NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60487-3-4

Première édition
First edition
1982-01

Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres

Troisième partie: Liaisons simulées
Section quatre – Mesures pour la transmission de la téléphonie multivoie à m.r.f.

Methods of measurement for equipment used in terrestrial radio-relay systems

Part 3: Simulated systems
Section Four – Measurements for f.d.m. transmission



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60487-3-4: 1982

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60487-3-4

Première édition
First edition
1982-01

Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres

Troisième partie: Liaisons simulées
Section quatre – Mesures pour la transmission de la téléphonie multivoie à m.r.f.

Methods of measurement for equipment used in terrestrial radio-relay systems

Part 3: Simulated systems
Section Four – Measurements for f.d.m. transmission

© IEC 1982 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 3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http: //www.iec.ch

IEC
Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE N

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

PRÉAMBULE 4

PRÉFACE 4

SECTION QUATRE – MESURES POUR LA TRANSMISSION DE LA TÉLÉPHONIE MULTIVOIE À M.R.F.

Articles

1. Domaine d'application 6
2. Définitions et considérations générales 6
   2.1 Charge conventionnelle 8
   2.2 Composantes du bruit 10
3. Matériel de mesure 10
   3.1 Considérations générales 10
   3.2 Générateur de bruit 10
   3.3 Récepteur de bruit 14
   3.4 Intermodulation inhérente au banc de mesure 14
4. Méthodes de mesure 16
   4.1 Niveau du bruit à l'entrée 16
   4.2 Méthode pour le cas des récepteurs de bruit indiquant le «rapport des puissances de bruit» 16
   4.3 Méthode pour le cas des récepteurs de bruit indiquant la puissance de bruit ou le rapport signal à bruit dans la voie de mesure 16
   4.4 Méthode pour la mesure du bruit indépendant de la charge des voies (bruit de «base») . . . 16
   4.5 Bruit blanc dépendant de l'affaiblissement du trajet de propagation et bruit résiduel indépendant de l'affaiblissement de propagation 18
   4.6 Bruit total en fonction du niveau de la charge de bruit et du niveau de porteuse modulée reçue 18
5. Présentation des résultats 18
6. Détails à spécifier 20
7. Références 20
8. Bibliographie 20

FIGURES 22

ANNEXE A – Conversion entre le rapport des puissances de bruit et le niveau de puissance de bruit ou le rapport signal à bruit 28

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

PREFACE 5

SECTION FOUR – MEASUREMENTS FOR F.D.M. TRANSMISSION

Clause

1. Scope 7
2. Definitions and general considerations 7
   2.1 Conventional load 9
   2.2 Noise components 11
3. Measuring equipment 11
   3.1 General considerations 11
   3.2 Noise generator 11
   3.3 Noise receiver 15
   3.4 Inherent intermodulation of the white-noise test-set 15
4. Methods of measurement 17
   4.1 Input-noise level 17
   4.2 Noise receivers indicating in units of noise power ratio 17
   4.3 Noise receivers indicating in units of noise power or signal-to-noise ratio 17
   4.4 Basic noise 17
   4.5 Path-loss dependent and path-loss independent basic noise 19
   4.6 Total noise as a function of noise loading level and received r.f. carrier level 19
5. Presentation of results 19
6. Details to be specified 21
7. References 21
8. Bibliography 21

FIGURES 23

APPENDIX A – Conversion of the measured n.p.r. to noise power level or signal-to-noise ratio 29

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ DANS LES FAISCEAUX HERTZIENS TERRESTRES

Troisième partie: Liaisons simulées

Section quatre – Mesures pour la transmission de la téléphonie multivoie à m.r.f.

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 12E: Systèmes pour hyperfréquences, du Comité d'Etudes n° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Un projet de la section quatre fut discuté lors de la réunion tenue à Berlin en 1973. A la suite de cette réunion, un projet, document 12E(Bureau Central)27, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1975.

En raison des votes et des observations reçus, un projet modifié, document 12E(Bureau Central)51, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en octobre 1976.

Les Comités nationaux des pays ci-après se seront prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Etats-Unis d'Amérique
Allemagne	France
Australie	Hongrie
Autriche	Japon
Belgique	Pologne
Brésil	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Turquie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 487-3-1: Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé dans les faisceaux hertziens terrestres, Troisième partie: Liaisons simulées.
Section un: *(actuellement Publication 487-3).*

487-3-3: Section trois: Mesures concernant la transmission de la télévision monochrome ou en couleur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN TERRESTRIAL RADIO-RELAY SYSTEMS

Part 3: Simulated systems
Section Four – Measurements for f.d.m. transmission

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 12E: Microwave Systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

A draft of Section Four was discussed at the meeting held in Berlin in 1973. As a result of this meeting, a draft, Document 12E(Central Office)27, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1975.

As a result of the votes and comments received, an amended draft, Document 12E(Central Office)51, was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in October 1976.

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

Australia	Hungary
Austria	Japan
Belgium	Poland
Brazil	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
Denmark	Sweden
Egypt	Turkey
France	United Kingdom
Germany	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 487-3-1: Methods of Measurement for Equipment Used in Terrestrial Radio-relay Systems, Part 3: Simulated Systems.
Section One: General *(at present Publication 487-3).*

487-3-3: Section Three: Measurements for Monochrome and Colour Television Transmission.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ DANS LES FAISCEAUX HERTZIENS TERRESTRES

Troisième partie: Liaisons simulées

SECTION QUATRE – MESURES POUR LA TRANSMISSION DE LA TÉLÉPHONIE MULTIVOIE À M.R.F.

1. Domaine d'application

Cette section traite des mesures effectuées de bande de base à bande de base au moyen d'un signal modulant à spectre continu uniforme, pour la détermination de la qualité de transmission d'une liaison simulée prévue pour transmettre la téléphonie multivoie à multiplexage par répartition en fréquence (m.r.f.). Ces mesures sont spécifiques à un signal transmis déterminé et sont, par conséquent, complémentaires de celles déjà décrites dans la troisième partie, section deux de cette publication: Mesures en bande de base, qui sont communes à la transmission de la téléphonie, de la télévision et des voies de radiodiffusion sonore.

2. Définitions et considérations générales

La qualité d'un matériel à l'essai chargé par du bruit blanc qu'il transmet, se ramène à la puissance de bruit mesurée dans une voie de mesure déterminée à bande étroite, simulant une voie téléphonique non chargée, lorsque le reste de la bande de base téléphonique est chargé par du bruit erratique de spectre uniforme (bruit blanc) appliqué à un niveau de charge conventionnel (voir paragraphe 2.1). Le bruit blanc appliqué à l'entrée en bande de base du matériel à l'essai est limité spectralement à la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques au moyen d'un filtre passe-haut et d'un filtre passe-bas. Les voies de mesure sont obtenues au moyen de filtres coupe-bande étroits qui permettent de mesurer la qualité à différentes fréquences transmises dans des voies de mesure situées vers le bas, le milieu et le haut du spectre de la bande de base m.r.f.

Le bruit total apparaissant dans une voie de mesure à la sortie du matériel à l'essai comprend aussi bien du bruit indépendant de la charge des voies téléphoniques que du bruit d'intermodulation (on parle quelquefois de «bruit au repos» et de «bruit de distorsion», respectivement). Il est, par conséquent, d'usage courant de mesurer le bruit dans chaque voie de mesure en chargeant la bande de base par du bruit puis en l'absence de charge, ce qui permet l'évaluation séparée du bruit total et du bruit indépendant de la charge, à partir de quoi l'on peut obtenir le bruit d'intermodulation.

La qualité peut être exprimée sous forme d'un rapport entre deux puissances de bruit, d'un rapport signal à bruit, ou en unités de puissance de bruit en se rapportant en un point de niveau relatif zéro du matériel à l'essai. Ces unités peuvent être des picowatts, des décibels au-dessus de 1 pW ou des décibels en dessous de 1 mW, et elles peuvent être spécifiées comme exprimant des valeurs de puissance de bruit avec ou sans pondération psophométrique.

Le «rapport des puissances de bruit» est défini comme le rapport de la puissance de bruit dans une voie de mesure lorsque la bande de base entière est chargée, sans exception de voies, à la puissance dans la même voie de mesure lorsque la bande de base est soit chargée à l'exception de cette voie (bruit total), soit non chargée (bruit indépendant de la charge). Ce rapport est toujours exprimé en décibels par un nombre positif.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN TERRESTRIAL RADIO-RELAY SYSTEMS

Part 3: Simulated systems

SECTION FOUR – MEASUREMENTS FOR F.D.M. TRANSMISSION

1. Scope

This section deals with baseband-to-baseband measurements of the noise performance of simulated radio-relay systems used for frequency division multiplex (f.d.m.) telephony. These measurements are signal-related and are additional to those already given in Part 3, Section Two of this publication, Measurements in the Baseband, which are common to telephony, television and sound programme transmission.

2. Definitions and general considerations

The noise loading performance of a system is the noise power measured in a chosen narrow measuring channel, which simulates an unloaded telephone channel, when the baseband is loaded with random noise of uniform spectrum (white noise) at a conventional loading level (see Subclause 2.1). White noise applied to the baseband input of the system under test is limited to the frequency band occupied by the telephone channels by means of a high-pass and a low-pass filter. Noise measuring channels are provided by means of narrow band-stop filters which allow performance to be measured at several frequencies including channels located close to the bottom, middle and top of the baseband frequency range.

