

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60235-2E

Première édition
First edition
1976-01

Cinquième complément à la Publication 60235-2 (1972)

**Mesure des caractéristiques électriques
des tubes pour hyperfréquences**

Deuxième partie: Mesures générales
Chapitre VI: Méthodes de mesure des effets
non linéaires

Fifth supplement to Publication 60235-2 (1972)

**Measurement of the electrical properties
of microwave tubes**

Part 2: General measurements
Chapter VI: Methods of measuring the effects
of non-linearity



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60235-2E: 1976

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60235-2E

Première édition
First edition
1976-01

Cinquième complément à la Publication 60235-2 (1972)

**Mesure des caractéristiques électriques
des tubes pour hyperfréquences**

Deuxième partie: Mesures générales
Chapitre VI: Méthodes de mesure des effets
non linéaires

Fifth supplement to Publication 60235-2 (1972)

**Measurement of the electrical properties
of microwave tubes**

Part 2: General measurements
Chapter VI: Methods of measuring the effects
of non-linearity

© IEC 1976 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 photo-
copie 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

S

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

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

CHAPITRE VI: MÉTHODES DE MESURE DES EFFETS NON LINÉAIRES

Articles

26. Introduction au chapitre VI	6
27. Définitions	6
28. Théorie fondamentale	10
29. Mesure des effets non linéaires en présence de porteuses avec et sans modulation	12
30. Mesure des effets non linéaires par l'utilisation de la méthode de bruit blanc	22
31. Définitions et méthode de mesure de la compression de l'impulsion en télévision	26
FIGURES	30
ANNEXE E — Distorsions provoquées par un dispositif électronique	38
ANNEXE F — Distorsion non linéaire d'amplitude	40
ANNEXE G — Distorsion non linéaire de phase	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

CHAPTER VI: METHODS OF MEASURING THE EFFECTS OF NON-LINEARITY

Clause

26. Introduction to Chapter VI	7
27. Definitions	7
28. Basic theory	11
29. Measurement of the effects of non-linearity using carriers with and without modulation	13
30. Measurement of the effects of non-linearity using the white-noise method	23
31. Definition and measurement for television pulse compression	27
FIGURES	30
APPENDIX E — Distortions caused by an electronic device	39
APPENDIX F — Non-linear amplitude distortion	41
APPENDIX G — Non-linear phase distortion	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Cinquième complément à la Publication 235-2 (1972)

MESURE DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES
DES TUBES POUR HYPERFRÉQUENCES

Deuxième partie: Mesures générales

CHAPITRE VI: MÉTHODES DE MESURE DES EFFETS NON LINÉAIRES

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 Comité d'Etudes N° 39 de la CEI: Tubes électroniques, et le Sous-Comité 39A: Tubes pour hyperfréquences.

Elle constitue le cinquième complément à la Publication 235-2 de la CEI et comporte le chapitre VI traitant de certains aspects relatifs à la mesure des effets non linéaires dans les tubes pour hyperfréquences.

La présente norme est issue des documents 39(Bureau Central)262, 267 et 271.

A la suite de la réunion tenue à Paris en 1971, le Comité d'Etudes N° 39, aidé par le Sous-Comité 39A, a soumis le projet, document 39(Bureau Central)262, à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1973. Des modifications, document 39(Bureau Central)281, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en février 1975.

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

Allemagne	France	Royaume-Uni
Belgique	Italie	Suisse
Canada	Japon	Tchécoslovaquie
Egypte	Pays-Bas	Turquie
Espagne	Pologne	Union des Républiques
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	Socialistes Soviétiques
Finlande		

Un projet traitant de la méthode de bruit blanc fut diffusé en décembre 1972, à la suite de quoi le Comité d'Etudes N° 39, aidé par le Sous-Comité 39A, a soumis le projet, document 39(Bureau Central)271, à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1974.

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

Allemagne	France	Royaume-Uni
Australie	Israël	Tchécoslovaquie
Belgique	Italie	Turquie
Canada	Pays-Bas	Union des Républiques
Egypte	Pologne	Socialistes Soviétiques
Finlande		

Lors de la réunion tenue à Paris en 1971, il fut décidé que le Comité national allemand préparerait un projet concernant la définition et la méthode de mesure de la compression de l'impulsion en télévision, projet devant être incorporé à cette publication. Un premier projet fut diffusé en octobre 1972, après quoi le projet, document 39(Bureau Central)267, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en octobre 1973.

