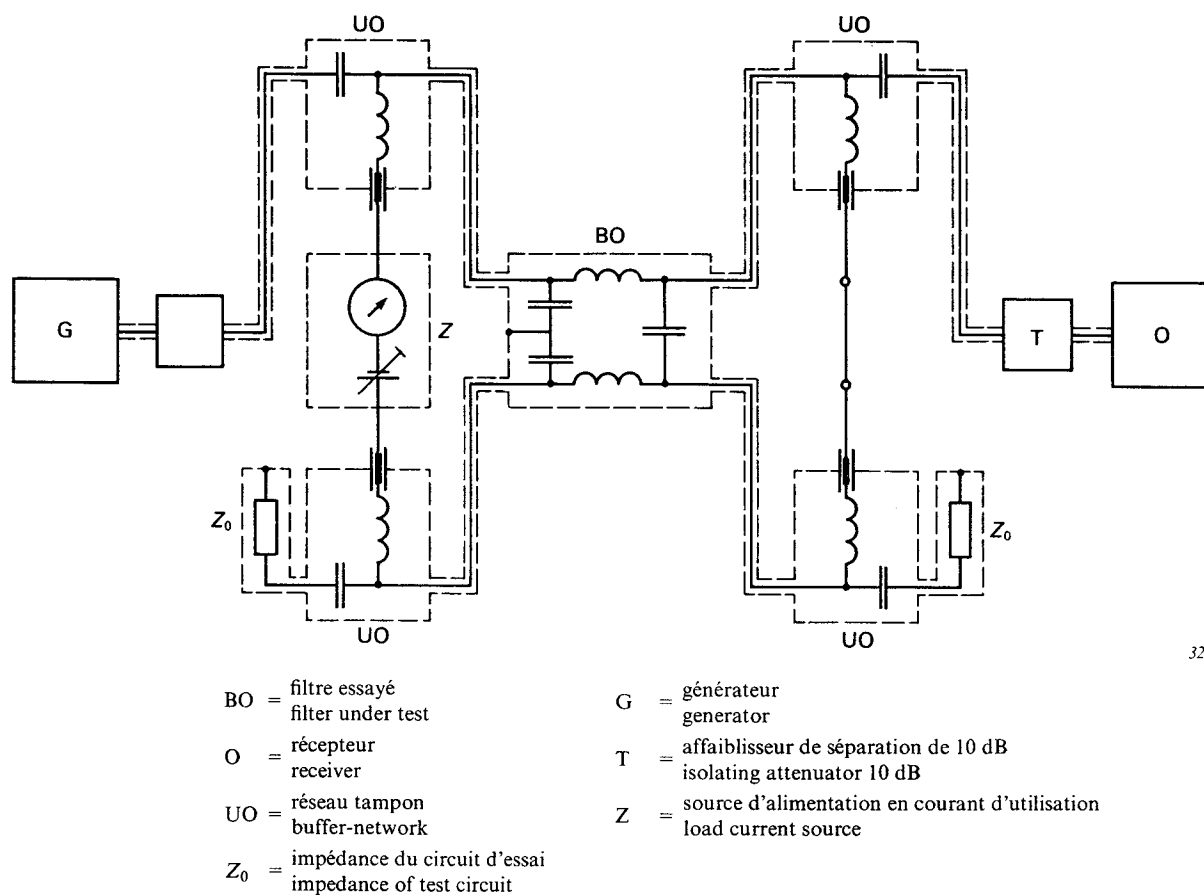
Example of connecting buffer-networks for load voltage source in symmetrical test circuit.



324/81

FIG. B6. — Exemple de branchement de filtre symétrique pour la mesure asymétrique de l'affaiblissement d'insertion.

Example of connecting symmetrical filter for asymmetrical insertion loss measurement.



325/81

FIG. B7. — Exemple de branchement de réseaux tampons pour une source d'alimentation en courant d'utilisation dans un circuit de contrôle «V» pour filtres à deux voies.
Example of connecting buffer-networks for load current source in "V" test circuit for two-line filters.

ICS 33.100