The total noise appearing within a noise measuring channel at the system output comprises basic noise and intermodulation noise (sometimes referred to as "idle noise" and "distortion noise" respectively). It is therefore common practice to measure the noise within each noise measuring channel with the baseband loaded with noise and then unloaded, in order to obtain the total noise and basic noise separately; from these results the intermodulation noise may be obtained.

The noise performance may be expressed as a noise power ratio (n.p.r.), a signal-to-noise ratio, in units of noise power or noise power level referred to the system zero relative level point. The units used may be picowatts, decibels above 1 pW or decibels below 1 mW, and they may be specified as a weighted or unweighted value.

Noise power ratio is defined as the ratio of the noise power in a measuring channel when the baseband is fully loaded with noise, to the power in that channel either with all the baseband loaded except the measuring channel (i.e. total noise) or with all the baseband unloaded (i.e. basic noise). n.p.r. is always expressed as a positive number of decibels.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le rapport signal à bruit est défini comme le rapport de la puissance du signal sinusoïdal d'essai normalisé (0 dBm0) à la puissance du bruit pris dans une bande spécifiée de la voie de mesure de bruit, les deux étant rapportés au même point du circuit. Le bruit peut être pondéré ou non. Le rapport est exprimé en décibels par un nombre positif.

Les conversions entre les unités de mesure les plus courantes utilisées dans les essais avec charge de bruit peuvent s'effectuer par les formules données à l'annexe A.

2.1 *Charge conventionnelle*

Le niveau de la charge conventionnelle, défini par le C.C.I.T.T. (référence 1), et recommandé par le C.C.I.R. (référence 2), est donné au tableau I pour les capacités en voies couramment rencontrées. Pour les autres capacités, le niveau de puissance de la charge conventionnelle L_c peut se calculer à partir des formules suivantes:

$$L_c = -15 + 10 \log_{10} N \text{ dBm0 pour } N \geqslant 240 \quad (2\text{-}1)$$

$$L_c = -1 + 4 \log_{10} N \text{ dBm0 pour } 12 \leqslant N < 240 \quad (2\text{-}2)$$

où N est la capacité du faisceau hertzien en voies téléphoniques

Notes 1. – Ces niveaux simulent la valeur moyenne de la puissance de l'ensemble des signaux de parole, de signalisation, etc., transmis pendant «l'heure chargée». Lorsqu'une proportion notable de la bande de base est employée pour la transmission de télégraphie ou de données dans des voies téléphoniques, les expressions ci-dessus ne s'appliquent pas.

2. – Les formules 2-1 et 2-2 correspondent à une bonne approximation des signaux réels lorsque $N \geqslant 60$. Cependant, pour les capacités plus faibles, les essais avec du bruit de spectre uniforme sont moins réalistes en raison de la différence de nature entre les signaux réels et les signaux d'essai.

TABLEAU I

Niveau de la charge conventionnelle

(d'après les références 2 et 6)

1	2	3	4
Nombre de voies téléphoniques	Niveau relatif de puissance par voie au point R' (dBr)	Niveau de la charge conventionnelle (dBm0)	Niveau de puissance nominal du signal de mesure au point R' (dBm)
60	−45	6,1	−38,9
120	−45	7,3	−36,7
300	−42	9,8	−32,2
600	−45 −42	12,8	−32,2 −29,2
960	−45 −42	14,8	−30,2 −27,2
1 260	−37	16,0	−21,0
1 500	−37	17,5	−19,5
2 700	−37	19,3	−17,7

Un faisceau hertzien chargé «conventionnellement», est chargé, au niveau de la charge conventionnelle, par un signal de bruit erratique à spectre uniforme délimité en bande afin de correspondre à la largeur de bande totale en bande de base du signal multiplex téléphonique à m.r.f.

Le niveau du signal de mesure est, dans la plupart des cas, choisi égal au niveau de la charge conventionnelle.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Signal-to-noise ratio is defined as the ratio of the power of the standard test tone (0 dBm0) to the noise power, in a specified bandwidth within the noise measuring channel, both being referred to the same point in the circuit. Signal-to-noise ratio may be measured weighted or unweighted and is expressed as a positive number in decibels.

Conversion between commonly encountered noise loading measurement units may be made by reference to Appendix A.

2.1 *Conventional load*

The conventional loading level, which is defined by the C.C.I.T.T. (Reference 1), and recommended by the C.C.I.R. (Reference 2), is shown in Table I for some typical channel capacities. For other channel capacities the mean power level L_c of the conventional load may be calculated from the following expressions:

$$L_c = -15 + 10 \log_{10} N \text{ dBm0 for } N \geqslant 240 \quad (2\text{-}1)$$

$$L_c = -1 + 4 \log_{10} N \text{ dBm0 for } 12 \leqslant N < 240 \quad (2\text{-}2)$$

where N is the radio-relay system channel capacity

Notes 1. – These levels simulate the mean power of speech plus signalling currents, etc., transmitted over the system during the busy hour. Where a significant proportion of the baseband is used for v.f. telegraphy or data transmission, these expressions do not apply.

2. – Equations 2-1 and 2-2 give a good approximation to actual signals when $N \geqslant 60$. For smaller channel capacities, however, tests with white noise are less realistic owing to the differing nature of actual signals and test signals.

TABLE I

Level of the conventional load

(from References 2 and 6)

1	2	3	4
Number of telephone channels	Relative power level at point R' (dBr)	Level of the conventional load (dBm0)	Nominal power level of the test signal at point R' (dBm)
60	−45	6.1	−38.9
120	−45	7.3	−36.7
300	−42	9.8	−32.2
600	−45 −42	12.8	−32.2 −29.2
960	−45 −42	14.8	−30.2 −27.2
1 260	−37	16.0	−21.0
1 500	−37	17.5	−19.5
2 700	−37	19.3	−17.7

A conventionally loaded radio-relay system is one which is loaded at the conventional loading level with a uniform-spectrum random noise signal which is band-limited to correspond with the total bandwidth of the f.d.m. signal.

The test signal level in most cases is chosen to equal the conventional load.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.2 *Composantes du bruit*

Un rappel des différents types de bruit se produisant dans les faisceaux hertziens est donné au paragraphe 103.3 de la Publication 487-3-1 de la CEI, section un: Généralités, ainsi que dans la référence 5.

Le bruit total, mesuré dans la bande de base d'une liaison simulée, comprend les trois composantes suivantes:

a) Bruit résiduel indépendant de l'affaiblissement de propagation et de la charge. On l'appelle bruit de base indépendant de l'affaiblissement de propagation.

b) Bruit thermique variable avec l'affaiblissement du trajet de propagation. On l'appelle aussi bruit de base dépendant de l'affaiblissement du trajet de propagation.

c) Bruit d'intermodulation, dépendant du niveau de charge en bruit blanc de la bande de base.

Le bruit «de base» *a) +b)* est mesuré en l'absence de charge comme décrit au paragraphe 4.4. Le bruit total *a) + b) + c)* est mesuré en présence de charge de bruit selon la méthode décrite dans les paragraphes 4.2 ou 4.3.

3. Matériel de mesure

3.1 *Considérations générales*

On trouve, dans le commerce, des bancs de mesure pour l'évaluation de la qualité à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme. Ces matériels sont appelés «bancs d'essais en bruit blanc» ou «bancs d'essais avec charge de bruit». Un banc d'essais en bruit blanc comprend un générateur de bruit et un récepteur de bruit. Une disposition typique du matériel est indiquée à la figure 1, page 22.

Afin d'assurer la compatibilité entre les résultats obtenus au moyen de bancs d'essais différents et d'aboutir à une bonne précision de mesure, les caractéristiques pertinentes des matériels sont spécifiées de façon stricte aussi bien par le C.C.I.R. (référence 2), que par le C.C.I.T.T. (référence 3).

Les bancs d'essais commercialement disponibles sont, en principe, d'une précision suffisante pour permettre l'exécution de mesures sur des liaisons simulées sans qu'il soit nécessaire, en pratique, de tenir compte de l'erreur qu'ils introduisent. Cependant, lorsque la précision de mesure exigée est comparable à la précision intrinsèque du matériel de mesure, on devra réserver à l'erreur de mesure possible la part qui convient dans la présentation des résultats.

La précision de mesure dépend de beaucoup de facteurs comprenant, en particulier, les suivants:

- précision des affaiblisseurs et des indicateurs du générateur et du récepteur de bruit;
- nombre des filtres coupe-bande insérés et largeurs de bande effectives des voies de mesure;
- domaine de la courbe de charge dans lequel on effectue la mesure (selon que le bruit dépendant de la charge des voies est ou non prédominant);
- ordre de la distorsion prédominant dans le matériel à l'essai.

Ces facteurs sont examinés dans les références 3 et 4 et dans les publications dont la liste figure à la bibliographie, page 20.

3.2 *Générateur de bruit*

3.2.1 *Caractéristiques de sortie*

La tension efficace de la source de bruit, mesurée dans une bande de 2 kHz environ, ne doit pas varier de plus de ±0,5 dB dans la bande de fréquences correspondant à la bande de base téléphonique du matériel à l'essai.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.2 *Noise components*

A survey of the different types of noise occurring in radio-relay systems is given in Sub-clause 103.3 of I E C Publication 487-3-1, Section One: General, and in Reference 5.

The total noise measured within the baseband of a simulated radio-relay system includes the following three components:

a) Residual noise which is dependent of path attenuation and loading. This is normally referred to as path-loss-independent basic noise.

b) Thermal noise which varies with path attenuation. This is normally referred to as path-loss-dependent basic noise.

c) Intermodulation noise which is dependent upon the baseband noise loading level.