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

Argentine	Israël	Suisse
Belgique	Italie	Tchécoslovaquie
Finlande	Pays-Bas	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	Union des Républiques
France	Royaume-Uni	Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

Fifth supplement to Publication 235-2 (1972)

MEASUREMENT OF THE ELECTRICAL PROPERTIES
OF MICROWAVE TUBES

Part 2: General measurements

CHAPTER VI: METHODS OF MEASURING THE EFFECTS OF NON-LINEARITY

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 Technical Committee No. 39, Electronic Tubes, and Sub-Committee 39A, Microwave Tubes.

It forms the fifth supplement to IEC Publication 235-2 and contains Chapter VI dealing with some aspects of measuring non-linearity in microwave tubes.

This standard includes material from Documents 39(Central Office)262, 267 and 271.

Following the meeting held in Paris in 1971, Technical Committee No. 39, assisted by Sub-Committee 39A, submitted the draft, Document 39(Central Office)262, to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1973. Amendments, Document 39(Central Office)281, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Italy	Switzerland
Canada	Japan	Turkey
Czechoslovakia	Netherlands	Union of Soviet
Egypt	Poland	Socialist Republics
Finland	Romania	United Kingdom
France	Spain	United States of America
Germany		

A draft dealing with the "white-noise method" was circulated in December 1972 following which Technical Committee No. 39, assisted by Sub-Committee 39A, submitted the draft, Document 39(Central Office)271, to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	France	Poland
Belgium	Germany	Turkey
Canada	Israel	Union of Soviet
Czechoslovakia	Italy	Socialist Republics
Egypt	Netherlands	United Kingdom
Finland		

During the meeting held in Paris in 1971, it was decided that the German National Committee would prepare a draft on the definition and measurement of television pulse compression for inclusion in this publication. A first draft was circulated in October 1972 as a result of which the draft, Document 39(Central Office)267, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in October 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Israel	Turkey
Belgium	Italy	Union of Soviet
Czechoslovakia	Netherlands	Socialist Republics
Finland	Romania	United Kingdom
France	Switzerland	United States of America

Cinquième complément à la Publication 235-2 (1972)
**MESURE DES CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES
DES TUBES POUR HYPERFRÉQUENCES**

Deuxième partie: Mesures générales

CHAPITRE VI: MÉTHODES DE MESURE DES EFFETS NON LINÉAIRES

26. Introduction au chapitre VI

Le présent chapitre comprend les termes et définitions, la théorie fondamentale et les méthodes de mesure recommandées des effets non linéaires dans les tubes électroniques.

Bien que ce chapitre traite, avant tout, des tubes électroniques, son domaine d'application peut être également étendu à d'autres dispositifs électroniques. Dans le texte de ce chapitre, les deux termes: tube (électronique) et dispositif (électronique), sont utilisés.

27. Définitions

27.1 Intermodulation

Production de puissance à des fréquences égales aux sommes et aux différences de deux ou plusieurs fréquences d'excitation et de leurs harmoniques, lorsque les fréquences d'excitation fournissent simultanément de la puissance à un dispositif possédant des caractéristiques non linéaires.

27.2 Produit d'intermodulation

Composante de la puissance de sortie produite par intermodulation.

Note. — Pour une puissance d'entrée aux fréquences f_1, f_2, f_3 , etc., les fréquences des produits d'intermodulation sont $\pm pf_1, \pm qf_2, \pm rf_3$, etc., où p, q, r , etc., sont des nombres entiers positifs, y compris 0.

27.3 Ordre d'un produit d'intermodulation

Somme ($n = p + q$) de deux nombres entiers positifs identifiant la fréquence d'un produit d'intermodulation à la sortie d'un dispositif en fonction des fréquences de deux porteuses appliquées simultanément à l'entrée.

27.4 Rapport d'intermodulation

Rapport, généralement exprimé en décibels, d'un niveau de puissance de référence spécifié au niveau de puissance d'un produit d'intermodulation spécifié.

27.5 Distorsion d'intermodulation

Intermodulation indésirable.