Basic noise *a) + b)* is measured without noise loading as described below in Sub-clause 4.4. Total noise *a) + b) + c)* is measured with noise loading as described below in Sub-clauses 4.2 or 4.3.

3. **Measuring equipment**

3.1 *General considerations*

Equipment for the measurement of noise loading performance are commercially available and are known either as "white-noise test-sets" or as "noise-loading test-sets". A white-noise test-set comprises a noise generator and a noise receiver and a typical circuit arrangement is shown in Figure 1, page 23.

To ensure test equipment compatibility and to achieve good measurement accuracy, the relevant characteristics of white-noise test-sets are closely specified by both C.C.I.R. (Reference 2) and the C.C.I.T.T. (Reference 3).

Commercial white-noise test-sets are normally sufficiently accurate for measurements on simulated radio-relay systems without making allowance for test equipment errors. However, where the required accuracy of measurement is comparable with the intrinsic accuracy of the test equipment, due allowance for measurement error should be made in the presentation of results.

Measurement accuracy depends upon many factors, including the following:

- generator and receiver attenuator and monitor accuracies;
- the number of band-stop filters inserted and the effective bandwidths of the noise-measuring channels;
- the region of the loading curve at which the measurement is being made (i.e. whether basic or intermodulation noise predominates);
- the order of distortion predominant in the system under test.

These factors are discussed in References 3 and 4 and in the publications listed in the bibliography, page 21.

3.2 *Noise generator*

3.2.1 *Output characteristics*

The r.m.s. voltage of the noise source, when measured in a bandwidth of about 2 kHz, should not vary by more than ±0.5 dB within the bandwidth corresponding to the baseband of the system under test.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le signal d'essai doit avoir une distribution d'amplitude gaussienne au moins jusqu'aux valeurs correspondant à 12 dB crête au-dessus de la valeur efficace. La densité de puissance du bruit à la sortie du générateur doit avoir une valeur maximale $\geqslant -40$ dBm/kHz, cela afin de permettre d'utiliser des niveaux de charge d'au moins 10 dB supérieurs au niveau de la charge conventionnelle. Le niveau d'émission doit être réglable de façon continue ou par petits accroissements (0,1 dB par exemple) pour obtenir le niveau spécifié, au moyen de l'affaiblisseur de sortie. Le domaine d'affaiblissement de cet affaiblisseur peut excéder 50 dB.

3.2.2 *Filtres délimitant la bande de bruit et filtres coupe-bande*

Il est nécessaire d'utiliser des filtres passe-haut et passe-bas pour définir les limites des fréquences de la bande de base appropriées au matériel à l'essai, ainsi qu'un ensemble de filtres coupe-bande, chacun déterminant une voie de mesure de bruit. Une grande variété de ces filtres est disponible dans les bancs de mesure courants, ce qui permet d'effectuer les mesures pour toutes les capacités en voies téléphoniques habituellement rencontrées. Les fréquences des filtres sont récapitulées dans le tableau II; les spécifications détaillées sont données dans la référence 2.

TABLEAU II

Fréquences recommandées pour les filtres

(d'après la référence 2)

Capacité du système (voies)	Limites de la bande de fréquences occupée par les voies téléphoniques (kHz)	Fréquences de coupure équivalentes des filtres limiteurs de bande (kHz)		Fréquences des voies de mesures disponibles (kHz)
		Passe-haut	Passe-bas	
60	60-300	60±1	300±2	70 270
120	60-552	60±1	552±4	70 270 534
300	60-1 300 64-1 296	60±1	1 296±8	70 270 534 1 248
600	60-2 540 64-2 660	60±1	2 600±20	70 270 534 1 248 2 438
960	60-4 028 64-4 024	60±1	4 100±30	70 270 534 1 248 2 438 3 886
900	316-4 188	316±5	4 100±30	534 1 248 2 438 3 886
1 260	60-5 636 60-5 564	60±1	5 600±50	70 270 534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 200	316-5 564	316±5	5 600±50	534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 800	312-8 120 312-8 204 316-8 204	316±5	8 160±75	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7 600
2 700	312-12 336 316-12 388 312-12 388	316±5	12 360±100	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7600 11 700

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

The test signal should have a Gaussian amplitude distribution up to a peak-to-r.m.s. ratio of at least 12 dB. The density of the noise power at the generator output should have a maximum value of not less than −40 dBm/kHz to enable loading levels up to at least 10 dB above the conventional loading level to be used. The transmit level should be adjustable continuously or in small steps (e.g. 0.1 dB), by means of an output attenuator, to the specified value. The attenuator may typically have a range in excess of 50 dB.

3.2.2 *Band-limiting and band-stop filters*

High-pass and low-pass filters are required to define the baseband frequency limits appropriate to the simulated system under test and a series of band-stop filters are required to determine the noise-measuring channels. A wide variety of filters is available with current white-noise test-sets so enabling tests to be carried out for all commonly encountered telephone channel capacities. The recommended filter frequencies are listed in Table II and detailed filter specifications are given in Reference 2.

TABLE II

Recommended filter frequencies
(from Reference 2)

System capacity (channels)	Limits of band occupied by telephone channels (kHz)	Effective cut-off frequencies of band-limiting filters (kHz)		Frequencies of available measuring channels (kHz)
		High-pass	Low-pass	
60	60-300	60±1	300±2	70 270
120	60-552	60±1	552±4	70 270 534
300	60-1 300 64-1 296	60±1	1 296±8	70 270 534 1 248
600	60-2 540 64-2 660	60±1	2 600±20	70 270 534 1 248 2 438
960	60-4 028 64-4 024	60±1	4 100±30	70 270 534 1 248 2 438 3 886
900	316-4 188	316±5	4 100±30	534 1 248 2 438 3 886
1 260	60-5 636 60-5 564	60±1	5 600±50	70 270 534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 200	316-5 564	316±5	5 600±50	534 1 248 2 438 3 886 5 340
1 800	312-8 120 312-8 204 316-8 204	316±5	8 160±75	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7 600
2 700	312-12 336 316-12 388 312-12 388	316±5	12 360±100	534 1 248 2 438 3 886 5 340 7600 11 700

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.2.3 *Affaiblissement d'insertion des filtres coupe-bande*

Un indicateur du niveau de la puissance du bruit à large bande en sortie du générateur de bruit étant nécessaire, il est courant, en pratique, de placer cet appareil de contrôle de niveau à l'extrémité de la chaîne de filtres (voir figure 1, page 22). L'affaiblissement des filtres coupe-bande à quartz dans leur bande passante varie, d'ordinaire, avec la fréquence et on introduit souvent des égaliseurs pour compenser cette variation. Lorsque des égaliseurs sont utilisés, l'affaiblissement d'insertion total dans la bande passante est de l'ordre de plusieurs décibels.

Le niveau de sortie doit donc être ramené à sa valeur initiale, après que l'on a inséré des filtres coupe-bande, afin de compenser cet affaiblissement. Les générateurs modernes sont équipés d'un régulateur automatique de niveau effectuant automatiquement la compensation. Cependant, pour certains générateurs, dans lesquels on contrôle le niveau de bruit à large bande en amont des filtres coupe-bande, il faut opérer une correction en se référant à un tableau des affaiblissements d'insertion inclus dans la notice d'utilisation de ces appareils.

Note. – En ramenant le niveau de sortie à sa valeur initiale, on modifie la densité de puissance du signal, mais, la bande éliminée par le filtre coupe-bande est, en général, suffisamment étroite pour que l'effet correspondant soit négligeable.

3.3 *Récepteur de bruit*

Il y a deux catégories de récepteurs de bruit d'usage courant. La première catégorie est adaptée à la mesure du rapport des puissances de bruit. Ces récepteurs contiennent un seul affaiblisseur variable dans un domaine approprié, par exemple de 0 dB à 80 dB, directement raccordé à l'accès d'entrée du récepteur (voir paragraphe 4.2). La deuxième catégorie est, de plus, adaptée à la mesure de la puissance de bruit rapportée au point de niveau relatif zéro en utilisant des unités telles que le pW0p ou le dBm0p. Ces récepteurs contiennent normalement deux affaiblisseurs; le premier est étalonné en niveau de transmission (dBr), et le second agit par échelons de 10 dB dont la lecture est à conjuguer avec celle d'un indicateur de mesure (voir paragraphe 4.3).

Dans les deux catégories, la conception de l'amplificateur, du convertisseur de fréquence et des affaiblisseurs doit être choisie pour éviter les saturations ou les effets non linéaires excessifs, lorsque des niveaux de charge en bruit blanc sont appliqués jusqu'à 10 dB au-dessus du niveau de charge conventionnel et pour des niveaux relatifs jusqu'à −15 dBr. Cela correspond à des niveaux d'entrée d'environ + 10 dBm pour un faisceau hertzien à 960 voies.

Le bruit propre au récepteur doit être inférieur à −125 dBmp afin de permettre les mesures des puissances de bruit sur les systèmes à grande capacité avec des niveaux de charge peu élevés, jusqu'à 10 dB en dessous du niveau de charge conventionnel.

La bande passante effective du récepteur ne doit pas être inférieure à 1,7 kHz. Elle ne doit pas être supérieure à 2,5 kHz environ afin de rester plus étroite que la bande à 70 dB des filtres coupe-bande.

Des filtres passe-bande dont les fréquences centrales coïncident avec celles des filtres coupe-bande du générateur de bruit sont nécessaires. La sélectivité de ces filtres doit être suffisante pour éviter les réponses parasites ou les surcharges du ou des amplificateurs ou du ou des convertisseurs de fréquence du récepteur.

3.4 *Intermodulation inhérente au banc de mesure*

Lorsque le générateur de bruit est directement raccordé au récepteur de bruit avec une puissance de bruit en sortie du générateur égale à celle de la charge conventionnelle (voir tableau I), le bruit total apparaissant dans une voie de mesure quelconque doit être équivalent à un rapport des puissances de bruit de 67 dB au moins. La valeur correspondante de la puissance de bruit est de −85,6 dBm0p.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.2.3 *Band-stop filter insertion loss*

An indication of the wideband noise power output from the noise generator is required and it is normal practice to provide a power monitor at the end of the filter chain (see Figure 1, page 23). The pass-band attenuation of crystal band-stop filters usually varies as a function of frequency and equalizers are often introduced to compensate for this variation. When equalizers are used, the total pass-band insertion loss is of the order of several decibels.

After inserting band-stop filters the output level should be restored to its initial value to compensate for this insertion loss. Modern noise generators are fitted with automatic level control which provides the correction automatically. However, some generators, which monitor wideband power prior to the band-stop filters, require correction of the output level by reference to an insertion loss table given in the instrument handbook.

Note. – Restoring the output power modifies the power density of the signal, but, the band eliminated by the band-stop filter is generally sufficiently narrow to make this effect negligeable.

3.3 *Noise receiver*

Two distinct kinds of noise receiver are in common use. The first kind is suitable for measurement of noise power ratio, and contains a single attenuator of adequate range, e.g. 0 dB to 80 dB, connected directly to the input terminals of the receiver (see Sub-clause 4.2). The second kind is suitable also for the measurement of noise power referred to the system zero relative point, in units of pW0p or dBm0p. Two attenuators are normally incorporated: the first is calibrated in transmission level (dBr), and the second acts as a 10 dB step range attenuator to be read in conjuction with a meter (see Sub-clause 4.3).

In either kind, the design of the amplifier, mixer and attenuator should be chosen to avoid saturation or excessive non-linear effects when white-noise loading levels are applied at up to 10 dB above the conventional loading level, and at relative levels of up to −15 dBr. This corresponds to receiver input levels of up to about +10 dBm for a 960 channel system.

The intrinsic noise of the receiver should be below −125 dBmp in order to measure noise powers on high capacity systems at loading levels down to 10 dB below the conventional loading level.

The effective bandwidth of the receiver should be not less than 1.7 kHz. It should not exceed about 2.5 kHz in order for it to be narrower than the 70 dB bandwidth of the band-stop filters.

Band-pass filters are required with centre frequencies coincident with the noise generator band-stop filters. The selectivity of these filters should be sufficient to prevent spurious response or overloading of the receiver amplifier(s) or mixer(s).

3.4 *Inherent intermodulation of the white-noise test-set*

With the noise generator connected directly to the noise receiver and with the generator output noise power level equal to the conventional load (see Table I), the total noise appearing within any noise measuring channel should be equivalent to an n.p.r. of at least 67 dB. The corresponding value of noise power level is −85.6 dBm0p.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4. Méthodes de mesure

4.1 *Niveau du bruit à l'entrée*

Le générateur de bruit est raccordé à l'accès d'entrée en bande de base de liaison simulée. On choisit un filtre passe-haut et un filtre passe-bas pour limiter la bande de bruit à la bande de base téléphonique à m.r.f. Le niveau de la charge conventionnelle est calculé à partir des équations 2-1 ou 2-2 ou tiré de la colonne 3 du tableau I. Le niveau de puissance nominal en R' s'obtient soit en ajoutant le niveau de la charge conventionnelle au niveau relatif de puissance par voie au point R', soit en se reportant à la colonne 4 du tableau I. Par exemple, pour 1 800 voies et un niveau relatif par voie de −37 dBr à l'entrée en bande de base, le niveau de sortie du générateur de bruit sera:

$$L_{\text{sortie}} = -15 + 10 \log_{10} (1800) \quad (\text{dBm0}) - 37 \text{ dBr} = -19{,}5 \text{ dBm}$$

4.2 *Méthode pour le cas des récepteurs de bruit indiquant le «rapport des puissances de bruit»*

Le générateur et le récepteur de bruit sont respectivement raccordés à l'entrée et à la sortie de la liaison simulée à l'essai. On choisit une voie de mesure. Le niveau d'entrée du bruit blanc est réglé au niveau de convention ou à tout autre niveau spécifié, le filtre coupe-bande du générateur étant commuté en position «hors service». L'affaiblisseur du récepteur est réglé pour donner une lecture de référence sur l'indicateur du récepteur. Le filtre coupe-bande approprié est alors inséré dans le circuit par le jeu du commutateur et le niveau du générateur de bruit réajusté à la valeur requise, si nécessaire (voir paragraphe 3.2.3). L'affaiblisseur du récepteur est ensuite ajusté pour obtenir à nouveau la lecture de référence. Le rapport des puissances de bruit est la différence entre les deux réglages de l'affaiblisseur du récepteur.

La conversion du rapport des puissances de bruit dans d'autres unités de charge de bruit s'effectue comme décrit à l'annexe A.

4.3 *Méthode pour le cas des récepteurs de bruit indiquant la puissance de bruit ou le rapport signal à bruit dans la voie de mesure*

Le générateur et le récepteur de bruit sont respectivement raccordés à l'entrée et à la sortie de la liaison simulée à l'essai. Une voie de mesure de bruit est choisie et l'on insère le filtre coupe-bande correspondant dans le circuit. Le niveau d'entrée du bruit est réglé au niveau conventionnel ou à tout autre niveau désiré compte tenu, si nécessaire, de l'affaiblissement d'insertion du filtre coupe-bande (voir paragraphe 3.2.3).

L'affaiblisseur de réglage du niveau de transmission du récepteur de bruit est réglé à une valeur appropriée correspondant au niveau du signal d'essai à la sortie en bande de base de la liaison simulée. On manœuvre alors l'affaiblisseur définissant les domaines d'affaiblissement pour accroître la sensibilité du récepteur de bruit et obtenir une lecture à l'indicateur de ce récepteur. Si possible, on fera en sorte que cette lecture se place dans les 10 dB supérieurs de l'échelle de l'indicateur. La somme des valeurs indiquées sur l'affaiblisseur variable définissant les domaines et sur l'indicateur donne, directement, la puissance de bruit en unités rapportées au point de niveau relatif zéro.

4.4 *Méthode pour la mesure du bruit indépendant de la charge des voies (bruit de «base»)*

Pour mesurer le bruit de base, on opère une lecture en l'absence de charge. Cette mesure est facilitée, dans les générateurs de bruit modernes, par le moyen d'un commutateur EN/HORS qui supprime la sortie de bruit tout en maintenant constante l'impédance de sortie du générateur. Les récepteurs étalonnés en puissance de bruit fournissent une mesure directe du bruit de base.

Les récepteurs étalonnés en rapport des puissances de bruit exigent que la mesure soit faite par rapport au niveau de référence ainsi qu'il est décrit au paragraphe 4.2. Le rapport des puissances de bruit obtenu est alors exprimé comme rapport des puissances de bruit de base ou converti en unités de niveau de puissance de bruit en suivant les indications de l'annexe A.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4. Methods of measurement

4.1 *Input-noise level*

The noise generator is connected to the baseband input port of the simulated radio-relay system. A high-pass and a low-pass filter are selected to limit the bandwidth of the noise to that of the system baseband. The level of the conventional load is calculated from equations 2-1 or 2-2 or taken from column 3 of Table I. The nominal power level at R' is found either by adding the level of the conventional load to the relative power level at R' or from column 4 of Table I. For a system capacity, for example of 1800 channels, and the baseband input at a −37 dBr relative level point, the noise generator output level (L_{out}) will be:

$$L_{out} = -15 + 10 \log_{10} (1800) \quad (\text{dBm0}) - 37 \text{ dBr} = -19.5 \text{ dBm}$$

4.2 *Noise receivers indicating in units of noise power ratio*

The noise generator and noise receiver are connected to the baseband input and output ports of the simulated radio-relay system and a noise-measuring channel is selected. The system input noise level is set to the conventional level or other specified level with the generator band-stop filter switched out of circuit. The receiver attenuator is set to give a reference reading on the receiver meter. The appropriate band-stop filter is then switched into circuit and the generator level restored if necessary (see Sub-clause 3.2.3). Receiver attenuation is reduced until the reference reading is again obtained. The n.p.r. is the difference between the two settings of the receiver attenuator.

Conversion of n.p.r. to other noise-loading units is described in Appendix A.

4.3 *Noise receivers indicating in units of noise power or signal-to-noise ratio*

The noise generator and noise receiver are connected to the baseband input and output ports of the simulated radio-relay system. A noise measuring channel is selected and the appropriate band-stop filter is inserted. The system input noise level is set to the conventional level or other specified level, and allowance for filter insertion loss should be made if necessary (see Sub-clause 3.2.3).

The receiver transmission level attenuator is set to a value appropriate to the relative level of the system baseband output port. The range attenuator is then operated to increase sensitivity until a reading is obtained on the receiver meter; this reading should, if possible, be within the top 10 dB of the meter scale. The sum of the range attenuator and meter readings gives directly the noise power in units referred to the system zero relative level point.

4.4 *Basic noise*

To measure the basic noise a reading is taken without noise loading. This measurement is facilitated on modern noise generators by a noise ON/OFF switch which suppresses the noise output whilst maintaining the generator output impedance constant. Receivers calibrated in noise power or level provide a direct measurement of basic noise.