27.6 Transmodulation

Modulation indésirable d'une porteuse par la modulation d'une autre porteuse de fréquence différente, résultant de l'intermodulation.

27.6.1 Transfert modulation d'amplitude/modulation d'amplitude

Transmodulation produisant une modulation d'amplitude d'une porteuse, résultant de la modulation d'amplitude d'une autre porteuse de fréquence différente.

Fifth supplement to Publication 235-2 (1972)

MEASUREMENT OF THE ELECTRICAL PROPERTIES
OF MICROWAVE TUBES

Part 2: General measurements

CHAPTER VI: METHODS OF MEASURING THE EFFECTS OF NON-LINEARITY

26. Introduction to Chapter VI

This chapter provides terms, definitions, basic theory and recommended methods of measurement of the effects of non-linearity in electronic tubes.

Although this chapter is primarily intended for electronic tubes, it may obtain a wider field of application by being used also for other electronic devices. In the text of this chapter, both the terms (electronic) device and (electronic) tube have been used.

27. Definitions

27.1 *Intermodulation*

The generation of power at frequencies equal to the sums and differences of two or more driving frequencies and their harmonics, when the driving frequencies simultaneously apply power to a device having a non-linear characteristic.

27.2 *Intermodulation product*

A component of output power generated by intermodulation.

Note. — For input power at frequencies f_1 , f_2 , f_3 , etc., the frequencies of the intermodulation products are $\pm pf_1$, $\pm qf_2$, $\pm rf_3$, etc., where p , q , r , etc., are positive integers, 0 included.

27.3 *Order of an intermodulation product*

The sum ($n = p + q$) of two positive integers identifying the frequency of an intermodulation product at the output of a device as a function of the frequencies of two carriers applied simultaneously at the input.

27.4 *Intermodulation ratio*

The ratio, usually expressed in decibels, of (1) a stated reference power level to (2) the power level of a stated intermodulation product.

27.5 *Intermodulation distortion*

Unwanted intermodulation.

27.6 *Cross-modulation*

Unwanted modulation of a carrier by the modulation of another carrier of a different frequency as a result of intermodulation.

27.6.1 *A.M.-A.M. transfer*

Cross-modulation resulting in amplitude modulation of a carrier as the result of amplitude modulation of another carrier of a different frequency.

27.6.2 *Transfert modulation d'amplitude/modulation de phase*

Transmodulation produisant une modulation de phase d'une porteuse, résultant de la modulation d'amplitude d'une autre porteuse de fréquence différente.

27.6.3 *Transfert modulation de phase/modulation de phase*

Transmodulation produisant une modulation de phase d'une porteuse, résultant de la modulation de phase d'une autre porteuse de fréquence différente.

27.6.4 *Facteur de transfert modulation d'amplitude/modulation d'amplitude*

Rapport de la profondeur de modulation d'amplitude indésirable d'une porteuse à la sortie à la profondeur de modulation d'amplitude d'une autre porteuse à l'entrée, cette dernière étant responsable de la modulation indésirable observée.

Ce facteur peut être exprimé en décibels/décibels ou pour-cent/pour-cent.

27.6.5 *Coefficient de transfert modulation d'amplitude/modulation de phase*

Quotient du déphasage indésirable entre la sortie et l'entrée d'une porteuse par la profondeur de modulation d'amplitude d'une autre porteuse à l'entrée, cette dernière étant responsable du déphasage indésirable observé.

Le coefficient est généralement exprimé en degrés par décibel.

27.6.6 *Facteur de transfert modulation de phase/modulation de phase*

Rapport du déphasage indésirable entre la sortie et l'entrée d'une porteuse au déphasage d'une autre porteuse modulée en phase, cette dernière étant responsable du déphasage indésirable observé.

Ce facteur est généralement exprimé en degrés/décibels.

27.7 *Conversion modulation d'amplitude/modulation de phase*

Modulation de phase indésirable d'une porteuse, résultant de la modulation d'amplitude de la même porteuse.

27.7.1 *Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase*

Quotient du déphasage indésirable entre la sortie et l'entrée d'une porteuse par la profondeur de la modulation d'amplitude de la même porteuse à l'entrée, cette dernière étant responsable du déphasage indésirable observé.

Ce coefficient est généralement exprimé en degrés par décibel.

27.8 *Compression*

Effet consistant dans la diminution du gain d'un dispositif amplificateur électronique non linéaire lorsque le niveau de la puissance d'excitation fournie à l'entrée augmente.

27.9 *Expansion*

Effet consistant dans l'augmentation du gain d'un dispositif amplificateur électronique non linéaire lorsque le niveau de la puissance d'excitation fournie à l'entrée augmente.

27.10 *Gain différentiel de puissance (gain dynamique de puissance)*

Rapport de la variation de la puissance de sortie à une faible variation de la puissance fournie à l'entrée (puissance d'excitation) qui en est la cause.

27.6.2 *A.M.-P.M. transfer*

Cross-modulation resulting in phase modulation of a carrier as the result of amplitude modulation of another carrier of a different frequency.

27.6.3 *P.M.-P.M. transfer*

Cross-modulation resulting in phase modulation of a carrier as the result of phase modulation of another carrier of a different frequency.

27.6.4 *A.M.-A.M. transfer factor*

The ratio of (1) the depth of unwanted amplitude modulation of a carrier at the output to (2) the depth of the causative amplitude modulation of another carrier at the input.

The factor may be expressed in decibels/decibels or per cent/per cent.

27.6.5 *A.M.-P.M. transfer coefficient*

The quotient of (1) the unwanted deviation in phase of the output relative to the input of a carrier by (2) the depth of the causative amplitude modulation of another carrier at the input.

The coefficient is usually expressed in degrees per decibel.

27.6.6 *P.M.-P.M. transfer factor*

The ratio of (1) the unwanted deviation in phase if the output relative to the input of a carrier to (2) the causative deviation in phase of another phase modulated carrier.

The factor is usually expressed in degrees/degrees.

27.7 *A.M.-P.M. conversion*

Unwanted phase modulation of a carrier as the result of amplitude modulation of the same carrier.

27.7.1 *A.M.-P.M. conversion coefficient*

The quotient of (1) the unwanted deviation in phase of the output relative to the input of a carrier by (2) the depth of the causative amplitude modulation of the same carrier at the input.

The coefficient is usually expressed in degrees per decibel.

27.8 *Compression*

An effect by which the gain of a non-linear amplifying electronic device decreases when the level of the input (drive) is increased.

27.9 *Expansion*

An effect by which the gain of a non-linear amplifying electronic device increases when the level of the input (drive) is increased.

27.10 *Incremental power gain (dynamic power gain)*

The ratio of (1) the incremental change of output power to (2) the causative incremental change of input (driving) power.

27.11 *Gain différentiel*

Rapport de la valeur minimale à la valeur maximale du gain pour une petite modulation d'amplitude à une fréquence donnée (par exemple 4,43 MHz) entre deux niveaux donnés de la porteuse à l'entrée (ou à la sortie).

Note (illustrant les paragraphes 27.10 et 27.11). — A titre d'exemple, dans la figure 50, page 30, le gain différentiel de puissance au point Y est égal à la pente de la courbe en ce point. Le gain différentiel à un niveau de puissance d'entrée très bas est le gain en petit signal. Comme le montrent les figures, la condition d'une linéarité parfaite de la constance du gain dans un dispositif correspond à un gain différentiel nul et à une valeur constante du gain différentiel de puissance.

27.12 *Gain différentiel de tension (gain dynamique en tension)*

Rapport de la variation de la tension de sortie à une faible variation de la tension appliquée à l'entrée (tension d'excitation) qui en est la cause.

27.13 *Linéarité du gain de tension*

Rapport de la valeur minimale à la valeur maximale du gain pour les échelons individuels d'une modulation d'amplitude en escalier, entre deux niveaux donnés de la porteuse à l'entrée (ou à la sortie).

27.14 *Facteur de compression (et d'expansion)*

Rapport de la différence entre le gain de puissance et le gain différentiel de puissance au gain de puissance, lorsque ces deux valeurs sont exprimées numériquement.

27.15 *Différence de phase*

Différence de phase maximale de l'enveloppe d'une porteuse modulée en amplitude à la sortie d'un dispositif, entre deux niveaux spécifiés de la porteuse à l'entrée (ou à la sortie).

27.16 *Suroscillation transitoire*

Ecart maximal de la réponse en amplitude à la sortie d'un dispositif par rapport à une fonction échelon de la modulation de la porteuse d'entrée.