Receivers calibrated in n.p.r. require the measurement to be made relative to the reference level as described in Sub-clause 4.2. The n.p.r. obtained is either expressed as the basic n.p.r. or converted into units of noise power level by reference to Appendix A.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.5 *Bruit blanc dépendant de l'affaiblissement du trajet de propagation et bruit résiduel indépendant de l'affaiblissement de propagation*

Les deux composantes du bruit de base, indépendantes de la charge, mais qui dépendent ou non de l'affaiblissement du trajet de propagation, peuvent être déterminées séparément en utilisant la méthode du paragraphe 4.1.4. On réduit l'affaiblissement du trajet de propagation pour tous les bonds radioélectriques simultanément jusqu'à ce que le bruit de base ne varie plus. Le bruit de base résiduel ainsi obtenu est la composante indépendante de l'affaiblissement du trajet de propagation.

Notes 1. – S'il n'est pas possible d'accroître suffisamment le niveau de porteuse radioélectrique reçue pour obtenir la condition ci-dessus, on pourra habituellement utiliser une extrapolation.

2. – A des niveaux de porteuse radioélectrique reçue plus faibles, la composante du bruit indépendante de l'affaiblissement du trajet de propagation peut être inférieure à la valeur mesurée du bruit de base résiduel. Cela peut, par exemple, résulter de l'effet de la c.a.g.

Le bruit de base mesuré peut être représenté graphiquement en fonction du niveau de porteuse reçue, comme le montre la figure 2, page 24, à partir de quoi on peut déduire la composante dépendant de l'affaiblissement du trajet.

4.6 *Bruit total en fonction du niveau de la charge de bruit et du niveau de porteuse modulée reçue*

On peut mesurer le bruit total dans un domaine de niveaux de charge de bruit (par exemple entre −10 dB et +6 dB) par rapport à la charge conventionnelle, en utilisant soit la méthode décrite au paragraphe 4.2 (pour le rapport des puissances de bruit), soit celle du paragraphe 4.3 (pour le niveau de bruit ou le rapport signal à bruit). Une courbe peut être tracée comme on le montre aux figures 3 ou 4, page 26 (selon les unités de mesure de bruit choisies).

En augmentant la charge de bruit blanc au-dessus de sa valeur nominale ou conventionnelle, la courbe tend à représenter approximativement le *bruit d'intermodulation* qui dépend beaucoup de la charge. En diminuant la charge de bruit en dessous de sa valeur conventionnelle, on obtient approximativement le *bruit de base* (indépendant de la charge).

Cette mesure est normalement effectuée en réglant le niveau d'entrée de la porteuse radioélectrique à sa valeur nominale. Cependant, comme la qualité, mesurée à l'aide du bruit blanc, dépend d'une façon critique du niveau en question, les mesures avec charge de bruit sont souvent répétées avec des niveaux plus faibles simulant des évanouissements sur un ou plusieurs bonds radioélectriques.

Le bruit total peut être représenté graphiquement, dans un domaine de niveaux de charge, pour chaque niveau d'entrée de la porteuse pour obtenir d'autres courbes semblables à celles des figures 3 ou 4.

En variante, on peut représenter le bruit dû à la charge conventionnelle en fonction du niveau d'entrée de la porteuse reçue, comme le montre la figure 2. Dans la mesure avec bruit blanc, la qualité en période d'évanouissement peut être mesurée en faisant varier l'affaiblissement du trajet sur un bond unique de la liaison simulée (tous les autres niveaux d'entrée des porteuses reçues étant maintenus constants), et en représentant la puissance de bruit totale avec la charge conventionnelle en fonction de l'affaiblissement de trajet du bond choisi, mentionné ci-dessus.

5. Présentation des résultats

Si les mesures sont seulement exigées pour un petit nombre de niveaux de porteuse reçue et/ou de niveaux de charge, les résultats seront présentés sous forme de tableaux indiquant le niveau de porteuse reçue, la fréquence de la voie de mesure, etc., et les valeurs mesurées pour le bruit «de base» et le bruit total. Lorsque les mesures sont à effectuer sur des domaines pour le niveau de porteuse et /ou pour le niveau de charge, l'on utilisera une présentation graphique, comme indiqué aux figures 2, 3 ou 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.5 *Path-loss dependent and path-loss independent basic noise*

The path-loss dependent and path-loss independent components of basic noise may be determined separately using the method of Sub-clause 4.1.4 and decreasing the path-loss of all r.f. hops simultaneously until no further reduction in basic noise is noted. The residual noise is the path-loss independent component of basic system noise.

Notes 1. – If the received r.f. carrier level cannot be increased sufficiently to achieve this condition, an extrapolation can usually be made.

2. – At lower received r.f. carrier levels, the path-loss independent component of the noise may be less than the measured value of residual basic noise. This may, for example, be due to the effect of the a.g.c.

The measured basic noise may be plotted against the received r.f. carrier level, as shown in Figure 2, page 25, from which the path-loss dependent basic noise may be deduced.

4.6 *Total noise as a function of noise loading level and received r.f. carrier level*

The total noise may be measured over a range of noise loading levels (e.g. −10 dB to +6 dB) relative to the conventional loading level in accordance with either Sub-clause 4.2 (for noise power ratio) or Sub-clause 4.3 (for noise power level or signal-to-noise ratio) and a curve may be plotted as shown in Figures 3 or 4, page 27 (according to the noise measurement units selected).

When the white-noise load is increased above the nominal or conventional value the curve approximates to the *intermodulation noise* which is highly load-dependent. When decreasing the white-noise load below the conventional value, the noise approximates to the *basic noise* which is independent of load.

This measurement is normally carried out with the received r.f. carrier level set to the nominal value. However, as the noise loading performance is critically dependent upon this level, noise loading measurements are often repeated at lower r.f. carrier levels to simulate fading over one or more hops.

The total noise may be plotted graphically over a range of noise loading levels for each received r.f. carrier level to produce further curves similar to those shown in Figures 3 or 4.

Alternatively, the total noise due to conventional loading may be plotted against a received r.f. carrier level as shown in Figure 2. The noise loading performance during fading conditions may be measured by varying the path-loss of a selected single hop (with all other r.f. receiver input levels held constant), and plotting the total noise power due to conventional loading as a function of path-loss in this single hop.

5. Presentation of results

When the measurements are required for a small number of received r.f. carrier and/or loading levels, the results should be presented in tabular form showing received r.f. carrier level, noise measuring channel frequency, etc. and the measured values of basic noise and total noise. When measurements are required over a range of received r.f. carrier and/or loading levels, the values should be presented graphically as shown in Figures 2, 3 or 4.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6. Détails à spécifier

Lorsque ces mesures sont exigées, les détails suivants seront inclus dans le cahier des charges du matériel et rappelés dans la présentation des résultats:

a) Capacité de la bande de base en téléphonie multivoie à m.r.f.

b) Fréquences des filtres passe-haut et passe-bas, kHz.

c) Caractéristiques de préaccentuation/désaccentuation.

d) Niveau relatif par voie à l'accès d'entrée en bande de base, dBr.

e) Niveau de la charge conventionnelle, dBm0.

f) Domaine de niveaux de charge en bruit, par rapport à la charge conventionnelle, dB.

g) Excursion efficace (kHz) par voie téléphonique (1 mW, 800 Hz).

h) Niveau relatif par voie à l'accès de sortie en bande de base, dBr.

i) Fréquences centrales des voies de mesure, kHz.

j) Nombre de bonds.

k) Domaine des niveaux de porteuse reçue.

l) Niveaux admissibles pour le bruit de base.

m) Niveau admissible pour le bruit total.

7. Références

1) C.C.I.T.T., Avis G.223: *Hypothèses pour le calcul du bruit sur les circuits fictifs de référence pour la téléphonie.*

2) C.C.I.R., Avis 399-3 (vol. IX): *Mesure du bruit à l'aide d'un signal à spectre continu uniforme sur les faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence.*

3) C.C.I.T.T., Avis G.228: *Mesure du bruit de circuit sur les systèmes en câble avec un signal de charge constitué par un bruit erratique à spectre uniforme.*

4) C.C.I.T.T., Avis G.228, annexe 1 et annexe 2.

5) C.C.I.R., Rapport 612-1 (vol. IX): *Mesure des caractéristiques de bruit des équipements pour les faisceaux hertziens analogiques.*

6) C.C.I.R., Avis 380-3 (vol. IX): *Interconnexion aux fréquences de la bande de base des faisceaux hertziens de téléphonie à multiplexage par répartition en fréquence.*

8. Bibliographie

Muller, M.: «Noise loading test errors due to finite slot width», *Data and Communications Design*, mars-avril 1973.

Spindler, W.: «Noise loading measuring procedures and error sources», *Telecommunications*, juillet 1974.

Tant, M. J.: «Further advances in noise power ratio measurement», *Telecommunications*, juillet 1973.

Tant, M. J.: *Multi-channel communication systems and white-noise testing*, Marconi Instruments Limited, St. Albans, Herts., England.

Heidenreich, K. H.: «Noise loading tests, presentation and evaluation of the results», *Nachrichtentechnische Zeitschrift*, décembre 1974.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6. Details to be specified

The following items should be included as required in the detailed equipment specification:

a) Baseband channel capacity.
b) High-pass and low-pass filter frequencies, kHz.
c) Pre-emphasis/de-emphasis characteristic.
d) Relative level at the baseband input port, dBr.
e) Level of conventional load, dBm0.
f) Noise loading level range, relative to conventional load, dB.
g) R.M.S. deviation (kHz) per telephone channel (1 mW, 800 Hz).
h) Relative level at the baseband output port, dBr.
i) Centre frequencies of noise measuring channels, kHz.
j) Number of hops.
k) Range of receiver r.f. carrier levels.
l) Permitted basic noise levels.
m) Permitted total noise levels.