27.17 *Variation de la réponse en fréquence de la bande latérale en fonction du niveau*

Variation de la réponse en fréquence de la bande latérale en fonction de la puissance de sortie de la porteuse lorsque l'équilibre thermique est réalisé.

28. **Théorie fondamentale**

Des distorsions se produisent dans les systèmes électroniques, tant passifs qu'actifs.

La présente norme traite de la mesure de ces distorsions se produisant dans des dispositifs actifs fonctionnant à des niveaux de saturation ou approchant de la saturation, lorsque le gain et la phase sont des fonctions de la puissance d'entrée (voir annexe E).

Le fonctionnement non linéaire produit un transfert de modulation des porteuses modulées et, d'une manière générale, donne naissance à des harmoniques et à des produits d'intermodulation, comme indiqué dans les annexes F et G.

A bas niveau de la puissance d'entrée, les tubes électroniques se comportent généralement d'une manière linéaire. Lorsque la puissance d'entrée augmente, on atteint peu à peu la saturation. Lorsque le nombre de fréquences apparaissant comme composantes de la puissance d'entrée augmente, le nombre de composantes de la puissance non présentes à l'entrée augmente encore plus rapidement.

Par conséquent, la puissance de sortie maximale utilisable d'un dispositif électronique est atteinte lorsque l'une quelconque de ces composantes de sortie a atteint les limites maximales acceptables.

Le tableau ci-après illustre la façon dont le nombre de composantes de la puissance de sortie prolifère.

Dans la colonne de gauche, chaque ligne montre une composition donnée des composantes de la puissance d'entrée, et les composantes nouvelles de la puissance qui en résultent apparaissant à la sortie sont indiquées dans la colonne de droite.

27.11 *Differential gain (gain difference)*

The ratio of (1) the minimum to (2) the maximum gain of a small amplitude modulation at a stated frequency (e.g. 4.43 MHz) between two stated levels of the carrier at the input (or output).

Note (illustrative of Sub-clauses 27.10 and 27.11). — As an example in Figure 50, page 30, the incremental power gain at point Y is equal to the slope of the curve at this point. The incremental gain at a very low input power level is the small-signal gain. As illustrated in the figures, the condition of perfect linearity of gain constancy in a device corresponds to zero differential gain and a constant value of incremental power gain.

27.12 *Incremental voltage gain (dynamic voltage gain)*

The ratio of (1) the incremental change of output voltage to (2) the causative incremental change of input (driving) voltage.

27.13 *Voltage gain linearity*

The ratio of (1) the minimum to (2) the maximum gain of individual steps of a staircase amplitude modulation, between two stated levels of the carrier at the input (or output).

27.14 *Compression (and expansion) factor*

The ratio of (1) the difference between the power gain and the incremental power gain to (2) the power gain, when both values are expressed numerically.

27.15 *Differential phase*

The maximum difference in phase of the envelope of an amplitude-modulated carrier at the output of a device, between two stated levels of the carrier at the input (or output).

27.16 *Transient overswing*

The maximum deviation of the output amplitude response of a device from a step function modulation of the input carrier.

27.17 *Level dependency of sideband frequency response*

The dependency of sideband frequency response on carrier output power at thermal equilibrium.

28. **Basic theory**

Distortions occur in electronic systems that are passive as well as those that are active.

This standard is concerned with measuring those distortions which occur in active devices operated at or near saturation, where gain and phase are functions of the input power (see Appendix E).

Non-linear operation results in modulation transfer of modulated carriers and, in general, the appearance of harmonics and intermodulation products, as shown in Appendices F and G.

At low input power levels, electronic tubes generally behave in a linear manner. As input driving power is increased, saturation is progressively approached. As the number of frequencies appearing as components of the input driving power is increased, the number of components of power not present in the input increases even more rapidly.

Thus the maximum useful output power of an electronic device is reached when any one of these output components has reached its maximum acceptable limits.

The following table illustrates the manner in which the number of output power components proliferate.

In the column at the left, each row shows a stated composition of input drive power components and the consequential new components of power appearing in the output are shown in the column at the right.

Le total des composantes de la sortie correspondant à cette entrée comprend le total de celles indiquées sur cette ligne *et sur toutes les lignes au-dessus*.