7. References

1) C.C.I.T.T., Recommendation G.223: *Assumptions for the calculation of noise on hypothetical reference circuits for telephony.*

2) C.C.I.R., Recommendation 399-3 (Vol. IX): *Measurement of noise using a continuous uniform spectrum signal on frequency-division multiplex telephony radio-relay systems.*

3) C.C.I.T.T., Recommendation G.228: *Measurement of circuit noise in cable systems using a uniform spectrum random noise loading.*

4) C.C.I.T.T., Recommendation G.228, Annex 1 and Annex 2.

5) C.C.I.R., Report 612-1 (Vol. IX): *Measurements of equipment noise performance of analogue radio-relay systems.*

6) C.C.I.R., Recommendation 380-3 (Vol. IX): *Interconnection at baseband frequencies of radio-relay systems for telephony using frequency-division multiplex.*

8. Bibliography

Muller, M.: "Noise loading test errors due to finite slot width", *Data and Communications Design,* March-April 1973.

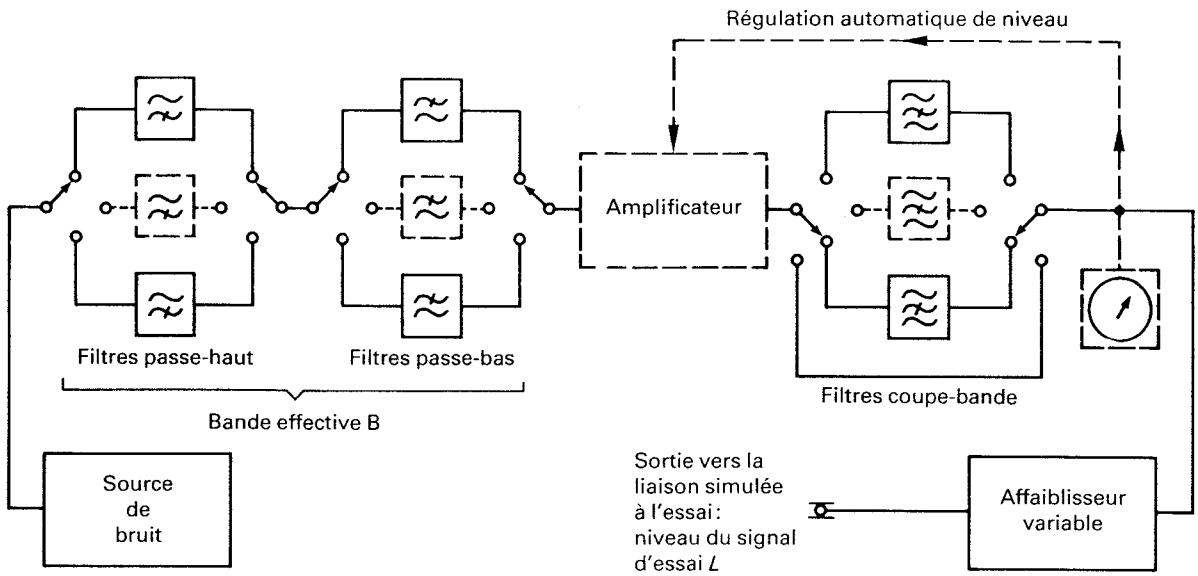
Spindler, W.: "Noise loading measuring procedures and error sources", *Telecommunications,* July 1974.

Tant, M. J.: "Further advances in noise power ratio measurement", *Telecommunications,* July 1973.

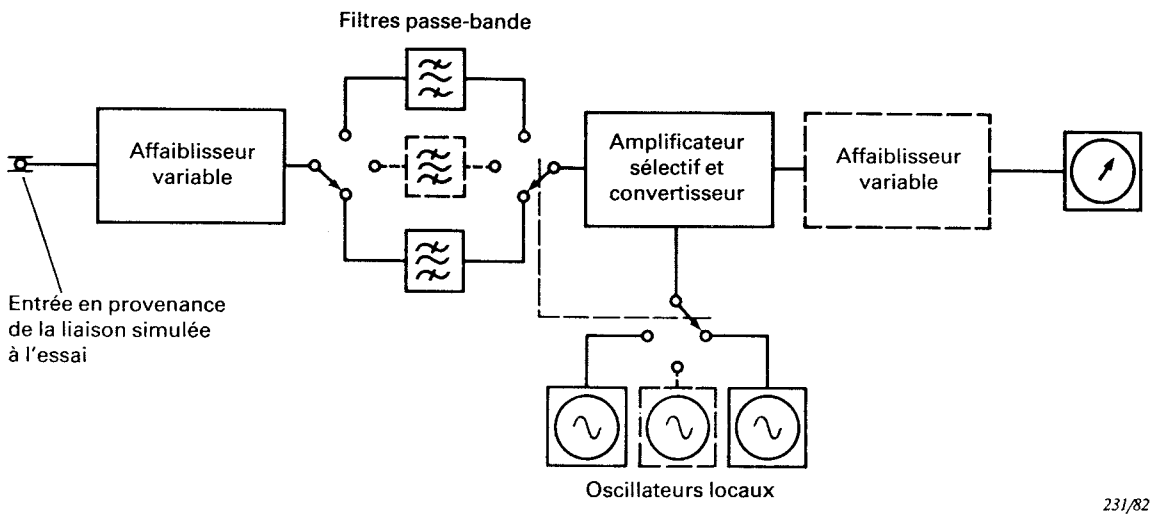
Tant, M. J.: *Multi-channel communication systems and white-noise testing,* Marconi Instruments Limited, St. Albans, Herts., England.

Heidenreich, K. H.: "Noise loading tests, presentation and evaluation of the results", *Nachrichtentechnische Zeitschrift,* December 1974.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



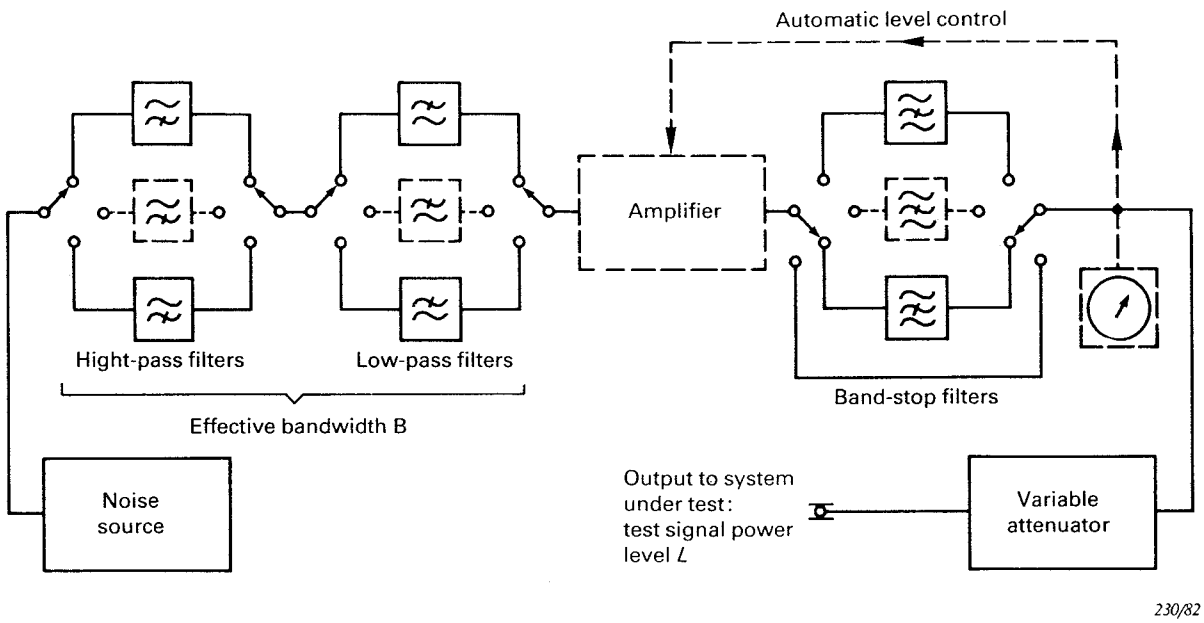
Générateur de bruit



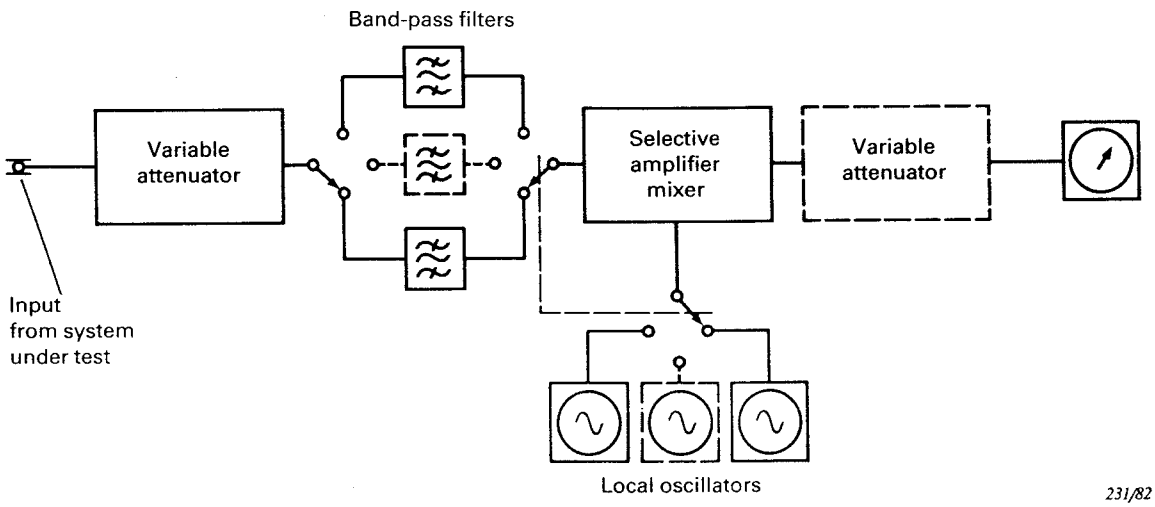
Récepteur de bruit

FIG. 1. – Principe du banc de mesure en bruit blanc.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



Noise generator



Noise receiver

FIG. 1. – Principle of the white-noise test-set.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

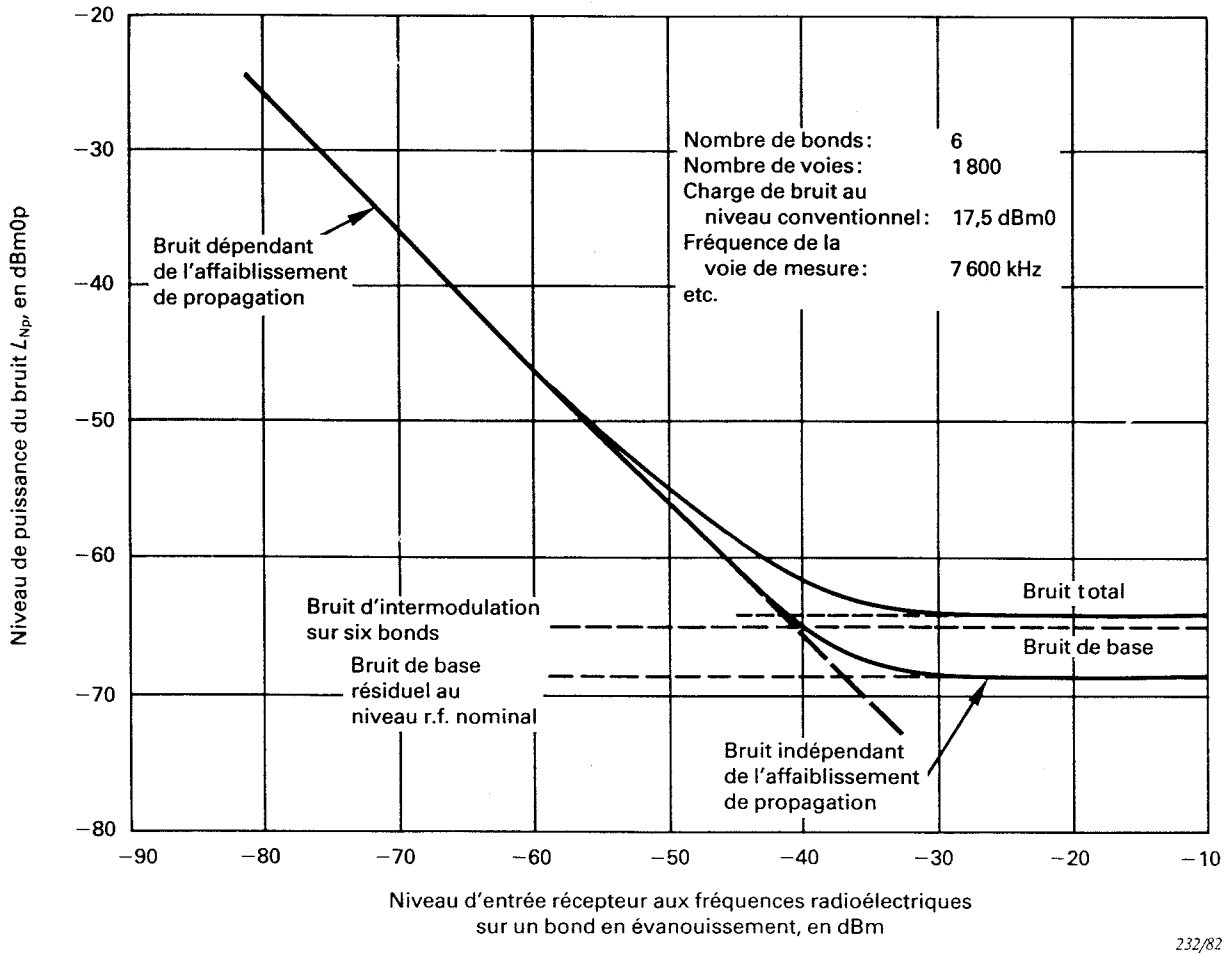


FIG. 2. – Exemples de courbes du bruit total et du bruit indépendant de la charge mesurables sur une liaison simulée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

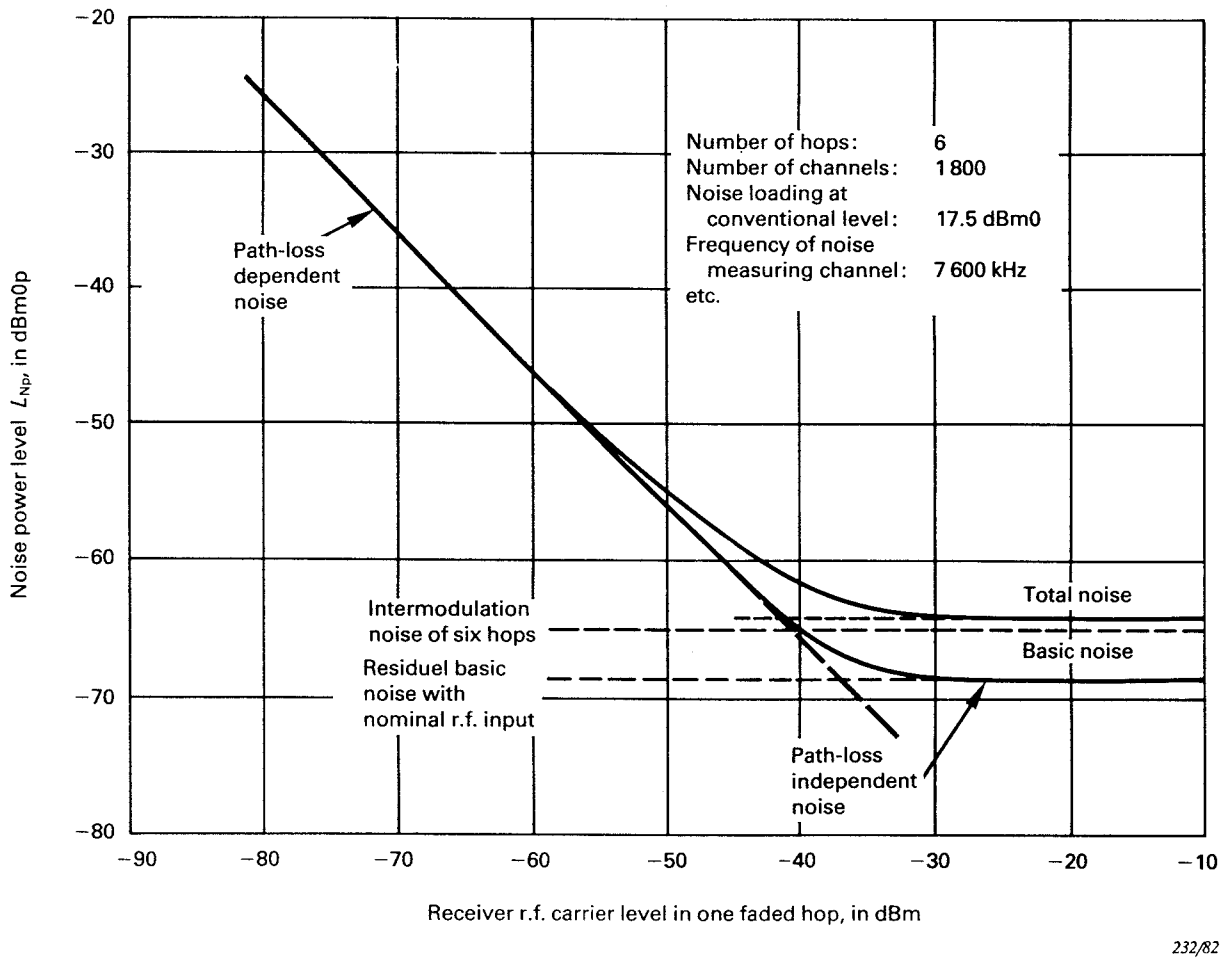


FIG. 2. – Examples of total noise and basic noise curves for a simulated radio-relay system.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

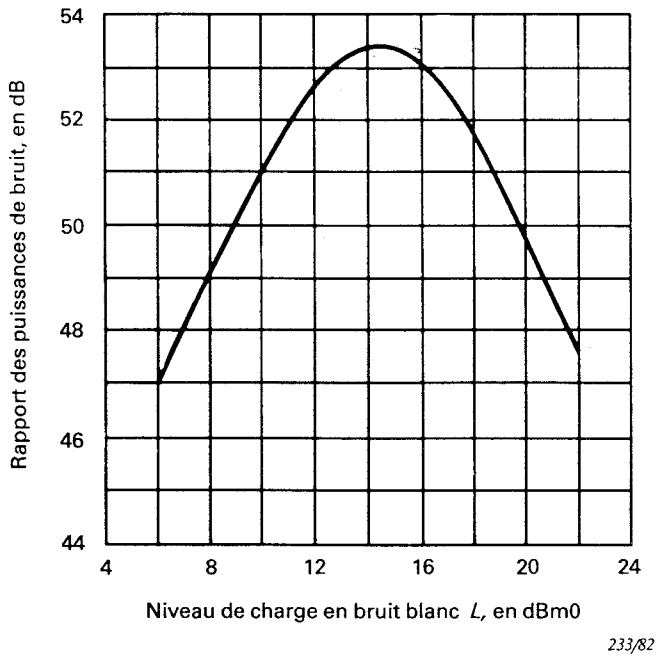


Fig. 3. – Exemple de mesure de la qualité en fonction du niveau de la charge en bruit blanc: cas des mesures du «rapport des puissances de bruit».