TABLEAU I

Composition du signal d'entrée	Composantes nouvelles à la sortie
Une seule porteuse non modulée	Harmoniques plus compression de la porteuse
Deux ou plus de deux porteuses non modulées	Produits d'intermodulation
Modulation à fréquence unique d'une porteuse	Produits d'intermodulation apparaissant sous forme de bandes latérales provenant des harmoniques de la fréquence modulante
Modulation à fréquences multiples d'une porteuse	Produits d'intermodulation apparaissant sous forme de bandes latérales provenant de l'intermodulation des fréquences modulantes
Deux porteuses, dont une modulée	Transmodulation des porteuses non modulées et composantes en résultant
Deux porteuses, toutes deux modulées	Transmodulation de chaque porteuse et de ses produits d'intermodulation par l'autre porteuse et tous les produits d'intermodulation de la totalité des fréquences modulantes
Bruit coupé de façon abrupte en f_1 et f_2 , mais uniforme entre f_1 et f_2 (Bruit blanc: voir l'article 30)	Fenêtre de bruit d'amplitude uniforme de f_1 à f_2 ; fenêtres similaires à un niveau uniforme plus bas à partir de $2f_1 - f_2$ et de $2f_2 - f_1$; à partir de $3f_2 - 2f_1$ et de $3f_1 - 2f_2$ à un niveau encore plus bas, etc.

29. Mesure des effets non linéaires en présence de porteuses avec et sans modulation

Méthodes de mesure	Articles
Harmoniques	29.1
Gain différentiel de tension (gain dynamique de tension)	29.2
Gain différentiel de puissance (gain dynamique de puissance)	29.3
Gain différentiel	29.4
Linéarité du gain de tension	29.5
Intermodulation	29.6
Méthode à deux fréquences (B.L.U.)	29.6.1
Méthode à trois fréquences (télévision)	29.6.2
Transmodulation	29.7
Facteur de transfert modulation d'amplitude/modulation d'amplitude	29.7.1
Coefficient de transfert modulation d'amplitude/modulation de phase	29.7.2
Facteur de transfert modulation de phase/modulation de phase	29.7.3
Coefficient de conversion modulation d'amplitude/modulation de phase et facteur de compression	29.8
Suroscillation transitoire	29.9
Variation de la réponse en fréquence de la bande latérale en fonction du niveau	29.10
Différence de phase	29.11

The total of the components of the output corresponding to that input includes the total of those shown in that row *and in all the rows above*.

TABLE I

Input signal composition	New components in the output
One unmodulated carrier	Harmonics plus compression of the carrier
Two or more unmodulated carriers	Intermodulation products
Single tone modulation of a carrier	Intermodulation products that appear as sidebands arising from harmonics of the modulating tone
Multiple tone modulation of a carrier	Intermodulation products that appear as sidebands arising from intermodulation of the modulating tones
Two carriers, one modulated	Cross-modulation of the unmodulated carriers and consequential components
Two carriers, both modulated	Cross-modulation of each carrier and its intermodulation products by the other carrier and all the intermodulation products of all the modulating tones
Noise sharply cut off at f_1 and f_2 but uniform between f_1 and f_2 (White noise: see Clause 30)	Noise window of uniform amplitude from f_1 and f_2 ; from $2f_1 - f_2$ and from $2f_2 - f_1$, a similar lower uniform level; from $3f_2 - 2f_1$ and $3f_1 - 2f_2$, similar still lower levels, etc.

29. Measurement of the effects of non-linearity using carriers with and without modulation

Methods of measurement	Clause
Harmonics	29.1
Incremental voltage gain (dynamic voltage gain)	29.2
Incremental power gain (dynamic power gain)	29.3
Differential gain (gain difference)	29.4
Voltage gain linearity	29.5
Intermodulation	29.6
Two-frequency (tone) method (S.S.B.)	29.6.1
Three-frequency (tone) method (television)	29.6.2
Cross-modulation	29.7
A.M.-A.M. transfer factor	29.7.1
A.M.-P.M. transfer coefficient	29.7.2
P.M.-P.M. transfer factor	29.7.3
A.M.-P.M. conversion coefficient and compression factor	29.8
Transient overswing	29.9
Level dependency of sideband frequency response	29.10
Differential phase	29.11