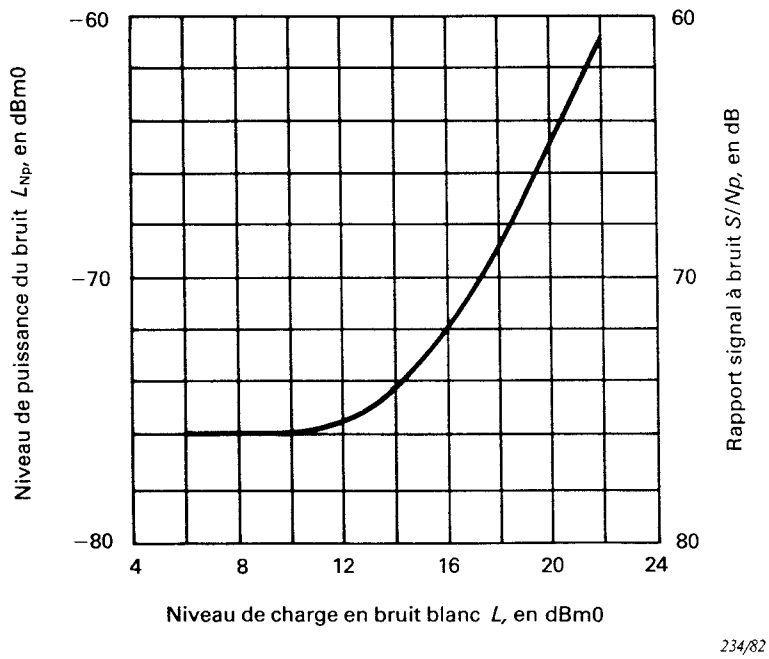


FIG. 4. – Exemple de mesure de la qualité en fonction du niveau de la charge en bruit blanc: cas des mesures de niveau de puissance de bruit par voie ou des mesures de rapport signal à bruit pondéré.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



FIG. 3. – Example of noise performance as a funciton of loading: noise power ratio measurement.

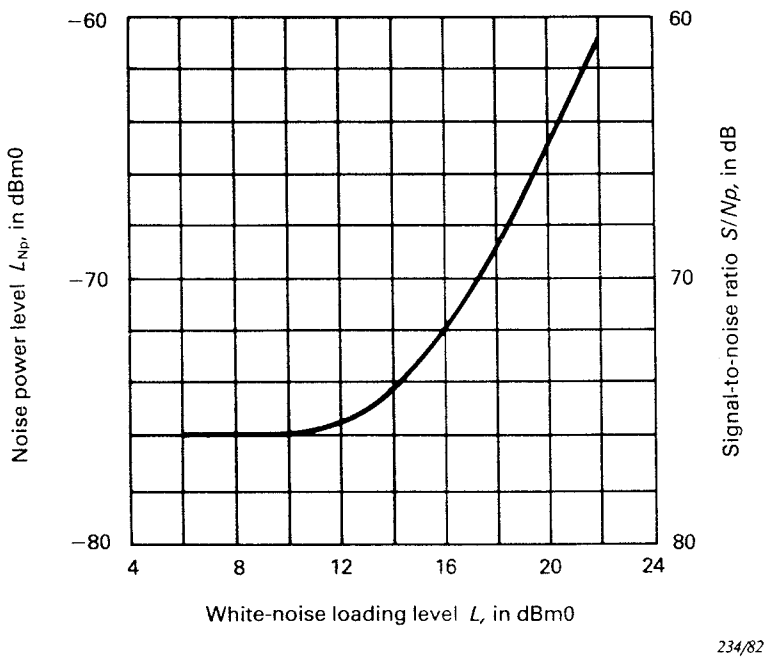


FIG. 4. – Example of noise performance as a function of loading: noise power level or weighted signal-to-noise measurement.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ANNEXE A

CONVERSION ENTRE LE RAPPORT DES PUISSANCES DE BRUIT ET LE NIVEAU DE PUISSANCE DE BRUIT OU LE RAPPORT SIGNAL À BRUIT

Les relations entre le rapport des puissances de bruit *(n.p.r.)*, le rapport signal à bruit (S/N ou S/Np) et le niveau de puissance du bruit pondéré L_{Np} sont données par l'équation:

$$L_{Np} = -(S/N + w) = -(S/N + 2{,}5) = -(S/Np) \quad \text{dBm0p} \qquad (1)$$
$$= \left(-n.p.r. + L - 10 \log_{10} \left(\frac{B}{3{,}1\ \text{kHz}}\right) - w\right) \quad \text{dBm0p}$$

où:

(S/N) est le rapport signal à bruit, non pondéré, en décibels

(S/Np) est le rapport signal à bruit pondéré, en décibels

L est le niveau de charge en bruit blanc, en dBm0

B est la bande effective délimitée par les filtres passe-haut et passe-bas (voir les fréquences en kilohertz au tableau II)

w est égale à $10 \log_{10} \left(\frac{3{,}1\ (\text{kHz})}{1{,}74\ (\text{kHz})}\right) \doteqdot 2{,}5$ dB

p indique la pondération psophométrique

Le calcul peut être simplifié en utilisant l'équation suivante:

$$L_{Np} = (-n.p.r. + K) \quad \text{dBm0p} \qquad (2)$$

où:

K à pour valeur $\left(L - 10 \log_{10} \left(\frac{B}{3{,}1\ (\text{kHz})}\right) - w\right)$ dBm0p

K est donné dans le tableau ci-dessous pour quelques capacités en voies téléphoniques couramment rencontrées.

Capacité en voies «N»	60	120	300	600	960	1 200	1 800	2 700
K (en dBm0p)	−15,3	−17,2	−18,7	−18.8	−18,9	−19,0	−19,0	−19,1

Pour les capacités supérieures à 240 voies ($N \geqslant 240$), l'équation (2) peut être approchée (à ±0,2 dB près) par la formule suivante:

$$L_{Np} = (-n.p.r. - 18.9) \quad \text{dBm0p} \qquad (3)$$

Pour les capacités comprises entre 12 et 240 voies ($12 \leqslant N < 240$), l'équation (2) peut être approchée (à ±0,1 dB près) par la formule:

$$L_{Np} = (-n.p.r. - 4{,}6 - 6 \log_{10} N) \quad \text{dBm0p} \qquad (4)$$

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

APPENDIX A

CONVERSION OF THE MEASURED N.P.R. TO NOISE POWER LEVEL OR SIGNAL-TO-NOISE RATIO

The relationship between the n.p.r., the signal-to-noise ratio (S/N or S/Np) and the psophometrically weighted noise power level L_{Np} is given by the equation:

$$L_{Np} = -(S/N + w) = -(S/N + 2.5) = -(S/Np) \quad \text{dBm0p} \qquad (1)$$
$$= \left(-n.p.r. + L - 10 \log_{10} \left(\frac{B}{3.1\ \text{kHz}}\right) - w\right) \quad \text{dBm0p}$$

where:

(S/N) is the signal-to-noise ratio, unweighted, in decibels

(S/Np) is the signal-to-noise ratio, psophometrically weighted, in decibels

L is the white noise loading level, in dBm0

B is the effective bandwidth of band-limiting filters (high-pass and low-pass filter frequencies in kilohertz – Table II)

w is $10 \log_{10} \left(\frac{3.1\ (\text{kHz})}{1.74\ (\text{kHz})}\right) \doteq 2.5$ dB

p denotes the use of psophometric weighting

The calculation may be simplified by using the following equation:

$$L_{Np} = (-n.p.r. + K) \quad \text{dBm0p} \qquad (2)$$

where:

K is $\left(L - 10 \log_{10} \left(\frac{B}{3.1\ (\text{kHz})}\right) - w\right)$ dBm0p

K is given for some commonly used system channel capacities in the table below.

Number of channels "N"	60	120	300	600	960	1 200	1 800	2 700
K (in dBm0p)	−15.3	−17.2	−18.7	−18.8	−18.9	−19.0	−19.0	−19.1

For system channel capacities of $N \geqslant 240$ channels equation (2) may be approximated (within ±0.2 dB) by:

$$L_{Np} = (-n.p.r. - 18.9) \quad \text{dBm0p} \qquad (3)$$

For system channel capacities of $12 \leqslant N < 240$ channels. equation (2) may be approximated (within ±0.1 dB) by:

$$L_{Np} = (-n.p.r. - 4.6 - 6 \log_{10} N) \quad \text{dBm0p} \qquad (4)$$

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ICS 33.060.30

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale