

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**268-3**

Deuxième édition  
Second edition  
1988

---

---

**Equipements pour systèmes électroacoustiques**

**Troisième partie:**  
**Amplificateurs**

**Sound system equipment**

**Part 3:**  
**Amplifiers**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 268-3: 1988

## 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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

## Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

## 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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates

## Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## Graphical and letter symbols

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

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**268-3**

Deuxième édition  
Second edition  
1988

---

---

**Equipements pour systèmes électroacoustiques**

**Troisième partie:  
Amplificateurs**

**Sound system equipment**

**Part 3:  
Amplifiers**

© CEI 1988 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**X**

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

## SOMMAIRE

|                                                                                                            | Pages |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PRÉAMBULE . . . . .                                                                                        | 6     |
| PRÉFACE . . . . .                                                                                          | 6     |
| Articles                                                                                                   |       |
| 1. Domaine d'application . . . . .                                                                         | 8     |
| 2. Objet . . . . .                                                                                         | 8     |
| 3. Conditions . . . . .                                                                                    | 8     |
| 3.1 Conditions pour les spécifications et les mesures . . . . .                                            | 8     |
| 3.2 Conditions nominales et conditions normales pour les essais . . . . .                                  | 8     |
| 3.3 Autres conditions . . . . .                                                                            | 12    |
| 4. Classes de fonctionnement . . . . .                                                                     | 12    |
| SECTION UN — GÉNÉRALITÉS                                                                                   |       |
| 5. Impédance nominale de source . . . . .                                                                  | 14    |
| 6. Éléments interchangeables . . . . .                                                                     | 14    |
| 7. Commandes automatiques . . . . .                                                                        | 14    |
| 8. Instructions spéciales pour la mise en service . . . . .                                                | 14    |
| 9. Alimentation . . . . .                                                                                  | 14    |
| 10. Position des commandes de gain . . . . .                                                               | 16    |
| 11. Série de mesures . . . . .                                                                             | 16    |
| 12. Procédure préliminaire aux mesures . . . . .                                                           | 16    |
| 13. Appareils à consommation variable . . . . .                                                            | 16    |
| 14. Marquage . . . . .                                                                                     | 18    |
| 15. Conditions d'environnement pour le fonctionnement . . . . .                                            | 18    |
| SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES À SPÉIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES                           |       |
| 16. Alimentation . . . . .                                                                                 | 18    |
| 16.1 Caractéristiques de base de l'alimentation . . . . .                                                  | 18    |
| 16.2 Tolérances sur les variations de la tension d'alimentation . . . . .                                  | 20    |
| 16.3 Tolérances sur les variations de la fréquence d'alimentation . . . . .                                | 22    |
| 16.4 Tolérances sur les harmoniques et l'ondulation de l'alimentation . . . . .                            | 24    |
| 17. Caractéristiques d'entrée . . . . .                                                                    | 26    |
| 17.1 Impédance nominale de source . . . . .                                                                | 26    |
| 17.2 Impédance d'entrée . . . . .                                                                          | 26    |
| 17.3 F.é.m. nominale de source . . . . .                                                                   | 28    |
| 17.4 F.é.m. minimale de source pour la tension nominale de sortie limitée par la distorsion . . . . .      | 28    |
| 18. Caractéristiques de sortie . . . . .                                                                   | 28    |
| 18.1 Impédance nominale de charge . . . . .                                                                | 28    |
| 18.2 Impédance de sortie . . . . .                                                                         | 30    |
| 18.3 Tension et puissance de sortie limitée par la distorsion . . . . .                                    | 30    |
| 18.4 Régulation . . . . .                                                                                  | 34    |
| 18.5 Temps de récupération après surcharge . . . . .                                                       | 34    |
| 19. Caractéristiques limites . . . . .                                                                     | 34    |
| 19.1 F.é.m. limite de source . . . . .                                                                     | 34    |
| 19.2 Tension et puissance maximale de sortie à court terme . . . . .                                       | 36    |
| 19.3 Tension et puissance maximale de sortie à long terme . . . . .                                        | 38    |
| 19.4 Puissance de sortie limitée par la température . . . . .                                              | 40    |
| 20. Gain . . . . .                                                                                         | 42    |
| 20.1 Gain de tension et gain de f.é.m. . . . .                                                             | 42    |
| 20.2 Gain maximal de f.é.m. . . . .                                                                        | 42    |
| 20.3 Caractéristique d'affaiblissement de la commande de gain . . . . .                                    | 42    |
| 20.4 Caractéristique d'affaiblissement des commandes d'équilibrage pour des matériels multivoies . . . . . | 44    |

## CONTENTS

|                                                                                           | Page |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD . . . . .                                                                        | 7    |
| PREFACE . . . . .                                                                         | 7    |
| Clause                                                                                    |      |
| 1. Scope . . . . .                                                                        | 9    |
| 2. Object . . . . .                                                                       | 9    |
| 3. Conditions . . . . .                                                                   | 9    |
| 3.1 Conditions for specifications and measurements . . . . .                              | 9    |
| 3.2 Rated conditions and standard test conditions . . . . .                               | 9    |
| 3.3 Other conditions . . . . .                                                            | 13   |
| 4. Classes of operation . . . . .                                                         | 13   |
| <br>SECTION ONE — GENERAL                                                                 |      |
| 5. Rated source impedance . . . . .                                                       | 15   |
| 6. Interchangeable parts . . . . .                                                        | 15   |
| 7. Automatic controls . . . . .                                                           | 15   |
| 8. Special instructions for operation . . . . .                                           | 15   |
| 9. Power supply . . . . .                                                                 | 15   |
| 10. Position of the volume controls . . . . .                                             | 17   |
| 11. Series of measurements . . . . .                                                      | 17   |
| 12. Pre-conditioning for measurements . . . . .                                           | 17   |
| 13. Variable consumption apparatus . . . . .                                              | 17   |
| 14. Marking . . . . .                                                                     | 19   |
| 15. Operating environment . . . . .                                                       | 19   |
| <br>SECTION TWO — CHARACTERISTICS TO BE SPECIFIED AND THE RELEVANT MEASURING METHODS      |      |
| 16. Power supply . . . . .                                                                | 19   |
| 16.1 Basic power supply characteristics . . . . .                                         | 19   |
| 16.2 Tolerance of power supply voltage variation . . . . .                                | 21   |
| 16.3 Tolerance of power supply frequency variation . . . . .                              | 23   |
| 16.4 Tolerance of power supply harmonics and ripple . . . . .                             | 25   |
| 17. Input characteristics . . . . .                                                       | 27   |
| 17.1 Rated source impedance . . . . .                                                     | 27   |
| 17.2 Input impedance . . . . .                                                            | 27   |
| 17.3 Rated source e. m. f. . . . .                                                        | 29   |
| 17.4 Minimum source e. m. f. for rated distortion-limited output voltage . . . . .        | 29   |
| 18. Output characteristics . . . . .                                                      | 29   |
| 18.1 Rated load impedance . . . . .                                                       | 29   |
| 18.2 Output source impedance . . . . .                                                    | 31   |
| 18.3 Output voltage and power (distortion-limited) . . . . .                              | 31   |
| 18.4 Regulation . . . . .                                                                 | 35   |
| 18.5 Overload restoring time . . . . .                                                    | 35   |
| 19. Limiting characteristics . . . . .                                                    | 35   |
| 19.1 Overload source e. m. f. . . . .                                                     | 35   |
| 19.2 Short-term maximum output voltage and power . . . . .                                | 37   |
| 19.3 Long-term maximum output voltage and power . . . . .                                 | 39   |
| 19.4 Temperature-limited output power . . . . .                                           | 41   |
| 20. Gain . . . . .                                                                        | 43   |
| 20.1 Voltage gain and e. m. f. gain . . . . .                                             | 43   |
| 20.2 Maximum e. m. f. gain . . . . .                                                      | 43   |
| 20.3 Attenuation characteristic of the volume control . . . . .                           | 43   |
| 20.4 Attenuation characteristic of balance controls for multi-channel equipment . . . . . | 45   |

| Articles                                                                                                                                                                            | Pages |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 21. Réponse . . . . .                                                                                                                                                               | 46    |
| 21.1 Réponse amplitude-fréquence . . . . .                                                                                                                                          | 46    |
| 21.2 Domaine utile de fréquence limité par le gain . . . . .                                                                                                                        | 46    |
| 21.3 Domaine utile de fréquences limité par la distorsion . . . . .                                                                                                                 | 48    |
| 21.4 Réponse phase-fréquence . . . . .                                                                                                                                              | 48    |
| 22. Non-linéarité d'amplitude . . . . .                                                                                                                                             | 50    |
| 22.1 Introduction . . . . .                                                                                                                                                         | 50    |
| 22.2 Distorsion harmonique totale nominale . . . . .                                                                                                                                | 50    |
| 22.3 Distorsion harmonique totale dans les conditions normales pour les essais . . . . .                                                                                            | 50    |
| 22.4 Distorsion harmonique totale en fonction de l'amplitude et de la fréquence . . . . .                                                                                           | 52    |
| 22.5 Distorsion harmonique d'ordre $n$ dans les conditions normales pour les essais . . . . .                                                                                       | 52    |
| 22.6 Distorsion harmonique d'ordre $n$ en fonction de l'amplitude et de la fréquence . . . . .                                                                                      | 54    |
| 22.7 Distorsion de modulation d'ordre $n$ . . . . .                                                                                                                                 | 56    |
| 22.8 Distorsion par différence de fréquence d'ordre $n$ . . . . .                                                                                                                   | 58    |
| 22.9 Distorsion d'intermodulation dynamique . . . . .                                                                                                                               | 62    |
| 22.10 Distorsion totale par différence de fréquence . . . . .                                                                                                                       | 66    |
| 23. Bruit . . . . .                                                                                                                                                                 | 68    |
| 23.1 Caractéristiques à spécifier . . . . .                                                                                                                                         | 68    |
| 23.2 Méthode de mesure . . . . .                                                                                                                                                    | 70    |
| 24. Ronflement . . . . .                                                                                                                                                            | 70    |
| 24.1 Introduction . . . . .                                                                                                                                                         | 70    |
| 24.2 Caractéristiques à spécifier . . . . .                                                                                                                                         | 72    |
| 24.3 Méthode de mesure . . . . .                                                                                                                                                    | 72    |
| 25. Symétrie . . . . .                                                                                                                                                              | 74    |
| 25.1 Symétrie de l'entrée . . . . .                                                                                                                                                 | 74    |
| 25.2 Symétrie de la sortie . . . . .                                                                                                                                                | 76    |
| 26. Influences extérieures . . . . .                                                                                                                                                | 78    |
| 26.1 Généralités . . . . .                                                                                                                                                          | 78    |
| 26.2 F. é. m. de source équivalente à l'effet des champs magnétiques extérieurs à fréquences basses, y compris celui de la fréquence d'alimentation et de ses harmoniques . . . . . | 78    |
| 26.3 F. é. m. résiduelle de source équivalente à l'effet des champs magnétiques extérieurs à la fréquence d'alimentation et de ses harmoniques . . . . .                            | 80    |
| 27. Champ magnétique de dispersion . . . . .                                                                                                                                        | 80    |
| 27.1 Champ magnétique de dispersion engendré par l'amplificateur . . . . .                                                                                                          | 80    |
| 28. Diaphonie et séparation dans les amplificateurs multivoies . . . . .                                                                                                            | 82    |
| 28.1 Caractéristiques à spécifier . . . . .                                                                                                                                         | 82    |
| 28.2 Méthode de mesure . . . . .                                                                                                                                                    | 82    |
| 29. Différence de gain et différence de phase entre voies dans les amplificateurs multivoies . . . . .                                                                              | 84    |
| 29.1 Différence de gain . . . . .                                                                                                                                                   | 84    |
| 29.2 Différence de phase . . . . .                                                                                                                                                  | 84    |
| 30. Dimensions et masse . . . . .                                                                                                                                                   | 86    |
| 30.1 Dimensions . . . . .                                                                                                                                                           | 86    |
| 30.2 Masse . . . . .                                                                                                                                                                | 86    |
| 31. Classification des caractéristiques à spécifier . . . . .                                                                                                                       | 86    |
| 31.1 Généralités . . . . .                                                                                                                                                          | 86    |
| 31.2 Classification . . . . .                                                                                                                                                       | 88    |
| TABLEAU I — Composantes de distorsion d'intermodulation dynamique tombant dans la bande audio . . . . .                                                                             | 92    |
| FIGURES . . . . .                                                                                                                                                                   | 94    |

| Clause                                                                                                                                | Page |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 21. Response                                                                                                                          | 47   |
| 21.1 Gain-frequency response                                                                                                          | 47   |
| 21.2 Gain-limited effective frequency range                                                                                           | 47   |
| 21.3 Distortion-limited effective frequency range                                                                                     | 49   |
| 21.4 Phase-frequency response                                                                                                         | 49   |
| 22. Amplitude non-linearity                                                                                                           | 51   |
| 22.1 Introduction                                                                                                                     | 51   |
| 22.2 Rated total harmonic distortion                                                                                                  | 51   |
| 22.3 Total harmonic distortion under standard test conditions                                                                         | 51   |
| 22.4 Total harmonic distortion as a function of amplitude and frequency                                                               | 53   |
| 22.5 Harmonic distortion of the $n$ th order under standard test conditions                                                           | 53   |
| 22.6 Harmonic distortion of the $n$ th order as a function of amplitude and frequency                                                 | 55   |
| 22.7 Modulation distortion of the $n$ th order                                                                                        | 57   |
| 22.8 Difference frequency distortion of the $n$ th order                                                                              | 59   |
| 22.9 Dynamic intermodulation distortion (DIM)                                                                                         | 63   |
| 22.10 Total difference frequency distortion                                                                                           | 67   |
| 23. Noise                                                                                                                             | 69   |
| 23.1 Characteristics to be specified                                                                                                  | 69   |
| 23.2 Method of measurement                                                                                                            | 71   |
| 24. Hum                                                                                                                               | 71   |
| 24.1 Introduction                                                                                                                     | 71   |
| 24.2 Characteristics to be specified                                                                                                  | 73   |
| 24.3 Method of measurement                                                                                                            | 73   |
| 25. Balance                                                                                                                           | 75   |
| 25.1 Balance of the input                                                                                                             | 75   |
| 25.2 Balance of the output                                                                                                            | 77   |
| 26. External influences                                                                                                               | 79   |
| 26.1 General                                                                                                                          | 79   |
| 26.2 Equivalent source e.m.f. for external magnetic fields at low frequencies, including the power supply frequency and its harmonics | 79   |
| 26.3 Residual equivalent source e.m.f. for external magnetic fields at the power supply frequency and its harmonics                   | 81   |
| 27. Magnetic stray field                                                                                                              | 81   |
| 27.1 Interfering stray field generated by the amplifier                                                                               | 81   |
| 28. Cross-talk and separation in multi-channel amplifiers                                                                             | 83   |
| 28.1 Characteristics to be specified                                                                                                  | 83   |
| 28.2 Method of measurement                                                                                                            | 83   |
| 29. Gain and phase differences between channels in multi-channel amplifiers                                                           | 85   |
| 29.1 Gain difference                                                                                                                  | 85   |
| 29.2 Phase difference                                                                                                                 | 85   |
| 30. Dimensions and weight                                                                                                             | 87   |
| 30.1 Dimensions                                                                                                                       | 87   |
| 30.2 Weight                                                                                                                           | 87   |
| 31. Classification of the characteristics to be specified                                                                             | 87   |
| 31.1 General                                                                                                                          | 87   |
| 31.2 Classification                                                                                                                   | 89   |
| TABLE I — Dynamic intermodulation distortion components falling into the audio band                                                   | 93   |
| FIGURES                                                                                                                               | 94   |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

## Troisième partie: Amplificateurs

## 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.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

## PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 84 de la CEI: Equipements dans le domaine des techniques audio, vidéo et audiovisuelles (anciennement Sous-Comité 29B: Technique acoustique).

Cette deuxième édition remplace la première édition de la Publication 268-3 (1969) de la CEI ainsi que sa Modification n° 1 (1978), son premier complément: Publication 268-3A (1970) de la CEI, son deuxième complément: Publication 268-3B (1977) de la CEI et son troisième complément: Publication 268-3C (1978) de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois     | Rapports de vote    |
|------------------------|---------------------|
| 29B(BC)116<br>84(BC)21 | 84(BC)5<br>84(BC)38 |

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n° 65 (1985): Règles de sécurité pour les appareils électroniques et appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- 68: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.
- 98 (1987): Disques audio analogiques et appareils de lecture.
- 268-1 (1985): Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités.
- 268-2 (1987): Deuxième partie: Explication des termes généraux et méthodes de calcul.
- 268-5 (1972): Cinquième partie: Haut-parleurs.
- 268-15 (1987): Quinzième partie: Valeurs d'adaptation recommandées pour le raccordement entre composants des systèmes électroacoustiques.
- 417 (1973): Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles.
- 581: Equipements et systèmes électroacoustiques haute fidélité; valeurs limites des caractéristiques.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SOUND SYSTEM EQUIPMENT****Part 3: Amplifiers****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.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

**PREFACE**

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 84: Equipment and Systems in the Field of Audio, Video and Audiovisual Engineering (formerly Sub-Committee 29B: Audio Engineering).

This second edition replaces the first edition of IEC Publication 268-3 (1969), as well as its Amendment No. 1 (1978), its first supplement: IEC Publication 268-3A (1970), its second supplement: IEC Publication 268-3B (1977) and its third supplement: IEC Publication 268-3C (1978).

The text of this standard is based on the following documents:

| Six Months' Rule       | Reports on Voting   |
|------------------------|---------------------|
| 29B(CO)116<br>84(CO)21 | 84(CO)5<br>84(CO)38 |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 65 (1985): Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use.
- 68: Basic environmental testing procedures.
- 98 (1987): Analogue audio disk records and reproducing equipment.
- 268-1 (1985): Sound system equipment, Part 1: General.
- 268-2 (1987): Part 2: Explanation of general terms and calculation methods.
- 268-5 (1972): Part 5: Loudspeakers.
- 268-15 (1987): Part 15: Preferred matching values for the interconnection of sound system components.
- 417 (1973): Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets.
- 581: High fidelity audio equipment and systems; Minimum performance requirements.

# ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

## Troisième partie: Amplificateurs

### 1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux amplificateurs qui entrent dans un système électroacoustique, à usage professionnel ou à usage grand public.

### 2. Objet

L'objet de la présente norme est de donner des recommandations concernant les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure correspondantes des amplificateurs.

Les méthodes de mesure recommandées sont, en général, celles qui se rapportent le plus directement aux définitions. Toutefois, l'usage d'autres méthodes de mesure donnant des résultats équivalents n'est pas exclu.

Les conditions nominales et les conditions normales pour les essais telles qu'elles sont spécifiées ci-après ont été adoptées comme conditions pour les spécifications et les mesures.

### 3. Conditions

#### 3.1 Conditions pour les spécifications et les mesures

##### 3.1.1 Conditions générales

La présente norme doit être utilisée avec:

- la Publication 268-1 (1985) de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités, et
- la Publication 268-2 (1987) de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Deuxième partie: Explication des termes généraux et méthodes de calcul.

#### 3.2 Conditions nominales et conditions normales pour les essais

##### 3.2.1 Introduction

Pour faciliter la spécification des conditions dans lesquelles les amplificateurs doivent être mesurés, un ensemble de conditions est défini dans la présente norme sous les titres de conditions nominales et de conditions normales pour les essais.

Une explication complète du terme «nominal» est donnée dans la Publication 268-2 de la CEI.

Les conditions nominales utilisées dans la présente norme sont:

- la tension nominale d'alimentation;
- l'impédance nominale de source;
- la f.é.m. nominale de source;
- l'impédance nominale de charge;
- la distorsion harmonique totale nominale ou la tension ou la puissance nominale de sortie limitée par la distorsion;
- les conditions nominales mécaniques et climatiques.

## SOUND SYSTEM EQUIPMENT

### Part 3: Amplifiers

---

#### 1. Scope

This standard applies to amplifiers which form part of a sound system for professional and household applications.

#### 2. Object

The purpose of this standard is to give recommendations relative to the characteristics to be specified and the relevant measuring methods for amplifiers.

In general, the methods of measurement recommended are those which are seen to be the most directly related to the definitions. This does not exclude the use of other methods which will give equivalent results.

Rated conditions and standard test conditions as specified hereafter have been adopted as conditions for specifications and measurements.

#### 3. Conditions

##### 3.1 *Conditions for specifications and measurements*

###### 3.1.1 *General conditions*

This standard shall be used in conjunction with:

- IEC Publication 268-1 (1985): Sound system equipment, Part 1: General, and
- IEC Publication 268-2 (1987): Sound system equipment, Part 2: Explanation of general terms and calculation methods.

##### 3.2 *Rated conditions and standard test conditions*

###### 3.2.1 *Introduction*

For convenience in specifying how amplifiers shall be set up for measurement, certain sets of conditions are defined in this standard under the titles of rated conditions and standard test conditions, respectively.

A full explanation of the term “rated” is given in IEC Publication 268-2.

The rated conditions used in this part are:

- rated power supply voltage;
- rated source impedance;
- rated source e.m.f.;
- rated load impedance;
- rated total harmonic distortion, or rated (distortion-limited) output voltage or power;
- rated mechanical and climatic conditions.

*Notes 1.* – La distorsion harmonique totale et la tension ou la puissance de sortie (limitée par la distorsion) sont interdépendantes. Elles ne peuvent être prises ensemble et simultanément comme conditions nominales car, à la tension ou à la puissance nominale de sortie, la distorsion d'un amplificateur particulier d'un type donné est inférieure à la distorsion totale nominale.

2. – Si la fréquence de la tension d'alimentation est critique, elle représente également une condition nominale.

Les données ci-dessus doivent être prises dans les spécifications des constructeurs afin d'obtenir les conditions correctes de mesure. Ces données ne sont pas elles-mêmes sujettes à des mesures, mais elles servent de référence pour mesurer les autres caractéristiques.

Les méthodes de mesure de ces autres caractéristiques sont données dans la présente norme. Le constructeur doit ou peut définir (voir l'article 31), les «valeurs nominales» de ces caractéristiques dans la spécification de son matériel. Elles comprennent:

- le gain nominal de tension;
- la tension ou la puissance nominale de sortie limitée par la distorsion (lorsqu'elle n'est pas prise comme condition nominale);
- le rapport signal sur bruit nominal;
- la f.é.m. nominale de source équivalente au bruit.

### 3.2.2 Conditions nominales

Un amplificateur, considéré comme un quadripôle par rapport à une paire de bornes d'entrée spécifiée et une paire de bornes de sortie spécifiée doit être considéré comme fonctionnant dans les conditions nominales lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- a) l'amplificateur est alimenté dans les conditions nominales;
- b) la f.é.m. de source est connectée en série avec l'impédance nominale de source aux bornes d'entrée;
- c) les bornes de sortie sont connectées à l'impédance nominale de charge;
- d) les bornes non utilisées sont reliées comme spécifié;
- e) la f.é.m. de source de forme sinusoïdale est réglée à une valeur égale à la f.é.m. nominale de source à une fréquence appropriée. A moins qu'il n'existe une raison particulière pour en choisir une autre, cette fréquence doit être la fréquence de référence normalisée de 1000 Hz, conformément à la Publication 268-1 de la CEI, article 3: «Fréquence de mesure».  
Une telle raison pourrait être le fait que la fréquence de référence normalisée soit en dehors ou à la limite du domaine utile de fréquence de l'amplificateur;
- f) la commande de gain; s'il en existe une est réglée de telle sorte que la tension nominale de sortie limitée par la distorsion soit produite aux bornes de sortie;
- g) les commandes de tonalité, s'il en existe, sont placées dans une position spécifiée pour obtenir une réponse amplitude-fréquence spécifiée, généralement la réponse plate;
- h) la ou les commandes d'équilibrage, s'il en existe, sont réglées en position moyenne;
- i) les conditions nominales mécaniques et climatiques sont conformes à celles de la Publication 268-1 de la CEI.

Les amplificateurs pour lesquels la puissance nominale de sortie limitée par la distorsion dépasse la puissance de sortie limitée par la température sont soumis à une surcharge lorsqu'ils fonctionnent dans les conditions nominales pendant une longue durée. Pour ces amplificateurs, les conditions nominales ne doivent pas être maintenues pendant une durée supérieure à celle que l'amplificateur peut supporter.

*Notes 1.* – Total harmonic distortion and (distortion-limited) output voltage or power are inter-dependent. Both cannot be taken as rated conditions simultaneously because normally a given sample amplifier produces less than rated total harmonic distortion at rated output voltage or power.

2. – If the power supply frequency is critical, it also represents a rated condition.

To obtain the correct conditions for measurements, the values for the above-mentioned rated conditions shall be taken from the manufacturer's specification. These values themselves are not subject to measurement but they constitute the basis for measuring the other characteristics.

Methods of measurement for these other characteristics are given in this standard and the manufacturer is either required or permitted (see Clause 31) to state "rated values" for these characteristics in the specification of the equipment. These include:

- rated voltage gain;
- rated distortion limited output voltage or power (when not adopted as a rated condition);
- rated signal-to-noise ratio;
- rated equivalent noise source e.m.f.

### 3.2.2 *Rated conditions*

An amplifier, considered as a four-terminal network with regard to a specified pair of input terminals and a specified pair of output terminals, shall be understood to be working under rated conditions when the following conditions are fulfilled:

- a) the amplifier is connected to rated power supply;
- b) the source e.m.f. is connected in series with the rated source impedance to the input terminals;
- c) the output terminals are terminated with the rated load impedance;
- d) the terminals not used are terminated as specified;
- e) the source e.m.f. is adjusted to a sinusoidal voltage equal to the rated source e.m.f. at an appropriate frequency. Unless there is a special reason to the contrary, this frequency shall be the standard reference frequency of 1000 Hz according to IEC Publication 268-1, Clause 3: "Frequencies of measurement".  
Such a reason could be that the standard reference frequency is outside or near the limit of the effective frequency range of the amplifier;
- f) the volume control, if any, is set to such a position that the rated distortion-limited output voltage appears at the output terminals;
- g) the tone controls, if any, are set to a specified position to give the specified frequency response, generally the flat frequency response;
- h) the balance control(s), if any, is (are) set to the central position;
- i) the rated mechanical and climatic conditions according to IEC Publication 268-1 are complied with.

Amplifiers for which the rated distortion-limited output power exceeds the rated temperature-limited output power will be subject to overheating when operated under rated conditions for an extended period of time. For these amplifiers, rated conditions shall be maintained for no longer than can be tolerated by the amplifier.

### 3.2.3 Conditions normales pour les essais

Ces conditions sont obtenues en plaçant l'amplificateur dans les conditions nominales (voir paragraphe 3.2.2), puis en réduisant la f.é.m. de source de  $-10$  dB, par rapport à la f.é.m. nominale de source.

*Note.* – La fréquence du signal est 1 000 Hz, à moins qu'il n'existe une raison particulière pour en choisir une autre (voir paragraphe 3.2.2e)).

### 3.2.4 Influence de la tension d'alimentation

La spécification des caractéristiques d'un amplificateur suppose que l'appareil est alimenté dans les conditions nominales d'alimentation. Cependant, si le constructeur annonce des tolérances sur la tension d'alimentation dépassant  $\pm 10\%$ , les caractéristiques à spécifier doivent être également données pour les limites supérieure et inférieure des tolérances indiquées (voir l'article 9).

Si des variations de la fréquence d'alimentation, dans les limites spécifiées par le constructeur, ont une influence significative sur les caractéristiques à spécifier, celles-ci doivent également être données pour les limites supérieure et inférieure des tolérances annoncées sur la fréquence.

Si des harmoniques dans l'alimentation en courant alternatif ou des ondulations dans l'alimentation en courant continu ont une influence significative, dans les limites spécifiées par le constructeur, sur les caractéristiques à spécifier, ces caractéristiques doivent également être données pour la limite supérieure des tolérances annoncées par le constructeur pour les harmoniques ou l'ondulation.

### 3.3 Autres conditions

Si l'on donne des informations supplémentaires concernant l'amplificateur et que celles-ci s'appliquent à d'autres conditions que les conditions nominales ou les conditions normales pour les essais, par exemple à des fréquences différentes ou à des positions différentes des commandes, ces conditions doivent être explicitement spécifiées dans les caractéristiques fournies avec l'appareil. Ces conditions doivent être choisies si possible conformément aux recommandations figurant dans les articles correspondants de la présente norme.

La procédure pour les mesures supplémentaires peut être déduite de la procédure de mesure donnée pour les conditions normalisées. Si des précautions spéciales doivent être prises, elles doivent être indiquées en même temps que la procédure à suivre.

## 4. Classes de fonctionnement

**Classe A** – Classe dans laquelle le courant, dans les étages de sortie est supérieur à zéro pendant toute la période du signal et ceci pour toutes les valeurs du courant de sortie y compris la valeur déterminée par la tension ou la puissance nominale de sortie et l'impédance nominale de charge.

**Classe B** – Classe symétrique dans laquelle le courant, dans chaque moitié des étages de sortie, est alternativement égal à zéro pendant exactement une demi-période du signal de sortie.

*Note.* – Dans la pratique, le terme «Classe B» s'étend au cas où le courant circule pendant un peu plus d'une demi-période.

**Classe AB** – Classe dans laquelle le courant, dans une partie des étages de sortie, est égal à zéro pour une partie de chaque alternance du signal de sortie, pour un domaine de valeurs du courant de sortie ne dépassant pas la valeur définie par la tension ou la puissance nominale de sortie et l'impédance nominale de charge.

*Note.* – A des niveaux suffisamment bas, un amplificateur de classe AB fonctionne généralement en classe A.

**Classe D** – Classe dans laquelle les étages de sorties sont alternativement bloqués et débloqués par un signal de commande modulé par le signal utile.

*Note.* – D'autres classes de fonctionnement ont été commercialisées mais aucune définition officielle de telles classes n'a été soumise à normalisation.

### 3.2.3 *Standard test conditions*

These are obtained by bringing the amplifier under rated conditions (see Sub-clause 3.2.2) and then reducing the source e.m.f. to a level of  $-10$  dB referred to the rated source e.m.f.

*Note.* – The signal frequency is 1 000 Hz, unless there is a special reason to the contrary (see Sub-clause 3.2.2, Item e)).

### 3.2.4 *Influence of the power supply*

When specifying the characteristics of an amplifier, rated power supply voltage shall be assumed. If, however, the manufacturer claims power supply voltage tolerances exceeding  $\pm 10\%$ , then the characteristics to be specified shall also be stated for the upper and lower limits of these tolerances (see Clause 9).

If variations of the frequency of the power supply within the tolerances specified by the manufacturer have any significant influence on the characteristics to be specified, then those characteristics shall also be stated for the upper and lower limits of the claimed frequency tolerances.

If harmonics in the a.c. power supply and ripple in the d.c. power supply within the limits specified by the manufacturer have any significant influence on the characteristics to be specified, then those characteristics shall also be stated for the upper limit of the claimed tolerances of harmonics or ripple.

### 3.3 *Other conditions*

If supplementary data of the amplifier are presented, applying to other than the rated or standard test conditions, for example at different frequencies or at different settings of controls, then the conditions shall be fully defined in the presentation. These conditions shall, if possible, be chosen according to the recommendations made in the relevant clauses of this standard.

The procedure for supplementary measurements may be derived from the measurement procedure given for the standard conditions. If special precautions have to be taken, then these shall be indicated together with the measurement procedure involved.

## 4. **Classes of operation**

**Class A** – In which the current in each active device supplying the load current is greater than zero throughout each cycle of the signal for all values of load current up to and including the value determined by the rated output power or voltage and the rated load impedance.

**Class B** – In which the current in each active device supplying the load current is equal to zero for exactly one-half of each cycle of load current.

*Note.* – In common usage, the term Class B is extended to the case where current flows for slightly more than one half-cycle.

**Class AB** – In which the current in at least one of the active devices supplying the load current is zero for some part of each cycle of load current for some range of values of load current not exceeding the value defined by the rated output power or voltage and the rated load impedance.

*Note.* – At sufficiently low signal levels, a Class AB amplifier usually operates in Class A.

**Class D** – In which the current in each active device supplying the load is switched from zero to a maximum value by a carrier signal, modulation of which conveys the useful signal.

*Note.* – Other classes of operation have been commercialized but no formal definitions of such classes have been submitted for standardization.

## SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

### 5. Impédance nominale de source

Si la valeur de l'impédance nominale de source, conformément au paragraphe 17.1, n'est pas donnée par le constructeur, l'impédance appropriée, spécifiée dans la Publication 268-15 de la CEI doit être prise comme valeur nominale d'impédance de source.

### 6. Éléments interchangeables

Pour les mesures de type, les éléments interchangeables doivent être choisis de manière à avoir les caractéristiques moyennes spécifiées pour ces éléments.

Pour les mesures effectuées sur un amplificateur donné, on doit utiliser les éléments interchangeables fournis avec cet amplificateur.

### 7. Commandes automatiques

L'amplificateur peut comporter des circuits de commande automatique, tels que limiteurs, compresseurs, expanseurs et d'autres dispositifs électroniques de réglage de gain.

Ces circuits rendent certaines caractéristiques de l'amplificateur dépendantes soit du signal propre à l'amplificateur lui-même soit d'un signal externe de commande.

Lorsqu'on mesure les caractéristiques d'un tel amplificateur, les circuits de commande automatique doivent être rendus inopérants, sauf si l'on mesure les caractéristiques de ces commandes.

### 8. Instructions spéciales pour la mise en service

Le constructeur peut avoir établi une procédure spéciale pour la mise en service de l'amplificateur lorsqu'il est froid ou après une courte interruption de fonctionnement. Il peut également avoir établi une série de précautions préliminaires à prendre concernant des opérations de commutation en cours de fonctionnement, ou donné tous autres renseignements concernant les conditions normales ou anormales de fonctionnement.

Les procédures ainsi spécifiées doivent être suivies et on doit tenir compte de tout renseignement concernant la mise en service lors de manœuvres préliminaires et lors de l'essai.

### 9. Alimentation

Lors des mesures, l'amplificateur doit être relié à l'alimentation nominale. On doit prendre soin de maintenir la tension d'alimentation à sa valeur nominale pendant la mesure.

Des mesures complémentaires peuvent être effectuées aux limites supérieures et inférieures des tolérances indiquées pour la tension d'alimentation, la fréquence d'alimentation et les harmoniques de l'alimentation en courant alternatif ou l'ondulation de l'alimentation en courant continu (voir paragraphe 3.2.4).

**Avertissement** – Les tolérances de tension d'alimentation fixées par le constructeur ne doivent pas être dépassées.

## SECTION ONE — GENERAL

**5. Rated source impedance**

If the rated source impedance according to Sub-clause 17.1 is not stated by the manufacturer, the appropriate impedance specified in IEC Publication 268-15 shall be adopted as the rated source impedance.

**6. Interchangeable parts**

For type measurements, interchangeable parts shall have the mean characteristics specified for these parts.

For measurements on a particular sample, the interchangeable parts supplied with that amplifier shall be used.

**7. Automatic controls**

The amplifier may contain automatic control circuits such as limiters, compressors, expanders and electronic fader circuits.

These circuits make certain characteristics of the amplifier dependent either on a signal passing through the amplifier itself or on an external control signal.

When measuring the characteristics of such an amplifier, the automatic control circuits shall be disabled, except when measuring the characteristics of these controls.

**8. Special instructions for operation**

The manufacturer may have a special procedure for putting the amplifier into operation when starting from cold or after a short interruption of operation. He may also have specified particular precautions to be taken when performing switching manipulations under operation or other information with respect to normal or abnormal operating conditions.

These specified procedures shall be followed and any information given with respect to operation shall be taken into account in the preliminary and testing procedures.

**9. Power supply**

Measurements shall be made with the amplifier connected to rated power supply. Care shall be taken to maintain the power supply voltage at the rated value during the measurement.

Additional measurements may be made at the upper and lower limits claimed as tolerable for the power supply voltage, the power supply frequency and the a.c. power supply harmonics or the d.c. power supply ripple (see Sub-clause 3.2.4).

*Warning* – The power supply voltage tolerances specified by the manufacturer shall not be exceeded.

#### 10. Position des commandes de gain

Lorsque l'on mesure une caractéristique pour une seule position de la commande de gain, celle-ci doit être placée sur la position correspondant aux conditions nominales (voir paragraphe 3.2.2) sauf si une position maximale ou minimale de la commande de gain est inhérente à la caractéristique à mesurer.

Si la caractéristique doit être mesurée pour plusieurs positions de la commande de gain, la position pour les conditions nominales doit être incluse, les autres positions préférentielles étant celles correspondant au gain maximal, et à des affaiblissements de 3 dB, 6 dB, 10 dB, 20 dB et 40 dB par rapport au gain nominal.

Les commandes de gain relatives aux voies qui ne sont pas mesurées doivent être mises si possible dans la position minimale, sauf indication contraire.

#### 11. Série de mesures

Si l'on effectue une série de mesures, il convient de maintenir l'amplificateur dans les conditions normales pour les essais pendant les intervalles de temps entre les mesures.

Si l'on a besoin d'arrêter l'amplificateur pendant un court laps de temps entre les mesures, on doit rechercher s'il existe une procédure établie par le constructeur pour la remise en marche; dans ce cas, il y a lieu de s'y conformer.

Si l'on a besoin d'arrêter l'amplificateur pendant une longue période de temps entre les mesures, on doit se conformer à la procédure préliminaire avant l'exécution des mesures ultérieures conformément à l'article 12.

#### 12. Procédure préliminaire aux mesures

Avant de procéder aux mesures sur un amplificateur, celui-ci doit être placé approximativement dans les conditions normales pour les essais pendant une période de 1 h ou pendant la durée fixée par le constructeur.

Avant de mettre l'amplificateur en fonctionnement, il convient d'étudier les instructions du constructeur relatives aux opérations préliminaires aux mesures.

L'amplificateur est alors placé dans les conditions normales pour les essais données au paragraphe 3.2.3. En raison de la chaleur interne dégagée, la tension de sortie peut en conséquence varier avec le temps. On ne tient pas compte de cet effet, à moins qu'il ne soit excessif, pendant la période de préconditionnement. Lorsque celle-ci est terminée, l'amplificateur doit être placé, selon le cas, dans les conditions nominales ou dans les conditions normales pour les essais.

#### 13. Appareils à consommation variable

Le matériel entrant dans la composition des systèmes électroacoustiques doit être considéré comme un appareil à consommation variable lorsqu'il comprend un ou plusieurs amplificateurs de puissance fonctionnant en classe AB ou en classe B, dans lesquels l'alimentation en courant continu des étages de sortie est soit stabilisée électroniquement au moyen d'éléments de régulation en série, soit non stabilisée.

*Notes 1.* – Dans le cas où l'alimentation en courant continu est stabilisée au moyen d'éléments de régulation montés en parallèle, la consommation d'énergie est généralement, sinon toujours, sensiblement constante. L'appareil, cependant, se comporte à certains égards comme un appareil à consommation variable, et en particulier le texte du paragraphe 19.4 lui est encore applicable.

2. – Uniquement pour des essais relatifs à la sécurité, une définition différente est donnée dans la Publication 65 de la CEI.

#### 10. Position of the volume controls

If a characteristic is measured at only one position of the volume control, the control shall be at the position corresponding to rated conditions (see Sub-clause 3.2.2), unless a maximum or minimum position of the control is inherent in the characteristic to be measured.

If the characteristic is to be measured for several settings of the volume control, then the position for rated conditions shall be included, other preferred settings being maximum, and  $-3$  dB,  $-6$  dB,  $-10$  dB,  $-20$  dB and  $-40$  dB with respect to the setting for rated conditions.

Volume controls belonging to channels not being measured shall, if possible, be put in the minimum position, unless otherwise stated.

#### 11. Series of measurements

If a series of measurements is made, the amplifier should preferably be maintained under standard test conditions in the periods between measurements.

If the amplifier has to be put out of operation for a short period between measurements, then investigation shall be made with respect to any procedure stated by the manufacturer for restoring operation and such procedure, if any, shall be followed.

If the amplifier has to be put out of operation for an extended period between measurements, then the further measurements shall be initiated after pre-conditioning according to Clause 12.

#### 12. Pre-conditioning for measurements

Before beginning measurements on an amplifier, it shall be operated under approximately standard test conditions for a period of 1 h, or as specified by the manufacturer.

Before operating the amplifier the manufacturer's instructions concerning initial operation should be studied.

The amplifier is then brought under standard test conditions as given in Sub-clause 3.2.3. Due to internal heating the output voltage may subsequently vary with time. Unless excessive, this effect is ignored during the pre-conditioning period. When the pre-conditioning period is over, the amplifier shall be brought under rated conditions or standard test conditions, as required.

#### 13. Variable consumption apparatus

Sound system equipment shall be considered as variable consumption apparatus when it contains one or more power amplifiers operating in the Class AB or Class B modes, in which the d.c. power supply for the output stages is either electronically stabilized by means of series control elements or has no stabilization.

*Notes 1.* – Where the d.c. supply is stabilized by shunt control elements, the power consumption is usually, if not always, substantially constant. The apparatus, however, behaves in some respects as a variable consumption apparatus, and in particular the text of Sub-clause 19.4 still applies.

2. – For safety testing purposes only, a different definition is given in IEC Publication 65.

Toutes les mesures contenues dans la présente norme peuvent être appliquées aux appareils à consommation variable, dans la plupart des cas, sans problèmes particuliers. Toutefois, certaines difficultés peuvent se présenter lors de la mesure du ronflement et de la puissance nominale de sortie limitée par la distorsion; quelques mesures supplémentaires sont utiles lors de l'évaluation des caractéristiques de tels appareils (voir la note du paragraphe 18.3.1 et le point 3 du paragraphe 24.3).

#### 14. Marquage

Les recommandations pour le marquage des bornes et des commandes font l'objet de l'article 5 de la Publication 268-1 de la CEI: «Marquage et symboles de marquage».

Le marquage peut s'appliquer à:

- la sécurité des personnes et à la protection contre le feu dans le sens indiqué par la Publication 65 de la CEI;
- la protection contre les erreurs de branchement;
- des indications concernant l'utilisation normale, selon les indications de la Publication 417 de la CEI.

Le marquage ne peut ni prévenir les fausses manœuvres, ni se substituer à un mode d'emploi complet. Le marquage doit être établi en recherchant les moyens propres à éviter les manœuvres dangereuses ou les fausses manœuvres et en fonction du mode d'emploi figurant dans le manuel. Il convient de veiller à ce que le marquage ne soit pas ambigu et soit aussi clair que possible.

Les bornes de raccordement du matériel qui ne sont pas accessibles sans l'aide d'un outil lorsque le matériel est installé, doivent être identifiées clairement et sans ambiguïté conformément aux instructions du constructeur relatives à l'installation. Il est entendu que ces instructions sont rédigées à l'intention d'un personnel qualifié.

En ce qui concerne la définition des expressions «non accessible» et «outil» on doit se référer à la Publication 65 de la CEI.

#### 15. Conditions d'environnement pour le fonctionnement

Certaines mesures, particulièrement celles comprenant des mesures de température, doivent être effectuées dans des conditions similaires à celles où l'amplificateur doit être utilisé. Les restrictions de montage ou les exigences de ventilations particulières doivent être définies par le constructeur et constituent une partie des conditions nominales (voir paragraphe 3.2). On doit se référer également à la Publication 65 de la CEI ou à d'autres normes de sécurité applicables.

## SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES À SPÉCIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES

#### 16. Alimentation

##### 16.1 Caractéristiques de base de l'alimentation

##### 16.1.1 Caractéristiques à spécifier

Les informations suivantes doivent être spécifiées par le constructeur pour chaque paire de bornes devant être reliée à l'alimentation et pour chaque position du répartiteur de tension s'il en existe un:

- a) nature de l'alimentation (courant continu ou courant alternatif);

All the measurements contained in this standard may be performed on variable consumption apparatus, in most cases with no special problems. However, certain problems may occur in the measurement of hum and rated distortion-limited output power, and some additional measurements are valuable in assessing the performance of such apparatus (see Sub-clauses 18.3.1, notes and 24.3, Item 3)).

#### 14. Marking

Recommendations for marking the terminals and controls are given in IEC Publication 268-1, Clause 5: "Marking and symbols for marking".

Marking may concern:

- Personal safety and prevention of spread of fire in the sense of IEC Publication 65.
- Safety in case of faulty connections.
- Indications relating to normal operation, according to IEC Publication 417.

Marking can neither prevent incorrect operation nor provide complete operating instructions. Marking therefore has to be considered in conjunction with adequate means of preventing dangerous or faulty operation, and with the directions for use included in the manual. Care should be taken that marking is unambiguous and as clearly understandable as possible.

Terminals for the interconnection of equipment, which are inaccessible without the use of a tool when the equipment has been installed, shall be clearly and unambiguously identified with respect to the manufacturer's instructions for installation. It is assumed that these instructions are to be read by skilled personnel.

For the definitions of "inaccessible" and "tool", IEC Publication 65 shall be referred to.

#### 15. Operating environment

Measurements, especially those including temperature measurements, shall be carried out with the amplifier mounted in a situation similar to that in which it is to be used. Restrictions on mounting and special ventilation requirements shall be stated by the manufacturer and form part of the rated conditions (see Sub-clause 3.2). IEC Publication 65 or other appropriate safety standards shall also be referred to.

### SECTION TWO — CHARACTERISTICS TO BE SPECIFIED AND THE RELEVANT MEASURING METHODS

#### 16. Power supply

##### 16.1 Basic power supply characteristics

##### 16.1.1 Characteristics to be specified

The following information shall be specified by the manufacturer for each pair of terminals to be connected to the power supply and for each position of the power supply voltage selection, if any:

- a) the type of power supply (d.c. or a.c.);

- b) tension d'alimentation nominale (c'est une condition nominale: voir paragraphe 3.2);
- c) fréquence ou domaine de fréquences de la tension d'alimentation (ceci peut être une condition nominale: voir paragraphe 3.2);
- d) puissance consommée dans les conditions nominales, exprimée en watts;
- e) puissance consommée dans les conditions normales pour les essais, exprimée en watts;
- f) pour un appareil à consommation variable (voir article 13), la puissance consommée sur la source d'alimentation peut être exprimée en fonction de la tension ou de la puissance de sortie, celle-ci variant depuis une valeur nulle jusqu'à la valeur nominale, avec des impédances de charge spécifiées, y compris l'impédance nominale de charge. Cette donnée est valable en particulier pour un équipement alimenté par batteries. Elle peut être représentée par un graphique.

*Note.* – Si dans les points d), e) ou f) ci-dessus, la puissance apparente consommée sur la source d'alimentation est de façon significative plus élevée que la puissance réelle, il convient de mentionner la puissance apparente, en plus de la puissance réelle.

#### 16.1.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
- 2) La puissance consommée sur la source d'alimentation est mesurée à l'aide d'un wattmètre et exprimée en watts:
  - i) avec la f.é.m. nominale de source, voir paragraphe 17.3;
  - ii) avec la f.é.m. de source correspondant aux conditions normales pour les essais;
  - iii) pour les appareils à consommation variable (voir l'article 13) l'essai est effectué à diverses valeurs de la tension ou de la puissance de sortie, entre zéro et la valeur nominale.

#### 16.2 Tolérances sur les variations de la tension d'alimentation

##### 16.2.1 Caractéristiques à spécifier

Les tolérances spécifiées par le constructeur pour la variation de la tension d'alimentation doivent être telles que, pour toute tension d'alimentation comprise dans les tolérances fixées:

- a) la limite supérieure de la tension de service ne soit pas dépassée dans n'importe quelle condition de fonctionnement normal; ceci s'applique en particulier à des composants tels que les semiconducteurs et les condensateurs électrolytiques;
- b) les tolérances sur les tensions de chauffage appliquées aux filaments des tubes électroniques utilisés dans l'amplificateur ne soient pas dépassées;
- c) la température maximale admissible ne soit dépassée pour aucun composant lorsque l'amplificateur travaille dans des conditions normales pour les essais – excepté la tension d'alimentation – pendant une période de temps prolongée;
- d) ni la tension de sortie, ni le gain ne soient sujets à des variations excessives;
- e) le rapport signal sur ronflement ne doit pas être inférieur de plus de 3 dB à sa valeur nominale.

Les amplificateurs conçus pour une alimentation secteur ne sont généralement pas soumis à des variations d'alimentation dépassant  $\pm 10\%$ . De telles variations n'exigent généralement pas de conception spéciale de l'amplificateur.

Les amplificateurs conçus pour une alimentation par batteries ou par petits convertisseurs peuvent être soumis à des variations plus importantes de la tension d'alimentation qui peuvent, par exemple, être dues aux variations de charge ou de température des batteries, ou encore à la chute progressive de la tension de la batterie pendant sa durée de vie ou sa période de décharge.

- b) the rated power supply voltage (this is a rated condition, see Sub-clause 3.2);
- c) the power supply frequency or range of frequencies (this may be a rated condition, see Sub-clause 3.2);
- d) the power drawn, under rated conditions, expressed in watts;
- e) the power drawn, under standard test conditions, expressed in watts;
- f) for variable consumption apparatus (see Clause 13), the power drawn from the power supply may be expressed as a function of output voltage or power from zero to the rated value, with specified load impedances, including the rated load impedance. This characteristic is particularly of value for battery-operated equipment. It may be presented as a graph.

*Note.* – If in d), e) or f) above the apparent power drawn is significantly greater than the true power, the apparent power should be stated in addition.

#### 16.1.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions.
- 2) The power drawn from the power supply is measured in watts by means of a wattmeter:
  - i) with rated source e.m.f., see Sub-clause 17.3;
  - ii) with the source e.m.f. according to standard test conditions;
  - iii) for variable consumption apparatus according to Clause 13 for various values of output voltage or power from zero to the rated value.

#### 16.2 Tolerance of power supply voltage variations

##### 16.2.1 Characteristics to be specified

The tolerance of power supply voltage variation specified by the manufacturer shall be such that, for any power supply voltage within the stated limits:

- a) the upper limit of working voltage is not exceeded for any condition of normal operation; this applies particularly to such components as semiconductor devices and electrolytic capacitors;
- b) the tolerances of the heater voltage of electronic tubes used in the amplifier are not exceeded;
- c) the maximum permissible temperature is not exceeded in any component when the amplifier works under standard test conditions – except as regards power supply voltage – for an extended period of time;
- d) neither output nor gain is subject to excessive variations;
- e) the signal-to-hum ratio is not reduced by more than 3 dB with respect to the rated value.

Amplifiers designed to take their power supply from the mains are generally not subject to power supply variations exceeding  $\pm 10\%$ . Such variations do not generally require a special design of amplifier.

Amplifiers designed to take their power supply from batteries or small converters may be subject to larger variations of power supply voltage, which may be due to changing load, the temperature of batteries or the gradual decrease of battery voltage during life or discharge.

Si le constructeur indique que l'amplificateur tolère des variations de la tension d'alimentation ne dépassant pas  $\pm 10\%$ , on considère que la conformité aux conditions mentionnées en *a)*, *b)* et *c)* correspond à la conception d'un amplificateur normal. La conformité avec les spécifications mentionnées en *d)* et *e)* doit être vérifiée.

Si le constructeur indique que l'amplificateur tolère des variations de la tension d'alimentation dépassant  $\pm 10\%$ , les instructions d'emploi établies par le constructeur doivent donner des détails sur les dispositifs particuliers destinés à compenser de telles variations, et le bon fonctionnement de ces dispositifs doit être vérifié, si possible. La conformité aux conditions de *a)* à *e)* doit être contrôlée.

### 16.2.2 Méthodes de mesure

#### *a) Température*

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais. Si l'on donne la valeur de la puissance nominale de sortie limitée par la température, la f.é.m. de source doit être réglée de façon à obtenir cette valeur.
- 2) La tension d'alimentation est réglée à la limite supérieure indiquée par le constructeur, et, si nécessaire, la f.é.m. de source est réglée à nouveau pour rétablir la valeur spécifiée en 1).
- 3) L'amplificateur doit pouvoir fonctionner de façon permanente dans ces conditions pendant au moins 4 h sans qu'aucun composant ne dépasse la température maximale admissible.

#### *b) Variations de la tension de sortie et du gain*

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales. La distorsion harmonique totale est mesurée selon la méthode décrite au paragraphe 22.3.2.
- 2) On mesure la f.é.m. de source  $E_s$  et la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On fait varier par paliers la tension d'alimentation entre les limites spécifiées par le constructeur. Pour chaque valeur choisie de la tension d'alimentation, on règle à nouveau la f.é.m. de source  $E_s$  de manière à obtenir la distorsion harmonique initiale et l'on mesure alors la f.é.m. de source  $E'_s$  et la tension de sortie  $U'_2$ .

*Note.* – Dans les limites de tensions d'alimentation autorisées  $E'_s$  et  $U'_2$  sont habituellement sensiblement proportionnels à la tension d'alimentation, lorsqu'il n'existe pas de régulation de tension.

#### *c) Ronflement*

- 1) On mesure le rapport nominal signal sur ronflement comme il est indiqué à l'article 24.
- 2) On fait varier par paliers la tension d'alimentation dans les limites spécifiées par le constructeur. Pour chaque valeur choisie de la tension d'alimentation, on mesure la tension de ronflement à la sortie et on calcule le rapport signal sur ronflement. On exprime en dB le rapport de la tension nominale de sortie à la tension de ronflement mesurée.

*Note.* – On obtient généralement le plus mauvais rapport signal sur ronflement à la limite supérieure de la tension d'alimentation.

### 16.3 Tolérances sur les variations de la fréquence d'alimentation

#### 16.3.1 Caractéristiques à spécifier

Les tolérances spécifiées par le constructeur sur la fréquence d'alimentation doivent être telles que, pour toute fréquence d'alimentation comprise dans les limites indiquées:

- a)* la température maximale admissible ne soit dépassée pour aucun composant, lorsque l'amplificateur est dans les conditions normales pour les essais – excepté la fréquence d'alimentation – pendant au moins 4 h;

If the manufacturer states that the amplifier will tolerate power supply voltage variations not exceeding  $\pm 10\%$ , then compliance with requirements *a)*, *b)* and *c)* is considered to be within the scope of normal amplifier design. Compliance with requirements *d)* and *e)* shall be checked.

If the manufacturer states that the amplifier will tolerate power supply voltage variations exceeding  $\pm 10\%$ , the manufacturer's manual shall give details of any special means for compensating such variations and the proper working of these means shall be checked if possible. Compliance with the requirements *a)* to *e)* shall be checked.

### 16.2.2 *Methods of measurement*

#### *a) Temperature*

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions. If a rated temperature-limited output power is given, the source e. m. f. shall be adjusted so that this value of output power is obtained.
- 2) The power supply voltage is adjusted to the upper limit stated by the manufacturer and the source e. m. f. readjusted, if necessary, to restore the output power to the value specified in Item 1).
- 3) The amplifier shall be capable of working continuously under these conditions for at least 4 h without any component exceeding the maximum permissible temperature.

#### *b) Variations of output and gain*

- 1) The amplifier is brought under rated conditions, the total harmonic distortion being measured by the method given in Sub-clause 22.3.2.
- 2) The source e. m. f.  $E_s$  and the output voltage  $U_2$  are measured.
- 3) The power supply voltage is varied step by step over the range specified by the manufacturer. For each value of the power supply voltage chosen, the source e. m. f.  $E_s$  is readjusted to obtain the initial total harmonic distortion, and the source e. m. f.  $E'_s$  and the output voltage  $U'_2$  are measured.

*Note.* – Over the range of permitted supply voltage, both  $E'_s$  and  $U'_2$  are, usually, substantially proportional to the power supply voltage, where no voltage regulation is provided.

#### *c) Hum*

- 1) The signal-to-hum ratio is measured as indicated under Clause 24.
- 2) The power supply voltage is varied step by step over the range specified by the manufacturer. For each value of the power supply voltage chosen, the hum voltage at the output is measured and the signal-to-hum ratio computed. It is expressed as the ratio in dB of the rated output voltage to the measured hum voltage.

*Note.* – The worst signal-to-hum ratio is generally found at the upper limit of power supply voltage.

### 16.3 *Tolerance of power supply frequency variations*

#### 16.3.1 *Characteristics to be specified*

The tolerance of power supply frequency variation specified by the manufacturer shall be such that, for any power supply frequency within the stated limits:

- a)* the maximum permissible temperature is not exceeded in any component when the amplifier is under standard test conditions – except as regards power supply frequency – for at least 4 h;

- b) la tension de sortie et la distorsion harmonique totale de l'amplificateur ne soient pas sujettes à des variations notables;
- c) le rapport signal sur ronflement ne soit pas inférieur de plus de 3 dB à sa valeur nominale.

On considère que la conformité avec la condition mentionnée en a) correspond à la conception normale d'un amplificateur.

*Note.* – Une augmentation de la température des composants, en particulier dans la partie alimentation, peut apparaître dans la partie basse du domaine de fréquences d'alimentation.

### 16.3.2 Méthodes de mesure

#### a) Variations de la tension de sortie et de la distorsion harmonique totale

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales. On mesure la distorsion harmonique totale comme il est indiqué au paragraphe 22.4.2.
- 2) On mesure la f.é.m. de source  $E_s$  et la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On fait varier la fréquence d'alimentation par paliers dans le domaine de fréquences spécifié par le constructeur. Pour chaque valeur choisie de la fréquence d'alimentation, on mesure la tension de sortie  $U_2'$  et la distorsion harmonique totale.
- 4) Ni la tension  $U_2'$ , ni la distorsion harmonique totale ne doivent subir de variations notables à l'intérieur du domaine de fréquences d'alimentation spécifié.

#### b) Ronflement

La méthode de mesure est celle décrite au point c) du paragraphe 16.2.2. Toutefois c'est la fréquence d'alimentation qui varie et non la tension d'alimentation.

*Note.* – On obtient généralement le plus mauvais rapport signal-sur-ronflement à la limite inférieure de la fréquence d'alimentation.

## 16.4 Tolérances sur les harmoniques et l'ondulation de l'alimentation

### 16.4.1 Caractéristiques à spécifier

La tolérance, spécifiée par le constructeur, sur les harmoniques de l'alimentation, doit être telle qu'à l'intérieur des limites fixées:

- a) les variations de la tension d'alimentation redressée, dues à un changement du rapport de la valeur crête à la valeur efficace de la tension d'alimentation, ne dépassent pas les variations admissibles de la tension d'alimentation spécifiées au paragraphe 16.2;
- b) le rapport signal sur ronflement ne soit pas inférieur de plus de 3 dB à sa valeur nominale.

La conformité avec la condition mentionnée en a) exige que la tolérance sur les harmoniques de l'alimentation en courant alternatif ne dépasse pas la tolérance la plus faible, soit positive, soit négative, spécifiée pour la tension d'alimentation au paragraphe 16.2.

*Note.* – En ce qui concerne l'ondulation de l'alimentation en courant continu, la tolérance ne dépasse habituellement pas la tolérance positive spécifiée au paragraphe 16.2.

### 16.4.2 Méthode de mesure

En raison de la grande variété des signaux parasites qui peuvent apparaître dans l'alimentation, il est impossible de donner une méthode de mesure uniforme qui s'applique à tous les types de signaux parasites.

- b) the output voltage and the total harmonic distortion of the amplifier are not subject to significant variations;
- c) the signal-to-hum ratio is not reduced by more than 3 dB with respect to the rated value.

Compliance with requirement a) is considered to be within the scope of normal amplifier design.

*Note.* – Increase in temperature of components may occur, particularly in the power supply portion, at the lower end of the power supply frequency range.

#### 16.3.2 *Methods of measurement*

##### a) *Variations of output voltage and total harmonic distortion*

- 1) The amplifier is brought under rated conditions, the total harmonic distortion being measured by the method given in Sub-clause 22.4.2.
- 2) The source e. m. f.  $E_s$  and the output voltage  $U_2$  are measured.
- 3) The power supply frequency is varied step by step over the range specified by the manufacturer. For each value of the power supply frequency chosen, the output voltage  $U_2$  and the total harmonic distortion are measured.
- 4) Neither the voltage  $U_2$  nor the total harmonic distortion shall be subject to significant variations within the specified power supply frequency range.

##### b) *Hum*

The method of measurement is as given in Item c) of Sub-clause 16.2.2, except that the power supply frequency is varied instead of the power supply voltage.

*Note.* – The worst signal-to-hum ratio is generally found at the lower limit of power supply frequency.

#### 16.4 *Tolerance of power supply harmonics and ripple*

##### 16.4.1 *Characteristics to be specified*

The tolerance of power supply harmonics, specified by the manufacturer, shall be such that within the stated tolerance range:

- a) the variations of the rectified power supply voltage due to changes in the peak-to-r.m.s. ratio of power supply voltage do not exceed the variations due to the permissible power supply voltage variations specified according to Sub-clause 16.2;
- b) the signal-to-hum ratio is not reduced by more than 3 dB with respect to the rated value.

Requirement a) implies that the tolerance of a.c. power supply harmonics does not exceed the smallest tolerance, either positive or negative, specified for the power supply voltage according to Sub-clause 16.2.

*Note.* – For d.c. power supply ripple, the tolerance does not usually exceed the positive tolerance specified according to Sub-clause 16.2.

##### 16.4.2 *Method of measurement*

Because of the great variety of spurious signals which may occur in the power supply, it is impossible to give a uniform method of measurement applicable to all kinds of spurious signals.

## 17. Caractéristiques d'entrée

### 17.1 Impédance nominale de source (c'est une condition nominale, voir paragraphe 3.2)

#### 17.1.1 Caractéristique à spécifier

Impédance interne, spécifiée par le constructeur, de la source qui fournit le signal aux bornes d'entrée de l'amplificateur.

Sauf indication contraire, l'impédance nominale de source doit être une résistance pure de valeur constante.

*Note.* – Le constructeur peut aussi donner un domaine d'impédance de source qu'il considère comme utilisable dans la pratique.

### 17.2 Impédance d'entrée

#### 17.2.1 Caractéristique à spécifier

Impédance interne de l'amplificateur mesurée entre les bornes d'entrée:

- a) dans les conditions normales pour les essais;
- b) à d'autres fréquences du signal.

#### 17.2.2 Méthodes de mesure

Dans les méthodes données ci-dessous, on mesure le module de l'impédance d'entrée. S'il est demandé plus d'information (par exemple les valeurs des éléments d'un circuit équivalent représentant l'impédance d'entrée dans un certain domaine de fréquences) il convient d'utiliser un pont ou une autre technique appropriée, en prenant soin de vérifier que l'amplitude du signal de mesure est réglée de façon à ne pas donner lieu à une distorsion indésirable par non-linéarité.

##### 17.2.2.1 Entrée symétrique

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et on utilise une source non reliée à la terre, comme l'indique la figure 1.
- 2) La tension d'entrée  $U_1$  est mesurée au moyen d'un voltmètre à entrée symétrique dont la valeur de l'impédance d'entrée est élevée par rapport à l'impédance d'entrée de l'amplificateur.
- 3) On substitue à l'impédance d'entrée de l'amplificateur une résistance variable calibrée, réglée de telle sorte que le voltmètre marque de nouveau la valeur  $U_1$ . La valeur de la résistance variable est alors égale au module de l'impédance d'entrée de l'amplificateur à la fréquence de référence normalisée.
- 4) La mesure peut être répétée à d'autres fréquences, de préférence choisies dans le tableau II de la Publication 268-1 de la CEI.

*Notes 1.* – Si l'impédance d'entrée de l'amplificateur est élevée par rapport à la résistance nominale de source, il est difficile de déterminer avec précision le réglage de la résistance variable qui donne une lecture du voltmètre égale à  $U_1$ . En d'autres termes, la précision de la méthode de mesure n'est pas bonne. Pour améliorer la précision de cette mesure il est possible d'augmenter l'impédance de source jusqu'à une valeur supérieure ou égale à dix fois sa valeur nominale.

2. – L'impédance d'entrée du voltmètre affecte également la précision de la mesure. En conséquence il convient que cette impédance soit élevée par rapport à l'impédance de source utilisée pour la mesure mise en parallèle avec l'impédance d'entrée de l'amplificateur.

## 17. Input characteristics

### 17.1 Rated source impedance (this is a rated condition, see Sub-clause 3.2)

#### 17.1.1 Characteristic to be specified

The internal impedance, stated by the manufacturer, of the source supplying the signal to the amplifier.

Unless otherwise specified, the rated source impedance is assumed to be a constant pure resistance.

*Note.* – The manufacturer may also give the range of source impedances which he considers tolerable in practice.

### 17.2 Input impedance

#### 17.2.1 Characteristic to be specified

The internal impedance measured between the input terminals:

- a) under standard test conditions;
- b) at other signal frequencies.

#### 17.2.2 Methods of measurement

In the methods given below the modulus of the input impedance is measured. If more information is required (such as the values of the components of an equivalent circuit representing the input impedance over a range of frequencies) then a suitable bridge or other technique should be used, care being taken that the measuring signal amplitude is controlled so as not to give rise to any unwanted non-linearity.

##### 17.2.2.1 Balanced input

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions, using a source free from earth (or chassis), as shown in Figure 1.
- 2) The input voltage  $U_1$  is measured by means of a voltmeter with balanced input, whose input impedance is high compared with the input impedance of the amplifier.
- 3) The amplifier input is then substituted by a calibrated variable resistor, which is adjusted so that the voltmeter again reads  $U_1$ . The value of the variable resistor is then equal to the modulus of the input impedance of the amplifier at the standard reference frequency.
- 4) The measurement may be repeated at other signal frequencies, preferably chosen from Table II of IEC Publication 268-1.

*Notes 1.* – If the input impedance of the amplifier is high compared with the rated source resistance, it is difficult to determine precisely the setting of the variable resistor which gives a voltmeter reading equal to  $U_1$ . In other words, the sensitivity of the method of measurement is low. This effect can be overcome by increasing the source impedance, for this measurement, to a value of ten or more times the rated source impedance.

2. – The input impedance of the voltmeter also affects the sensitivity of the measurement. It should therefore be high compared with the parallel combination of the source impedance used for the measurement and the input impedance of the amplifier.

### 17.2.2.2 *Entrée asymétrique*

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais, la borne d'entrée commune étant reliée à la terre (voir figure 2).
- 2) On mesure la tension d'entrée  $U_1$  au moyen d'un voltmètre dont l'impédance d'entrée est élevée comparée à celle de l'amplificateur.
- 3) On substitue à l'impédance d'entrée de l'amplificateur une résistance variable calibrée, réglée de telle sorte que le voltmètre indique de nouveau la valeur  $U_1$ . La valeur de la résistance variable est égale à la valeur du module de l'impédance d'entrée de l'amplificateur à la fréquence de référence normalisée.
- 4) La mesure peut être répétée à d'autres fréquences du signal de préférence choisies dans le tableau II de la Publication 268-1 de la CEI.

*Note.* – Voir les notes du paragraphe 17.2.2.1.

### 17.3 *F.é.m. nominale de source* (c'est une condition nominale, voir paragraphe 3.2)

#### 17.3.1 *Caractéristique à spécifier*

F.é.m., spécifiée par le constructeur, qui, lorsqu'elle est connectée en série avec l'impédance nominale de source aux bornes d'entrée, permet, pour un réglage approprié des commandes, d'obtenir la tension nominale de sortie limitée par la distorsion aux bornes de l'impédance nominale de charge.

### 17.4 *F.é.m. minimale de source pour la tension nominale de sortie limitée par la distorsion*

#### 17.4.1 *Caractéristique à spécifier*

F.é.m. qui, lorsqu'elle est reliée aux bornes d'entrée de l'amplificateur en série avec l'impédance nominale de source, donne la tension nominale de sortie limitée par la distorsion aux bornes de l'impédance nominale de charge, la ou les commandes de gain, s'il en existe, étant réglées pour obtenir le gain maximal, les correcteurs de tonalité, s'il en existe, étant réglés selon les conditions nominales.

*Note.* – S'il existe une commande de gain, il convient évidemment que la f.é.m. nominale de source soit égale ou supérieure à la f.é.m. minimale de source pour la tension nominale de sortie. S'il n'existe pas de commande de gain, cette caractéristique est égale à la valeur nominale de la f.é.m. minimale de source pour la tension nominale de sortie.

#### 17.4.2 *Méthode de mesure*

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
- 2) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On règle la commande de gain pour le gain maximal et l'on règle à nouveau la f.é.m. de source de façon à rétablir la tension de sortie initiale.
- 4) On mesure la f.é.m. minimale de source  $E_s$ .

## 18. *Caractéristiques de sortie*

### 18.1 *Impédance nominale de charge* (c'est une condition nominale, voir paragraphe 3.2)

#### 18.1.1 *Caractéristique à spécifier*

Impédance, spécifiée par le constructeur, à laquelle les bornes de sortie de l'amplificateur doivent être connectées pour effectuer les mesures.

### 17.2.2.2 Unbalanced input

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions, the common input terminal being connected to earth (see Figure 2).
- 2) The input voltage  $U_1$  is measured by means of a voltmeter, the input impedance of which is high compared with that of the amplifier.
- 3) The amplifier input is then substituted by a calibrated variable resistor, which is adjusted so that the voltmeter again reads  $U_1$ . The value of the variable resistor is then equal to the modulus of the input impedance of the amplifier at the standard reference frequency.
- 4) The measurement may be repeated at other signal frequencies, preferably chosen from Table II of IEC Publication 268-1.

*Note.* – See the notes to Sub-clause 17.2.2.1.

### 17.3 Rated source e. m. f. (this is a rated condition, see Sub-clause 3.2)

#### 17.3.1 Characteristic to be specified

The e. m. f. specified by the manufacturer which, when connected to the input terminals in series with the rated source impedance, gives rated distortion-limited output voltage across the rated load impedance at an appropriate setting of the controls.

### 17.4 Minimum source e. m. f. for rated distortion-limited output voltage

#### 17.4.1 Characteristic to be specified

The e. m. f. which, when connected to the input terminals in series with the rated source impedance, gives rated distortion-limited output voltage across the rated load impedance with the volume control(s), if any, set for maximum gain and the tone control(s), if any, set as specified for rated conditions.

*Note.* – If a volume control is provided, the rated source e. m. f. should obviously be equal to or greater than the minimum source e. m. f. for rated output voltage. If there is no volume control the rated source e. m. f. is equal to the rated value of minimum source e. m. f. for rated output voltage.

#### 17.4.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions.
- 2) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 3) The volume control is adjusted for maximum gain and the source e. m. f. is readjusted to restore the initial output voltage.
- 4) The minimum source e. m. f.  $E_s$  is then measured.

## 18. Output characteristics

### 18.1 Rated load impedance (this is a rated condition, see Sub-clause 3.2)

#### 18.1.1 Characteristic to be specified

The impedance, specified by the manufacturer, to which the output terminals are to be connected for measuring purposes.

Sauf spécification contraire de la part du constructeur, l'impédance nominale de charge doit être une résistance pure de valeur constante.

Plusieurs valeurs, ou un domaine de valeurs, peuvent être spécifiées, pourvu que les tensions ou les puissances nominales de sortie (limitées par la distorsion) soient également spécifiées.

## 18.2 Impédance de sortie

### 18.2.1 Caractéristique à spécifier

Impédance interne de l'amplificateur mesurée aux bornes de sortie dans des conditions spécifiées.

### 18.2.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales. La f.é.m. de source est réduite à zéro, et l'impédance nominale de charge est déconnectée.
- 2) Un générateur de courant sinusoïdal dont l'impédance interne a une valeur au moins dix fois égale à la valeur de l'impédance de sortie est relié aux bornes de sortie de l'amplificateur, en série avec un ampèremètre. Un voltmètre est également relié aux bornes de sortie. Le courant du générateur est ensuite réglé à la valeur qui circulerait entre les bornes de sortie dans les conditions normales pour les essais.
- 3) La valeur de ce courant peut être calculée comme la valeur qui produirait un niveau de tension de 10 dB inférieur à la tension nominale de sortie limitée par la distorsion.
- 4) On mesure la tension  $U_2$  aux bornes de sortie.
- 5) La mesure peut être répétée à d'autres fréquences du signal.
- 6) Le module de l'impédance de sortie est calculé selon l'expression suivante:

$$|Z| = \frac{U_2}{I_2}$$

Notes 1. – La source de courant peut être constituée par un amplificateur audio de puissance dont la sortie est connectée en série avec une résistance de valeur appropriée. L'entrée de l'amplificateur est alimentée par un signal sinusoïdal délivré par un oscillateur. L'ampèremètre peut être constitué par une résistance de faible valeur (par exemple 0,1  $\Omega$ ) en série avec les bornes de sortie de la source de courant, la tension aux bornes de la résistance étant mesurée par un voltmètre sensible.

2. – En général l'impédance de sortie d'un amplificateur n'est pas une résistance pure, mais pour beaucoup d'usages, il est suffisant d'en mesurer le module, comme ci-dessus.

## 18.3 Tension et puissance de sortie limitées par la distorsion

### 18.3.1 Caractéristiques à spécifier

- a) Tension de sortie limitée par la distorsion. Tension mesurée aux bornes de l'impédance nominale de charge et à laquelle se produit la distorsion harmonique totale nominale.
- b) Puissance de sortie limitée par la distorsion. Puissance produite dans l'impédance nominale de charge par la tension de sortie limitée par la distorsion:

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$$

où:

$P_2$  est la puissance de sortie limitée par la distorsion

$U_2$  est la tension de sortie limitée par la distorsion

$R_2$  est l'impédance nominale de charge

Unless otherwise specified by the manufacturer, the rated load impedance shall be assumed to be a constant pure resistance.

Multiple values, or a range of values, may be specified, providing the corresponding rated (distortion-limited) output voltages and/or powers are also stated.

## 18.2 *Output source impedance*

### 18.2.1 *Characteristic to be specified*

The internal impedance measured between the output terminals under specified conditions.

### 18.2.2 *Method of measurement*

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions. Then the source e. m. f. is reduced to zero and the rated load impedance is disconnected.
- 2) A sinusoidal current source of internal impedance at least 10 times the expected value of the output source impedance is connected, in series with an ammeter, to the output terminals of the amplifier. A voltmeter is also connected to the output terminals. The current is then adjusted to the value which would flow through the output terminals under standard test conditions.
- 3) The value of this current may be calculated as the current which would produce a voltage level of  $-10$  dB referred to the rated (distortion-limited) output voltage across the rated load impedance.
- 4) The voltage across the output terminals  $U_2$  is then measured.
- 5) The measurement may be repeated at other signal frequencies.
- 6) The output source impedance is then calculated according to the following expression:

$$|Z| = \frac{U_2}{I_2}$$

*Notes 1.* – The current source may consist of an audio power amplifier with a suitable resistor in series with its output terminals. The amplifier is supplied with a sinusoidal signal from an oscillator. The ammeter may consist of a low-value resistor (for example  $0.1 \Omega$ ) in series with the output terminals of the current source, the voltage across the resistor being measured with a sensitive voltmeter.

2. – The output source impedance of an amplifier is in general not a pure resistance, but for many purposes it is sufficient to measure the modulus as given above.

## 18.3 *Output voltage and power (distortion-limited)*

### 18.3.1 *Characteristics to be specified*

- a) Distortion-limited output voltage. The voltage, measured across the rated load-impedance, at which rated total harmonic distortion is produced.
- b) Distortion-limited output power. The power produced in the rated load impedance by the distortion-limited output voltage:

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2}$$

where:

$P_2$  is the distortion-limited output power  
 $U_2$  is the distortion-limited output voltage  
 $R_2$  is the rated load impedance

- c) Tension de sortie limitée par la distorsion avec impédance de charge complexe (partiellement ou totalement réactive). Tension, mesurée aux bornes d'une impédance de charge complexe déterminée, à laquelle se produit la distorsion harmonique totale nominale ou tout autre valeur indiquée de la distorsion harmonique totale.

L'impédance de charge complexe indiquée doit être choisie en relation avec l'impédance de charge réelle probable de l'amplificateur, lorsque celui-ci est en fonctionnement.

Pour les mesures à basses fréquences, on peut utiliser un haut-parleur d'un modèle représentatif ou un réseau simulant l'impédance de ce haut-parleur, mais en raison des grandes variations de l'impédance de charge réelle qui se produisent en pratique, on ne peut donner de valeurs recommandées.

Ces caractéristiques peuvent être exprimées directement en volts ou en watts, ou encore en décibels rapportés de préférence à 1 V ou 1 W. Le niveau de référence doit être indiqué.

Si la caractéristique est spécifiée pour une fréquence unique, cette fréquence doit être la fréquence de référence conformément à l'article 3 de la Publication 268-1 de la CEI «Fréquences de mesures».

Les valeurs nominales de quelques-unes ou de la totalité des caractéristiques ci-dessus doivent être données par le constructeur pour chacune des valeurs de l'impédance de charge. Lorsqu'il n'y a pas de confusion entre ces caractéristiques et celles spécifiées conformément au paragraphe 19.2, l'expression «limitée par la distorsion» peut être omise; il est toutefois préférable de la conserver.

*Note.* – Dans le cas où l'alimentation en courant continu de l'étage de sortie n'est pas stabilisée, la tension continue d'alimentation décroît lorsque la f.é.m. de la source d'entrée augmente. Certains amplificateurs sont conçus et réglés de telle sorte que, dans les conditions de régime permanent, la forme du signal de sortie soit écrêtée de façon dissymétrique, en raison de la chute de la tension d'alimentation. Lors de l'amplification de signaux de parole ou de musique, la chute de la tension d'alimentation continue peut être beaucoup plus faible, de telle sorte qu'il se produit une limitation symétrique, on obtient alors une réduction importante de la distorsion des harmoniques pairs.

### 18.3.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales en utilisant une impédance de charge appropriée et un dispositif de mesure de la distorsion harmonique approprié, relié aux bornes de sortie (voir l'article 22).
- 2) L'amplificateur est mis en fonctionnement dans ces conditions pendant une durée supérieure à 60 s. On règle à nouveau la source de f.é.m., si nécessaire, afin que se produise la distorsion harmonique totale nominale.
- 3) On mesure la tension de sortie  $U_2$ ; cette tension est définie comme la tension de sortie (limitée par la distorsion). La puissance de sortie (limitée par la distorsion) est calculée à partir de la formule donnée au point b) du paragraphe 18.3.1.
- 4) Pour les amplificateurs multivoies, les mesures doivent être effectuées sur chaque voie à tour de rôle, tandis que toutes les autres voies continuent de fonctionner dans les conditions nominales. On néglige les faibles variations de la valeur de la tension de sortie ou de la distorsion, ou des deux, dans les autres voies, dues aux effets thermiques pendant la période de mesure.
- 5) Les mesures peuvent être répétées à d'autres fréquences et pour d'autres valeurs nominales de l'impédance de charge et avec impédance de charges complexes (voir paragraphes 21.3.1 et 22.4.1). Elles peuvent également être répétées pour d'autres valeurs de la distorsion harmonique totale telles que celles spécifiées dans d'autres Publications de la CEI (par exemple la Publication 581 de la CEI).
- 6) La tension ou la puissance de sortie (limité par la distorsion) doit être indiquée pour chacune des voies séparément avec la fréquence du signal, la distorsion harmonique totale et l'impédance nominale de charge appropriée.

- c) Distortion-limited output voltage with complex (that is, partially or wholly reactive) load impedance. The voltage, measured across a stated complex load impedance, at which rated total harmonic distortion, or another stated value of total harmonic distortion, is produced.

The stated complex load impedance shall be chosen having regard to the actual load impedance likely to be presented to the amplifier when in use.

For measurements at low frequencies a typical loudspeaker or a network simulating the impedance of a typical loudspeaker may be used, but due to the wide variations in actual load impedance that occur in practice, no preferred values can be given.

These characteristics may be expressed directly in volts or watts respectively, or may be expressed in decibels, preferably referred to 1 V or 1 W; the reference level shall be stated.

If the characteristic is specified at a single frequency, that frequency shall be the standard reference frequency according to IEC Publication 268-1, Clause 3, "Frequencies of measurement".

Rated values for some or all of the above characteristics shall be stated by the manufacturer for each rated value of load impedance. Where no confusion can arise between these characteristics and those specified according to Sub-clause 19.2, the words "distortion-limited" may be omitted, but it is preferable to retain them.

*Note.* – If the d.c. supply to the amplifier output stage is not stabilized the supply voltage will decrease as the source e.m.f. is increased. Some amplifiers are designed and set up in such a way that under continuous signal conditions the output waveform is unsymmetrically limited due to this decrease in supply voltage. When amplifying speech and music signals the decrease in supply voltage may be much less, so that symmetrical limiting occurs, with consequent reduction in even-harmonic distortion.

### 18.3.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions, using the appropriate load impedance and a suitable harmonic distortion measuring device connected at the output terminals (see Clause 22).
- 2) The amplifier is operated under these conditions during a period exceeding 60 s. Then the source e.m.f. is readjusted, if necessary, so that rated total harmonic distortion is produced.
- 3) The output voltage  $U_2$  is measured; this voltage is stated as the (distortion-limited) output voltage. The (distortion-limited) output power is calculated according to the formula in Item b) of Sub-clause 18.3.1.
- 4) For multi-channel amplifiers the measurements shall be made on each channel in turn, while all other channels continue to operate under rated conditions, small changes in output voltage and/or distortion of these other channels due to temperature effects during the measuring period being neglected.
- 5) The measurements may be repeated at other frequencies and for other rated values of load impedance and with complex load impedances (see also Sub-clauses 21.3.1 and 22.4.1). The measurements may also be repeated for other values of total harmonic distortion such as those specified in other IEC standards (for example IEC Publication 581).
- 6) The (distortion-limited) output voltage or power shall be stated for each channel separately, together with the signal frequency, the rated total harmonic distortion and the appropriate rated load impedance.

## 18.4 Régulation

### 18.4.1 Caractéristique à spécifier

Accroissement de la tension de sortie, exprimé par un pourcentage ou un niveau de régulation en décibels, lorsque, dans les conditions normales pour les essais, l'impédance nominale de charge est déconnectée, la f.é.m. de source restant constante.

### 18.4.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais.
- 2) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On déconnecte la charge, et, en maintenant constante la f.é.m. de source, on mesure la tension de sortie  $U'_2$ .

- 4) La régulation est  $\frac{U'_2 - U_2}{U_2} \times 100\%$ .

Le niveau de régulation est  $20 \lg \frac{U'_2}{U_2}$ .

*Note.* – La régulation et l'impédance de sortie peuvent être ou ne pas être interdépendantes en fonction de la conception du circuit d'alimentation.

## 18.5 Temps de récupération après surcharge

### 18.5.1 Caractéristique à spécifier

L'amplificateur étant placé dans les conditions normales pour les essais et mis en surcharge d'une certaine quantité pour une durée déterminée, c'est l'intervalle de temps entre le moment où la tension d'entrée est rétablie à sa valeur primitive et le moment où la tension de sortie atteint à nouveau sa valeur initiale à l'intérieur de limites spécifiées.

### 18.5.2 Méthode de mesure (figure 3)

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais.
- 2) La f.é.m. de source est augmentée de 20 dB pendant une durée inférieure à un quart de période du signal d'entrée et maintenue à cette valeur pendant 1 s.
- 3) La f.é.m. de source est réduite à sa valeur initiale pendant une durée courte, semblable à la précédente.
- 4) Le temps qui s'écoule, avant que les valeurs de crête positives et négatives n'aient atteint leur valeur finale dans les limites de 1 dB, est mesuré, sauf spécification contraire, au moyen d'un oscilloscope calibré approprié.

## 19. Caractéristiques limites

### 19.1 F.é.m. limite de source

#### 19.1.1 Caractéristique à spécifier

Valeur maximale de la f.é.m. de source pour laquelle un amplificateur, relié conformément aux conditions nominales, et avec un réglage approprié de la commande de gain, peut fournir une tension de sortie inférieure de 10 dB à la tension nominale de sortie limitée par la distorsion, sans dépasser la distorsion harmonique totale nominale.

## 18.4 Regulation

### 18.4.1 Characteristic to be specified

The increase in output voltage, expressed as a percentage, or as a regulation level in decibels, when, under standard test conditions, the rated load impedance is disconnected, the source e. m. f. remaining constant.

### 18.4.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions.
- 2) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 3) The load is disconnected, the source e.m.f. remaining constant, and the output voltage  $U'_2$  is measured.

- 4) The regulation is  $\frac{U'_2 - U_2}{U_2} \times 100\%$ .

The regulation level is  $20 \lg \frac{U'_2}{U_2}$ .

*Note.* – The regulation and output source impedance may or may not be interrelated, depending on the design of the power supply circuit.

## 18.5 Overload restoring time

### 18.5.1 Characteristic to be specified

The time interval (which occurs after the amplifier working under standard test conditions is overloaded by a certain amount for a specified period) between the moment when the input voltage is restored to its original value and the moment when the output voltage has again reached its original value within specified limits.

### 18.5.2 Method of measurement (Figure 3)

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions.
- 2) The source e. m. f. is increased by 20 dB during a time interval of less than one-quarter period of the input signal and kept at this value for 1 s.
- 3) The source e. m. f. is then reduced to its initial value in a similar short time interval.
- 4) The time that passes before both the positive and the negative output peak voltages have reached their final value within 1 dB, unless otherwise specified, is measured by means of a suitable calibrated oscilloscope.

## 19. Limiting characteristics

### 19.1 Overload source e. m. f.

#### 19.1.1 Characteristic to be specified

The maximum source e. m. f. for which an amplifier, connected as for rated conditions and with an appropriate setting of the volume control, can deliver an output voltage 10 dB below the rated distortion limited output voltage without exceeding the rated total harmonic distortion.

### 19.1.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
- 2) On connecte un distorsiomètre aux bornes de sortie.
- 3) On règle la commande de gain de manière à obtenir une tension de sortie inférieure de  $-10$  dB à la tension nominale de sortie.
- 4) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 5) On règle la commande de gain sur des positions successives pour obtenir des valeurs de gain décroissantes, tout en faisant croître la f. é. m. de source pour rétablir la tension de sortie initiale  $U_2$  jusqu'à ce que l'on obtienne la distorsion harmonique totale nominale.
- 6) On mesure la f. é. m. de source  $E_s$ .

### 19.2 Tension et puissance maximale de sortie à court terme

*Note.* – Voir également les articles applicables des Publications 268-5 et 268-15 de la CEI.

#### 19.2.1 Caractéristique à spécifier

Tension ou puissance maximale de sortie que l'amplificateur est susceptible de délivrer ou de dissiper dans la résistance nominale de charge (sans tenir compte de la linéarité), 1 s après l'application d'un signal sinusoïdal d'entrée de fréquence 1 kHz, à moins qu'il n'existe une raison particulière pour en choisir une autre auquel cas la fréquence utilisée doit être spécifiée (voir le point *e*) du paragraphe 3.2.2). Chaque voie est mise en fonctionnement séparément.

*Note.* – Le signal de bruit de simulation d'un programme normal (Publication 268-1 de la CEI, article 7: «Signal pour simulation de programme») peut être utilisé, s'il est jugé plus approprié.

*Important:*

Il est fondamental pour le concept relatif à cette caractéristique que, pour tous les spécimens d'un type d'amplificateur donné, la valeur mesurée de la tension ou de la puissance maximale de sortie soit inférieure ou égale à la valeur définie par le constructeur.

#### 19.2.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales avec un enregistreur de niveau donnant des valeurs efficaces vraies, relié aux bornes de sortie.
- 2) La f. é. m. de source est alors appliquée aux bornes d'entrée de l'amplificateur à mesurer, sous forme d'une salve d'impulsions, d'une durée de 1 s. La tension de sortie  $U_2$  est mesurée 1 s après l'application du signal d'après le relevé de l'enregistreur de niveau. La fréquence de la salve d'impulsions doit être de 1 kHz, sauf spécification contraire.
- 3) On augmente la valeur de la f. é. m. de source jusqu'à ce que la valeur de la tension de sortie  $U_2$  atteigne sa valeur maximale.
- 4) La valeur  $U_2$  est la tension maximale de sortie à court terme et l'expression  $U_2^2/R_2$  est la puissance maximale de sortie à court terme,  $R_2$  étant l'impédance nominale de charge.
- 5) Si l'on répète l'essai, la période de répétition des impulsions du signal ne doit pas être inférieure à 60 s.

### 19.1.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions.
- 2) A distortion meter is connected at the output terminals.
- 3) The volume control is adjusted to obtain an output voltage of  $-10$  dB referred to the rated output voltage.
- 4) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 5) The volume control is adjusted to successive positions for lower gain, increasing the source e. m. f. to restore the initial output voltage  $U_2$ , until rated total harmonic distortion is obtained.
- 6) The source e. m. f.  $E_s$  is measured.

### 19.2 Short-term maximum output voltage and power

*Note.* – See also the related clauses in IEC Publications 268-5 and 268-15.

#### 19.2.1 Characteristic to be specified

The maximum voltage or the corresponding power which the amplifier is capable of producing across, or dissipating in, the rated load resistance (regardless of non-linearity) 1 s after the application of a sinusoidal input signal of frequency 1 kHz, unless there is a special reason to the contrary, in which case the frequency used shall be stated (see Item *e*) of Sub-clause 3.2.2). Each channel is operated independently.

*Note.* – The noise signal simulating normal programme material (IEC Publication 268-1, Clause 7: “Simulated programme signal”) may be used if more convenient.

**Important:**

It is fundamental to the concept of this characteristic that for all samples of a given amplifier the measured value of short-term maximum output voltage or power shall not exceed the value stated by the manufacturer.

#### 19.2.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions with a true r. m. s. responding level recorder connected to the output terminals.
- 2) The source e. m. f. is then applied to the amplifier under test in the form of a tone burst of 1 s duration and the output voltage  $U_2$  of the amplifier at the time 1 s from the start of the pulse is measured from the level recorder chart. The frequency of the tone burst shall be 1 kHz unless otherwise stated.
- 3) The source e. m. f. is then increased until the measured output voltage  $U_2$  reaches the maximum.
- 4) The value  $U_2$  is then short-term maximum output voltage and  $U_2^2/R_2$  is the short-term maximum output power where  $R_2$  is the rated load impedance.
- 5) If the test is repeated, the repetition period of the signal pulses shall not be less than 60 s.

### 19.2.3 Valeurs de l'impédance de charge à utiliser pour l'essai

19.2.3.1 Si le constructeur définit un domaine d'impédances nominales de charge, les essais doivent être effectués avec la valeur de l'impédance de charge donnant la valeur la plus élevée de la puissance ou de la tension maximale de sortie à court terme conformément aux caractéristiques qui sont spécifiées par le constructeur. Si celui-ci ne définit pas une tension nominale de sortie à court terme, la valeur, si nécessaire, doit être mesurée avec une impédance de charge de  $16\ \Omega$  pour le matériel grand public et similaire, calculée sur la base de l'impédance de charge.

19.2.3.2 Si le constructeur spécifie le fonctionnement de l'amplificateur à tension constante, la tension maximale de sortie à court terme doit être mesurée avec l'impédance de charge ayant la valeur la plus élevée spécifiée par le constructeur, ou sans charge, si la valeur maximale de la charge n'est pas spécifiée.

### 19.3 Tension et puissance maximale de sortie à long terme

*Note.* – Voir également les articles applicables des Publications 268-5 et 268-15 de la CEI.

#### 19.3.1 Caractéristique à spécifier

Tension ou puissance maximale que l'amplificateur est susceptible de délivrer ou de dissiper dans la résistance nominale de charge 1 min après l'application aux bornes d'entrée d'un signal de bruit simulant un programme normal (conformément à la Publication 268-1 de la CEI, article 7). Chaque voie est mise en fonctionnement séparément.

##### *Important:*

Il est fondamental pour le concept relatif à cette caractéristique que, pour tous les spécimens d'un type d'amplificateur donné, la valeur mesurée de la tension ou de la puissance maximale de sortie à long terme soit inférieure ou égale à la valeur définie par le constructeur.

#### 19.3.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales, un voltmètre donnant des valeurs efficaces vraies étant branché aux bornes de sortie de l'appareil.
- 2) La source du signal est remplacée par une source de signal de bruit pondéré (conformément à l'article 7 de la Publication 268-1 de la CEI) dont la f.é.m. est égale à au moins dix fois la f.é.m. nominale de source de l'amplificateur.
- 3) La tension de sortie  $U_2$  est mesurée 1 min après l'application du signal.
- 4) La valeur  $U_2$  est la tension maximale de sortie à long terme et  $U_2^2/R_2$  est la puissance maximale de sortie à long terme,  $R_2$  étant l'impédance nominale de charge.
- 5) Il convient que le signal ne soit pas appliqué plus longtemps qu'il n'est nécessaire pour effectuer l'essai.

#### 19.3.3 Valeur de l'impédance de charge à utiliser pour l'essai

Si le constructeur définit un domaine d'impédances nominales de charge, les essais doivent être effectués avec l'impédance de charge ayant une valeur donnant la valeur la plus élevée de la puissance ou de la tension maximale de sortie à long terme (l'une ou l'autre selon le cas) conformément aux caractéristiques qui sont spécifiées par le constructeur. Si celui-ci ne définit pas une tension nominale de sortie à long terme, la valeur, si nécessaire, doit être mesurée avec une impédance de charge de  $16\ \Omega$  pour le matériel grand public ou similaire, calculée sur la base de l'impédance de charge nominale.

### 19.2.3 *Values of load impedance to be used for the test*

19.2.3.1 If the manufacturer states a range of rated load impedances the tests shall be carried out with the value of load impedance giving the highest value of short-term maximum output power, or short-term maximum output voltage, according to the characteristics specified by the manufacturer. If the manufacturer does not state a rated short-term output voltage, the value, if required, shall be measured with a load impedance of  $16\ \Omega$ , for household equipment and the like, rated on a load-impedance basis.

19.2.3.2 If the manufacturer specifies the amplifier for constant-voltage line operation, the short-term maximum output voltage shall be measured with the highest value of load impedance specified by the manufacturer, or with no load, if no highest value of load impedance is specified.

### 19.3 *Long-term maximum output voltage and power*

*Note.* – See also the related clauses in IEC Publications 268-5 and 268-15.

#### 19.3.1 *Characteristic to be specified*

The maximum voltage or the corresponding power which the amplifier is capable of producing across or dissipating in the rated load resistance 1 min after the application of a noise input signal simulating normal programme material (according to IEC Publication 268-1, Clause 7). Each channel is operated independently.

*Important:*

It is fundamental to the concept of this characteristic that for all samples of a given amplifier the measured value of long-term maximum output voltage or power shall not exceed the value stated by the manufacturer.

#### 19.3.2 *Method of measurement*

- 1) The amplifier is brought under rated conditions with a true r. m. s. voltmeter connected to the output terminals of the apparatus.
- 2) The signal source is replaced by a source of weighted noise signal (according to IEC Publication 268-1, Clause 7) whose e. m. f. is at least ten times the rated source e. m. f. of the amplifier.
- 3) The output voltage  $U_2$  is measured 1 min after the application of the signal.
- 4) The value  $U_2$  is then the long-term maximum output voltage and  $U_2^2/R_2$  is the long-term maximum output power where  $R_2$  is the rated load impedance.
- 5) The signal should be applied for a period no longer than that required for the test.

#### 19.3.3 *Value of load impedance to be used for the test*

If the manufacturer states a range of rated load impedances the tests shall be carried out with the value of load impedance giving the highest value of long-term maximum output power, or long-term maximum output voltage (whichever is appropriate), according to the characteristics specified by the manufacturer. If the manufacturer does not state a rated long-term output voltage, the value, if required, shall be measured with a load impedance of  $16\ \Omega$ , for household equipment and the like, rated on a load-impedance basis.

### 19.3.4 Dispositifs de protection

19.3.4.1 Des dispositifs de protection situés à l'intérieur de l'amplificateur peuvent fonctionner pendant l'essai, par exemple, en raison d'une élévation de la température. Si un dispositif à réarmement non automatique fonctionne, la valeur de la tension ou de la puissance de sortie mesurée immédiatement avant le fonctionnement du dispositif doit être prise comme résultat.

19.3.4.2 Si un dispositif à réarmement automatique fonctionne, la tension ou la puissance de sortie, la plus élevée mesurée après le premier réarmement, doit être prise comme résultat.

### 19.4 Puissance de sortie limitée par la température

#### 19.4.1 Caractéristique à spécifier

Puissance que l'amplificateur, pour une température ambiante spécifiée, est susceptible de fournir en permanence sans dépassement de la température maximale admissible pour chacun des composants.

Lorsque l'amplificateur est destiné à plusieurs modes de montage, par exemple dans des enceintes ou dans des bâtis, les puissances nominales de sortie correspondantes limitées par la température doivent être indiquées par le constructeur.

La puissance nominale de sortie limitée par la température peut être inférieure à la puissance nominale de sortie limitée par la distorsion. En effet, dans les amplificateurs de classe AB ou de classe B, les dispositifs actifs fonctionnant suivant ces classes atteignent leurs températures maximales à des puissances nominales de sortie considérablement inférieures à la puissance nominale de sortie et il se peut que différents éléments atteignent leurs températures maximales à différentes puissances de sortie. De plus, lorsque l'alimentation en courant continu d'un étage n'est pas stabilisée, il est possible que des températures maximales de valeurs différentes soient atteintes pour deux valeurs de la puissance de sortie.

Les amplificateurs pour lesquels c'est le cas donnent satisfaction pour l'amplification des signaux normaux de parole et de musique en raison des caractéristiques amplitude/temps de ces signaux (voir paragraphe 22.3.1, note 1).

#### 19.4.2 Méthode de mesure

Des essais préliminaires à différentes valeurs de la puissance de sortie doivent être effectués pour déterminer les composants susceptibles d'atteindre leur température limite. Des thermomètres appropriés sont placés sur les composants choisis en fonction de ces essais préliminaires.

- 1) L'amplificateur, monté de façon spécifiée, est placé ensuite dans les conditions normales pour les essais, sauf en ce qui concerne la tension d'alimentation qui est réglée à la limite supérieure de tolérance de la tension nominale d'alimentation pour laquelle l'amplificateur est réglé (voir paragraphe 16.2). On doit mesurer la température ambiante.
- 2) On règle la f.é.m. de source par paliers de manière à faire croître la tension de sortie  $U_2$ , en attendant après chaque palier que les indications des thermomètres restent pratiquement constantes. Cette procédure est poursuivie jusqu'à une certaine tension de sortie  $U'_2$  pour laquelle l'un des composants atteint sa température limite.
- 3) La puissance de sortie limitée par la température est  $\frac{(U'_2)^2}{R_2}$  où  $R_2$  est l'impédance nominale de charge.

L'amplificateur doit avoir fonctionné de façon permanente pendant au moins 4 h dans les conditions spécifiées avant que l'on effectue les mesures de température.

#### 19.3.4 *Protective devices*

19.3.4.1 Protective devices within the amplifier may operate during the test, for example due to high temperature. If a non-self-resetting device operates, the value of output voltage or output power measured immediately before the operation of the device shall be taken as the result.

19.3.4.2 If an automatic resetting device operates, the highest output voltage or output power measured after the device has reset once shall be taken as the result.

#### 19.4 *Temperature-limited output power*

##### 19.4.1 *Characteristic to be specified*

The output power which the amplifier is capable of supplying continuously, at a specified ambient temperature, without exceeding the maximum permissible temperature in any component.

When the amplifier is specified for different methods of mounting, for example in enclosures or in racks, the corresponding rated temperature-limited output powers shall be stated by the manufacturer.

The rated temperature-limited output power may be less than the rated distortion-limited output power, because in Class AB and Class B amplifiers, the active devices operating in these modes reach their maximum temperatures at output powers considerably less than the rated output power, and the temperature maxima of several devices may be reached at different output powers. Furthermore where the d.c. supply to a stage is not stabilized, it is possible for temperature maxima of different values to occur at two values of output power.

Amplifiers for which this is the case are satisfactory for amplifying normal speech and music signals because of the amplitude/time characteristics of these signals (see Sub-clause 22.3.1, Note 1).

##### 19.4.2 *Method of measurement*

Provisional tests at different output powers shall be made to determine the components which are likely to reach their limiting temperature. Appropriate thermometers are mounted on the components selected according to these provisional tests.

1) The amplifier, mounted in a specified way, is then brought under standard test conditions except that the power supply voltage is adjusted to the upper limit of tolerance of the rated power supply voltage for which the amplifier is set (see Sub-clause 16.2). The ambient temperature shall be measured.

2) The source e. m. f. is adjusted in steps to increase the output voltage  $U_2$ , waiting after each step until the thermometer readings have become practically constant. This procedure is maintained until at a certain output voltage  $U'_2$  one of the components reaches its limit temperature.

3) The temperature limited output power is  $\frac{(U'_2)^2}{R_2}$  where  $R_2$  is the rated load impedance.

The amplifier shall have worked continuously for at least 4 h under the conditions specified before final temperature readings are made.

## 20. Gain

### 20.1 Gain de tension et gain de f. é. m.

#### 20.1.1 Caractéristique à spécifier

Le constructeur peut utiliser l'une des deux méthodes suivantes pour exprimer le gain, soit sous forme d'un rapport soit en décibels.

- a) Le gain de tension est le rapport de la tension de sortie  $U_2$  à la tension d'entrée  $U_1$  dans les conditions normales pour les essais.
- b) Le gain de f. é. m. est le rapport de la tension de sortie  $U_2$  à la f. é. m. de source  $E_s$  dans les conditions normales pour les essais.

*Note.* – En b), on tient compte de la différence entre la tension aux bornes d'entrée et la f. é. m. de source.

### 20.2 Gain maximal de f. é. m.

#### 20.2.1 Caractéristique à spécifier

Gain de f. é. m. mesuré dans les conditions suivantes: commande de gain réglée pour obtenir le gain maximal et la f. é. m. de source réglée pour rétablir la tension de sortie dans les conditions normales pour les essais.

#### 20.2.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais.
- 2) La commande de gain est réglée pour obtenir le gain maximal, et la f. é. m. de source est diminuée pour rétablir la tension de sortie pour les conditions normales pour les essais.
- 3) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 4) On mesure la f. é. m. de source  $E_s$ .
- 5) Le gain maximal de f. é. m. est exprimé, soit comme le rapport  $\frac{U_2}{E_s}$ , soit en décibels  $20 \lg \frac{U_2}{E_s}$ .

### 20.3 Caractéristique d'affaiblissement de la commande de gain

#### 20.3.1 Caractéristique à spécifier

Affaiblissement de la commande de gain, exprimée en décibels en fonction de la position mécanique de la commande (par exemple, angle de rotation par rapport à une position spécifiée). La caractéristique peut être représentée par un graphique.

*Notes 1.* – S'il existe plusieurs commandes de gain, il convient de spécifier la caractéristique de chacune d'elles.

- 2. – Il y a lieu de tenir compte que la caractéristique d'affaiblissement peut être fonction de la fréquence.
- 3. – Lorsqu'on utilise des commandes uniques pour commander simultanément des gains de plusieurs voies, les différences de gain entre voies sont fonction de la position de la commande de gain et cette différence de gain est une caractéristique importante qui peut être spécifiée également par le constructeur.

#### 20.3.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais, à l'exception de la commande de gain qui doit être placée en position de gain maximal.

## 20. Gain

### 20.1 Voltage gain and e. m. f. gain

#### 20.1.1 Characteristic to be specified

The manufacturer may use one of the two following methods for specifying the gain, either as a direct ratio or in decibels.

- a) The voltage gain, being the ratio of the output voltage  $U_2$  to the input voltage  $U_1$  under standard test conditions.
- b) The e. m. f. gain, being the ratio of the output voltage  $U_2$  to the source e. m. f.  $E_s$  under standard test conditions.

*Note.* – In b), the difference between the voltage at the input terminals and the e. m. f. of the source is taken into account.

### 20.2 Maximum e. m. f. gain

#### 20.2.1 Characteristic to be specified

The e. m. f. gain measured with the volume control set at the position for maximum gain and the source e. m. f. being set so as to restore the output voltage for standard test conditions.

#### 20.2.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions.
- 2) The volume control is readjusted to the position for maximum gain and the source e. m. f. decreased to restore the initial output voltage for standard test conditions.
- 3) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 4) The source e. m. f.  $E_s$  is measured.
- 5) The maximum e. m. f. gain is expressed, either as a ratio  $\frac{U_2}{E_s}$ , or in decibels  $20 \lg \frac{U_2}{E_s}$ .

### 20.3 Attenuation characteristic of the volume control

#### 20.3.1 Characteristic to be specified

The attenuation of the volume control, expressed in decibels, as a function of the mechanical position of the control (for example angle of rotation from a specified position). The characteristic may be expressed graphically.

*Notes 1.* – If there is more than one volume control, the characteristic of each control should be specified.

2. – It should be taken into account that the attenuation characteristic may be a function of frequency.
3. – Where ganged volume controls are used to control the gains of more than one channel together, the gain differences between channels are functions of the volume control position, and such gain differences are often an important characteristic which may also be specified by the manufacturer.

#### 20.3.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions, except that the volume control is set to the position of maximum gain.

- 2) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On règle ensuite la commande de gain par paliers successifs; à chaque palier, on note la position de la commande de gain et on mesure la tension de sortie  $U'_2$ .
- 4) Le rapport de la tension de sortie correspondant au gain maximal  $U_2$  à la tension de sortie  $U'_2$  mesurée à chacun des paliers est exprimé, en décibels, par:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2}$$

- 5) Ces rapports peuvent être présentés sous forme de tableau ou sous forme de graphique, en fonction de la position de la commande de gain.
- 6) La mesure peut être répétée pour d'autres fréquences.

*Notes 1.* – Pour des affaiblissements importants, des précautions doivent être prises pour que le bruit et le ronflement n'affectent pas les résultats.

2. – Les résultats obtenus au point 6 de cette méthode peuvent également être utilisés pour présenter graphiquement la réponse amplitude-fréquence pour différents réglages de la commande de gain.

#### 20.4 Caractéristique d'affaiblissement des commandes d'équilibrage pour des matériels multivoies

##### 20.4.1 Caractéristique à spécifier

Affaiblissement de la commande d'équilibrage exprimé en décibels, en fonction de la position mécanique de la commande (par exemple angle de rotation par rapport à une position spécifiée).

##### 20.4.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais avec la commande d'équilibrage réglée pour produire le gain maximal dans la première voie à mesurer, la f.é.m. de source étant appliquée à cette voie uniquement.
- 2) On mesure la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) La commande d'équilibrage est alors réglée par paliers successifs; à chaque palier on note la position de la commande et on mesure la tension de sortie  $U'_2$ .
- 4) Le rapport de la tension de sortie correspondant au gain maximal  $U_2$  à la tension de sortie mesurée à chacun des paliers  $U'_2$  est exprimé, en décibels, par:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2}$$

- 5) Ces rapports sont présentés graphiquement en fonction de la position de la commande d'équilibrage.
- 6) La mesure est répétée pour celle(s) des autres voies dépendant de la commande d'équilibrage à mesurer.
- 7) Ces mesures peuvent être répétées pour d'autres fréquences.

*Note.* – Il est d'usage de représenter sur le même graphique les caractéristiques de toutes les voies réglées par une commande d'équilibrage unique.

- 2) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 3) The volume control is then adjusted in successive steps; after each step, the position of the volume control is noted and the output voltage  $U'_2$  measured.
- 4) The ratio of the output voltage at maximum gain  $U_2$  to the output voltage measured at each step  $U'_2$  is, expressed in decibels:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2}$$

- 5) These ratios are presented as a tabulation or graphically as a function of the position of the volume control.
- 6) This measurement may be repeated at other frequencies.

*Notes 1.* – For large attenuations, care should be taken to ensure that noise and hum do not affect the results.

2. – The results obtained in Item 6 of this method may also be used to present graphs of gain-frequency response at various settings of the volume control.

#### 20.4 Attenuation characteristic of balance controls for multi-channel equipment

##### 20.4.1 Characteristic to be specified

The attenuation of the balance control, expressed in decibels, as a function of the mechanical position of the control (for example angle of rotation from a given datum).

##### 20.4.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions, with the balance control adjusted to produce maximum gain in the channel first to be measured, the source e. m. f. being applied only to this channel.
- 2) The output voltage  $U_2$  is measured.
- 3) The balance control is then adjusted in successive steps; after each step, the position of the balance control is noted and the output voltage  $U'_2$  measured.
- 4) The ratio of the output voltage at maximum gain  $U_2$  to the output voltage measured at each step  $U'_2$  is, expressed in decibels:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2}$$

- 5) These ratios are presented graphically as a function of position of the balance control.
- 6) The measurement is repeated for other channel(s) controlled by the balance control being measured.
- 7) The measurements may be repeated at other frequencies.

*Note.* – It is usual to plot the characteristics of all channels controlled by the same balance control on the same graph.

## 21. Réponse

### 21.1 Réponse amplitude-fréquence

#### 21.1.1 Caractéristique à spécifier

Variation en fonction de la fréquence du gain de f. é. m. (rapport de la tension de sortie à la f. é. m. de source), exprimé en décibels, par rapport à ce gain à une fréquence de référence spécifiée (normalement la fréquence de référence normalisée).

#### 21.1.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et la fréquence de la source est réglée à la fréquence spécifiée.
- 2) On mesure la f. é. m. de source  $E_s$  et la tension de sortie  $U_2$ .
- 3) On fait varier la fréquence de la source, soit de manière continue, soit par paliers, en maintenant constante la f. é. m. de source. On mesure la tension de sortie  $U'_2$  pour chaque fréquence.
- 4) Le rapport de la tension de sortie pour chaque fréquence de la source à la tension de sortie pour la fréquence de référence spécifiée de la source, est exprimé en décibels par l'expression:

$$20 \lg \frac{U'_2}{U_2}$$

- 5) Ces rapports sont présentés graphiquement en fonction de la fréquence.

#### 21.1.3 Amplificateurs correcteurs

La réponse amplitude-fréquence d'un amplificateur correcteur ayant une caractéristique de correction spécifiée doit être mesurée au moyen de la méthode décrite au paragraphe 21.1.2 en réglant la f. é. m. de source pour chaque fréquence de façon inverse de la caractéristique de correction spécifiée.

L'impédance de source doit représenter l'impédance du transducteur pour lequel l'amplificateur correcteur a été conçu, et ce dans tout le domaine utile de fréquences. On doit spécifier cette impédance avec les résultats (si possible sous forme de circuit équivalent).

*Note.* — La Publication 98 de la CEI spécifie une relation entre la vitesse enregistrée sur un disque et la tension de sortie de l'amplificateur. Sauf indication contraire il est d'usage de comparer la réponse de l'amplificateur lui-même avec cette relation spécifiée.

Si la réponse d'un amplificateur correcteur est conçue pour compenser les pertes de la caractéristique de fréquence d'un transducteur particulier, il convient que le constructeur l'indique.

### 21.2 Domaine utile de fréquences limité par le gain

#### 21.2.1 Caractéristique à spécifier

Domaine de fréquences à l'intérieur duquel les écarts par rapport à la réponse amplitude-fréquence de référence, dans les conditions normales pour les essais, ne dépassent pas des limites spécifiées.

#### 21.2.2 Méthode de mesure

Le domaine utile de fréquences est obtenu à partir de la courbe de réponse amplitude-fréquence du paragraphe 21.1 dans les conditions normales pour les essais.

## 21. Response

### 21.1 Gain-frequency response

#### 21.1.1 Characteristic to be specified

Variation, as a function of frequency, of the e.m.f. gain (ratio of the output voltage to the source e.m.f.), expressed in decibels, relative to its value at a specified reference frequency (normally the standard reference frequency).

#### 21.1.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions, with the source at the specified frequency.
- 2) The source e.m.f.  $E_s$  and the output voltage  $U_2$  are measured.
- 3) The frequency of the source is varied continuously or step by step, maintaining the source e.m.f. constant. The output voltage  $U_2'$  is measured at each frequency.
- 4) The ratio of the output voltage at each frequency of the source to the output voltage at the specified reference frequency is, expressed in decibels:

$$20 \lg \frac{U_2'}{U_2}$$

- 5) These ratios are presented graphically as a function of frequency.

#### 21.1.3 Equalizing amplifiers

The frequency response of an equalizing amplifier with specified equalizing characteristics shall be measured by the method described in Sub-clause 21.1.2, adjusting the source e.m.f. at each frequency in accordance with the inverse of the specified equalizing characteristic.

The source impedance shall represent the impedance of the transducer for which the equalizing amplifier is intended over the effective frequency range. This impedance shall be stated with the results (if possible in the form of an equivalent circuit).

*Note.* – IEC Publication 98 specifies a relationship between the recorded velocity on a disk record and the output voltage of the amplifier. Unless otherwise specified, it is usual to compare the response of the amplifier itself with this specified relationship.

If the response of an equalizing amplifier is designed to compensate deficiencies in the frequency characteristic of a particular transducer, this should be stated by the manufacturer.

### 21.2 Gain-limited effective frequency range

#### 21.2.1 Characteristic to be specified

The frequency range within which the deviations from the required frequency response under standard test conditions do not exceed specified limits.

#### 21.2.2 Method of measurement

The effective frequency range is obtained from the curve prepared according to Sub-clause 21.1, under standard test conditions.

### 21.3 Domaine utile de fréquences limité par la distorsion

#### 21.3.1 Caractéristique à spécifier

Domaine de fréquences à l'intérieur duquel la valeur de la puissance ou de la tension de sortie obtenue pour la distorsion harmonique totale nominale, dépasse une fraction spécifiée de la puissance ou de la tension nominale.

Sauf indication contraire, la fraction spécifiée doit être égale à la moitié en termes de puissance ou  $1/\sqrt{2}$  en terme de tension.

*Note.* – Le terme anglais obsolète «power bandwidth» est souvent utilisé pour désigner cette caractéristique.

#### 21.3.2 Méthode de mesure

Le domaine utile de fréquences limité par la distorsion peut être déterminé à partir des courbes distorsion-fréquences obtenues conformément au paragraphe 22.4.1.

### 21.4 Réponse phase-fréquence

#### 21.4.1 Caractéristique à spécifier

Différence de phase en fonction de la fréquence entre la tension de sortie et la f.é.m. de source, l'appareil étant placé dans les conditions normales pour les essais et les commandes, s'il en existe, étant mises dans les positions indiquées.

*Note.* – Au lieu de la réponse en phase, on peut donner le temps de transit en fonction de la fréquence.

#### 21.4.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais.
- 2) On connecte un phasemètre entre la source et les bornes de sortie, en tenant compte du marquage des bornes.
- 3) On fait varier de façon continue ou par paliers la fréquence de la source et on mesure la différence de phase pour chaque fréquence.
- 4) La différence de phase  $\Delta\varphi$  est exprimée en fonction de la fréquence soit en radians, soit en degrés, soit en temps de retard  $\tau$  et représentée graphiquement:

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{2\pi f} \times 10^6 \mu\text{s}$$

quand  $\Delta\varphi$  est exprimée en radians,

ou:

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{360 f} \times 10^6 \mu\text{s}$$

quand  $\Delta\varphi$  est exprimée en degrés.

*Note.* – Pour les amplificateurs correcteurs, voir le paragraphe 21.1.3.

### 21.3 Distortion-limited effective frequency range

#### 21.3.1 Characteristic to be specified

The frequency range within which the output power or voltage obtained at rated total harmonic distortion exceeds a specified fraction of the rated value.

Unless otherwise stated, the specified fraction shall be one-half in terms of power or  $1/\sqrt{2}$  in terms of voltage.

*Note.* – The deprecated term “power bandwidth” is often used for this characteristic.

#### 21.3.2 Method of measurement

The distortion-limited effective frequency range may be determined from the distortion-frequency curves prepared according to Sub-clause 22.4.1.

### 21.4 Phase-frequency response

#### 21.4.1 Characteristic to be specified

The phase difference between the output voltage and the source e.m.f. as a function of frequency, under standard test conditions for stated positions of the controls, if any.

*Note.* – Instead of the phase-frequency response, the time delay may be given as a function of frequency.

#### 21.4.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions.
- 2) A phase difference meter is connected to the source and the output terminals, proper account being taken of the marking of the terminals.
- 3) The frequency of the source is varied continuously or step by step, the phase difference being measured at each frequency.
- 4) The phase difference  $\Delta\varphi$  is expressed as a function of frequency either in radians or in degrees or as a time difference  $\tau$  and presented as a graph:

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{2\pi f} \times 10^6 \mu\text{s}$$

with  $\Delta\varphi$  in radians,

or:

$$\tau = \frac{\Delta\varphi}{360 f} \times 10^6 \mu\text{s}$$

with  $\Delta\varphi$  expressed in degrees.

*Note.* – For equalizing amplifiers, see Sub-clause 21.1.3.

## 22. Non-linéarité d'amplitude

### 22.1 Introduction

La Publication 268-2 de la CEI donne une explication générale de la non-linéarité d'amplitude.

Les caractéristiques à spécifier et les méthodes de mesure relatives aux divers modes d'expression de la non-linéarité d'amplitude qui peuvent présenter un intérêt dans le cas des amplificateurs, se trouvent dans les paragraphes qui suivent.

### 22.2 Distorsion harmonique totale nominale (c'est une condition nominale, voir paragraphe 3.2)

#### 22.2.1 Caractéristiques à spécifier

Valeur de la distorsion harmonique totale spécifiée soit par le constructeur soit par une norme de la CEI, au-dessus de laquelle le fonctionnement de l'amplificateur est considéré comme inacceptable pour la fonction à laquelle il est destiné.

*Note.* – Les publications relatives aux recherches sur la perception de la distorsion par l'oreille humaine, suggèrent qu'une valeur limite de la distorsion de l'ordre de 1% devrait être convenable pour la plupart des besoins. Le temps de récupération après surcharge (voir paragraphe 18.5) a aussi une influence.

### 22.3 Distorsion harmonique totale dans les conditions normales pour les essais

#### 22.3.1 Caractéristiques à spécifier

Distorsion harmonique totale lorsque l'amplificateur fonctionne dans les conditions normales pour les essais.

*Notes 1.* – Dans un système bien conçu, la tension de sortie de l'amplificateur se situe la plupart du temps à environ 10 dB au-dessous de la tension de sortie nominale limitée par la distorsion; ceci en raison de la distribution de probabilité de l'amplitude des signaux de musique et de parole (d'où le choix de «conditions normales pour les essais»).

2. – Cette caractéristique donne une appréciation correcte de la distorsion d'un amplificateur dans la mesure où sa valeur n'augmente pas aux tensions plus basses par suite de la distorsion de raccordement. La distorsion harmonique totale nominale est par contre une valeur limitative choisie de façon arbitraire.

#### 22.3.2 Méthodes de mesure

1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et la tension de sortie  $U_2$  est mesurée.

Le niveau de distorsion harmonique totale de la source de signaux doit être inférieur d'au moins 10 dB au niveau le plus faible de distorsion à mesurer.

*Note.* – Un voltmètre mesurant la valeur efficace vraie permet d'obtenir une meilleure précision, mais un voltmètre sensible à la valeur moyenne et gradué en valeur efficace pour un signal sinusoïdal, suffit néanmoins si la distorsion harmonique est inférieure à 10%.

2) On connecte aux bornes de sortie soit un filtre abaissant sélectivement le niveau du fondamental du signal d'entrée à une valeur inférieure de 10 dB à celle des composantes de distorsion soit un filtre passe haut présentant le même affaiblissement pour le fondamental du signal d'entrée et un affaiblissement faible et connu dans la bande correspondant à ses harmoniques.

3) On mesure la tension de sortie  $U'_2$  (due à la distorsion) en la corrigeant, si nécessaire, pour tenir compte de l'atténuation du filtre.

4) On annule la valeur de la f.é.m. de source et l'on mesure la tension de sortie  $U''_2$ . Cette tension doit être inférieure au tiers de  $U'_2$  sinon l'influence du bruit est trop élevée et le résultat doit être rejeté. Dans un tel cas on doit utiliser la méthode plus longue mais la moins dépendante du bruit qu'est la mesure de l'harmonique d'ordre  $n$  (paragraphe 22.5).

## 22. Amplitude non-linearity

### 22.1 Introduction

A general explanation of amplitude non-linearity can be found in IEC Publication 268-2.

The characteristics to be specified and the methods of measurement of various types of amplitude non-linearity which may be of importance for amplifiers can be found in the following sub-clauses.

### 22.2 Rated total harmonic distortion (this is a rated condition, see Sub-clause 3.2)

#### 22.2.1 Characteristic to be specified

The value of total harmonic distortion specified by the manufacturer or an IEC Standard, above which the performance of the amplifier is considered unacceptable for the intended purpose.

*Note.* – Published research on distortion perception by the human ear suggests that the limiting value of distortion for most purposes should be in the order of 1%. The overload restoring time is also significant; see Sub-clause 18.5.

### 22.3 Total harmonic distortion under standard test conditions

#### 22.3.1 Characteristic to be specified

The total harmonic distortion, when the amplifier is working under standard test conditions.

*Notes 1.* – In a properly designed system, the amplifier operates for the most of the time with its output voltage in the order of 10 dB below the rated distortion-limited output voltage, due to the amplitude probability distribution of speech and music signals (hence the choice of “Standard test conditions”).

2. – This characteristic is a good measure of the distortion performance of the amplifier, provided that the distortion does not rise at lower output voltages due to cross-over distortion. In contrast, the rated total harmonic distortion is a somewhat arbitrarily chosen limiting value.

#### 22.3.2 Method of measurement

1) The amplifier is brought under standard test conditions and the output voltage  $U_2$  is measured.

The level of total harmonic distortion of the source of signals shall be at least 10 dB below the lowest level of distortion to be measured.

*Note.* – For greatest accuracy of measurement of the voltages a true r.m.s. meter should be used, but for total harmonic distortion less than 10% the error of an average responding meter scaled to read r.m.s. values of a sinusoidal signal is small.

2) A filter, selectively attenuating the input signal frequency to a level 10 dB below that of the distortion components, or a high-pass filter with similar attenuation at the input signal frequency and low known pass-band attenuation at the harmonic frequencies, is connected at the output terminals.

3) The output voltage  $U'_2$  (due to distortion) is measured and, if necessary, corrected for the pass-band attenuation of the filter.

4) The source e.m.f. is reduced to zero and the output voltage  $U''_2$  is measured. Unless this voltage is less than one-third of  $U'_2$ , the measurement is being affected by noise and the results shall be discarded. In this case the more time-consuming but robust measurement of the harmonic distortion of the  $n^{\text{th}}$  order (Sub-clause 22.5) shall be used.

- 5) La distorsion harmonique totale dans les conditions normales pour les essais est définie par les relations suivantes:

sous forme de pourcentage: 
$$d_t = \frac{U'_2}{U_2} \cdot 100\%$$

en décibels: 
$$Ld_t = 20 \lg \frac{U'_2}{U_2}$$

## 22.4 Distorsion harmonique totale en fonction de l'amplitude et de la fréquence

### 22.4.1 Caractéristique à spécifier

Distorsion harmonique totale déterminée pour différentes fréquences et différentes tensions de sortie.

*Notes 1.* – Si la distorsion harmonique totale est mesurée à une fréquence suffisamment élevée pour que les composantes du spectre des harmoniques (voir note 2) se trouvent au-dessus de la limite supérieure du domaine utile de fréquences (voir paragraphe 21.2), il est très probable que la valeur de la distorsion harmonique totale mesurée soit faible. Ce phénomène, qui dépend de la conception de l'amplificateur, peut induire en erreur. La fréquence du fondamental auquel ce phénomène se produit est d'autant plus basse que l'ordre du plus élevé des harmoniques significatifs est important.

Par exemple, si la limite supérieure du domaine utile de fréquences est 30 kHz et le plus élevé des harmoniques significatifs est le 5<sup>e</sup>, la fréquence la plus élevée du fondamental pour laquelle il convient d'indiquer la distorsion harmonique totale est (30/5) kHz, soit 6 kHz. De même si le plus élevé des harmoniques significatifs est le 3<sup>e</sup>, on peut indiquer la distorsion harmonique totale pour des fréquences inférieures à (30/3) kHz, soit 10 kHz.

2. – Le spectre des harmoniques produit par certains amplificateurs peut comprendre des harmoniques d'ordre élevé de niveau faible mais mesurable. La fréquence la plus élevée de la composante de ce spectre, dont l'amplitude est significative peut généralement être prise comme l'harmonique le plus élevé dont la valeur efficace (voir paragraphe 22.5) dépasse un tiers de la distorsion harmonique totale à la même fréquence du fondamental. Dans certains cas un critère différent peut être nécessaire; il doit alors être indiqué.

### 22.4.2 Méthodes de mesure

- 1) La distorsion harmonique totale est déterminée comme l'indique le paragraphe 22.3.2.
- 2) Les mesures sont ensuite répétées à trois autres fréquences au moins jusqu'à la limite indiquée dans la note 1 du paragraphe 22.4.1 et à d'autres valeurs de la tension de sortie  $U_2$  jusqu'au niveau de sortie nominal limité par la distorsion et au-delà.

Il est essentiel de s'assurer de la précision de chaque mesure en effectuant l'essai indiqué au point 4 du paragraphe 22.3.2.

- 3) Les résultats des essais sont présentés sous forme de graphiques.

## 22.5 Distorsion harmonique d'ordre $n$ dans les conditions normales pour les essais

### 22.5.1 Caractéristiques à spécifier

Distorsion harmonique dans les conditions normales pour les essais due à la composante du signal de sortie de fréquence égale à l'harmonique d'ordre  $n$ .

### 22.5.2 Méthodes de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et la tension de sortie  $U_2$  est mesurée.

5) The total harmonic distortion under standard test conditions can be determined by the formulae:

as a percentage: 
$$d_t = \frac{U'_2}{U_2} \cdot 100\%$$

in decibels: 
$$Ld_t = 20 \lg \frac{U'_2}{U_2}$$

## 22.4 Total harmonic distortion as a function of amplitude and frequency

### 22.4.1 Characteristic to be specified

The total harmonic distortion, determined for different frequencies and output voltages.

*Notes 1.* – If the total harmonic distortion is measured at a frequency high enough for significant components of the harmonic spectrum (see Note 2) to be above the upper limit of the gain-limited effective frequency range (see Sub-clause 21.2), the measured value of total harmonic distortion is very likely (depending on the design of the amplifier) to be misleadingly low. The higher the order of the highest significant harmonic, the lower the fundamental frequency at which this effect becomes important.

For example, if the upper limit of the gain-limited effective frequency range is 30 kHz, and the highest significant harmonic is the 5th, the highest fundamental frequency for which a value of total harmonic distortion should be stated is (30/5) kHz, that is, 6 kHz. If the highest significant harmonic was the 3rd, however, values of total harmonic distortion could be stated for frequencies up to (30/3) kHz, that is, 10 kHz.

2. – Some amplifiers produce a spectrum of harmonics including small but measurable harmonics of high orders. The highest frequency component of this spectrum the amplitude of which is significant, may in general be taken as the highest harmonic whose r.m.s. value (see Sub-clause 22.5) exceeds one-third of the total harmonic distortion at the same fundamental frequency. In some cases a different criterion may be necessary, in which case it should be stated.

### 22.4.2 Method of measurement

- 1) The total harmonic distortion is determined as given in Sub-clause 22.3.2.
- 2) The measurements are then repeated at least at three other frequencies up to the limit indicated in Note 1 of Sub-clause 22.4.1 and at other values of output voltage  $U_2$  up to and beyond the rated distortion-limited output voltage.

To ensure the accuracy of each measurement, it is essential to repeat the test according to Item 4 of Sub-clause 22.3.2.

- 3) The results of the test are presented graphically.

## 22.5 Harmonic distortion of the $n^{\text{th}}$ order under standard test conditions

### 22.5.1 Characteristic to be specified

The harmonic distortion under standard test conditions due to the component of the output signal of harmonic order  $n$ .

### 22.5.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions and the output voltage  $U_2$  is measured.

- 2) Un filtre passe-bande laissant passer uniquement la fréquence de l'harmonique à mesurer est connecté aux bornes de sortie. L'affaiblissement de ce filtre à la fréquence du fondamental doit être supérieur d'au moins 10 dB au rapport entre la tension de sortie  $U_2$  et la tension du plus petit harmonique à mesurer.

Le niveau de l'harmonique d'ordre  $n$  du signal d'entrée doit être inférieur d'au moins 10 dB au plus faible niveau de distorsion à mesurer. Au lieu de mesurer chaque harmonique à tour de rôle en utilisant des filtres passe-bande, on peut utiliser un analyseur de spectre, afin de mesurer simultanément l'amplitude du fondamental et diverses composantes harmoniques résultant de la distorsion.

- 3) La tension  $U'_{2n}$  à la sortie du filtre est mesurée et corrigée, si nécessaire, pour tenir compte de l'affaiblissement dans la bande passante du filtre. Il n'est pas nécessaire d'utiliser un voltmètre donnant la valeur efficace vraie pour cette mesure en raison de l'étroitesse de la bande passante.
- 4) On annule la f.é.m. de source et l'on mesure la tension de sortie  $U'_2$ . Cette tension doit être inférieure au tiers de  $U'_{2n}$  sinon l'influence du bruit ou d'autres signaux parasites est trop élevée et le résultat doit être rejeté.
- 5) La distorsion harmonique d'ordre  $n$  est définie par les relations suivantes:

sous forme de pourcentage: 
$$d_n = \frac{U'_{2n}}{U_2} \cdot 100\%$$

en décibels: 
$$Ld_n = 20 \lg \frac{U'_{2n}}{U_2}$$

## 22.6 Distorsion harmonique d'ordre $n$ en fonction de l'amplitude et de la fréquence

### 22.6.1 Caractéristiques à spécifier

Distorsion harmonique d'ordre  $n$  dans les conditions normales pour les essais (voir paragraphe 22.5), déterminée à différentes fréquences et pour différentes tensions de sortie.

Notes 1. – Cette méthode est recommandée lorsque la méthode à large bande du paragraphe 22.4 est affectée par le bruit.

2. – Voir la note 2 du paragraphe 22.4.1.

### 22.6.2 Méthodes de mesure

- 1) La distorsion harmonique d'ordre  $n$  est déterminée comme l'indique le paragraphe 22.5.2.
- 2) Les mesures sont ensuite répétées au moins à trois autres fréquences jusqu'à la limite indiquée dans la note 1 du paragraphe 22.4.1, et à d'autres valeurs de la tension de sortie  $U'_{2n}$  jusqu'à la tension nominale de sortie limitée par la distorsion et au-delà et pour les harmoniques de différents ordres.
- 3) Il est essentiel, pour s'assurer de l'exactitude de chaque mesure, de répéter l'essai indiqué au point 4 du paragraphe 22.5.2.
- 4) La distorsion harmonique totale peut être tirée des mesures précédentes en effectuant le calcul indiqué par les relations suivantes:

sous forme de pourcentage: 
$$d_t = \frac{\left[ \sum_{n=2}^{\infty} (U'_{2n})^2 \right]^{1/2}}{U_2} \cdot 100\%$$

en décibels: 
$$L_{dt} = 20 \lg \left( \frac{d_t}{100} \right)$$

- 5) Les résultats de l'essai sont présentés par un graphique.

- 2) A band-pass filter passing only the harmonic frequency to be measured is connected to the output terminals. The attenuation of the filter at the input signal frequency shall be at least 10 dB greater than the ratio of the output voltage  $U_2$  to the smallest harmonic voltage to be measured.

The level of the  $n^{\text{th}}$  order harmonic distortion in the source of signals shall be at least 10 dB below the lowest level of distortion to be measured. As an alternative to measuring each harmonic frequency in turn using bandpass filters, a spectrum analyser may be used to measure the amplitudes of several distortion components and the fundamental simultaneously.

- 3) The output voltage  $U'_{2n}$  of the filter is measured and corrected if necessary for the pass-band attenuation of the filter. Due to the narrow measuring bandwidth a true r.m.s. meter is not essential for the measurement of  $U'_{2n}$ .
- 4) The source e. m. f. is reduced to zero and the output voltage  $U'_2$  measured. Unless this voltage is less than one-third of the voltage  $U'_{2n}$  the measurement is being affected by noise or spurious signals and the results shall be discarded.
- 5) The harmonic distortion of the  $n^{\text{th}}$  order can be determined by the formulae:

as a percentage: 
$$d_n = \frac{U'_{2n}}{U_2} \cdot 100\%$$

in decibels: 
$$Ld_n = 20 \lg \frac{U'_{2n}}{U_2}$$

## 22.6 Harmonic distortion of the $n^{\text{th}}$ order as a function of amplitude and frequency

### 22.6.1 Characteristic to be specified

The total harmonic distortion of the  $n^{\text{th}}$  order under standard test conditions (see Sub-clause 22.5), when determined for different frequencies and output voltages.

*Notes 1.* – This method is preferred when noise affects the wide-band method given in Sub-clause 22.4.

2. – See Note 2 in Sub-clause 22.4.1.

### 22.6.2 Method of measurement

- 1) The harmonic distortion of the  $n^{\text{th}}$  order is determined as given in Sub-clause 22.5.2.
- 2) The measurements are then repeated, at least at three other frequencies up to the limit indicated in note 1 of Sub-clause 22.4.1, at other values of output voltage  $U'_{2n}$  up to and beyond the rated distortion-limited output voltage and at other values of harmonic order.
- 3) To ensure the accuracy of each measurement it is essential to repeat the test according to Item 4, of Sub-clause 22.5.2.
- 4) The total harmonic distortion under the given conditions can be determined by the formulae:

as a percentage: 
$$d_t = \frac{\left[ \sum_{n=2}^{\infty} (U'_{2n})^2 \right]^{1/2}}{U_2} \cdot 100\%$$

in decibels: 
$$L_{dt} = 20 \lg \left( \frac{d_t}{100} \right)$$

- 5) The results of the test are presented graphically.

## 22.7 Distorsion de modulation d'ordre $n$ (pour $n = 2$ ou $3$ )

### 22.7.1 Caractéristiques à spécifier

#### a) Distorsion de modulation d'ordre 2.

Rapport entre la somme arithmétique des tensions de sortie aux fréquences  $f_2 + f_1$  et  $f_2 - f_1$  et la tension de sortie à la fréquence  $f_2$ ;  $f_1$  et  $f_2$  sont les fréquences de deux signaux sinusoïdaux d'entrée dont les rapports d'amplitude sont spécifiés. Ces fréquences doivent être égales à des fréquences médianes de tiers d'octaves recommandées.

#### b) Distorsion de modulation d'ordre 3.

Rapport entre la somme arithmétique des tensions de sortie aux fréquences  $f_2 + 2f_1$  et  $f_2 - 2f_1$  et la tension de sortie à la fréquence  $f_2$ ;  $f_1$  et  $f_2$  sont les fréquences de deux signaux sinusoïdaux d'entrée dont les rapports d'amplitudes sont spécifiés. Ces fréquences doivent être égales à des fréquences médianes de tiers d'octaves recommandées.

### 22.7.2 Méthodes de mesure

- 1) A moins d'utiliser un analyseur de spectre, ce qui permet d'identifier immédiatement les diverses composantes du signal de sortie, il convient de choisir  $f_1$  et  $f_2$  de sorte que la valeur de  $f_2 - 2f_1$  soit de préférence plus élevée que celle de la fréquence de l'harmonique le plus significatif de  $f_1$ ; toutefois, si l'harmonique le plus significatif est le 5<sup>e</sup>, il convient que la valeur de  $f_1$  ne dépasse pas  $f_2/8$ .

Il est souhaitable que la valeur de  $f_1$  soit supérieure de 0,5 octave à 1,5 octave, à la limite inférieure du domaine utile de fréquence et que  $f_2$  soit inférieure de 0,5 octave à 1,5 octave à la limite supérieure de ce domaine. Si l'amplificateur à l'essai possède un dispositif d'égalisation, le rapport des amplitudes de  $f_1$  et  $f_2$  doit être réglé à la valeur spécifiée, de préférence 4/1, aux bornes où, lorsque l'amplificateur est utilisé, la distribution spectrale du signal est normale (habituellement l'entrée ou la sortie de l'amplificateur). Exemple: dans le cas d'un amplificateur muni d'un égaliseur pour tête de lecture magnétique de disques analogiques, le spectre normal du signal est obtenu à la sortie tandis que dans le cas de l'amplificateur d'enregistrement d'un magnétophone, c'est à l'entrée que le spectre est normal.

- 2) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et relié à deux générateurs respectivement de fréquence  $f_1$  et  $f_2$  par l'intermédiaire pour chacun, d'un interrupteur et d'une résistance de découplage de valeur au moins égale à 10 fois l'impédance nominale de source de l'amplificateur, une résistance de valeur appropriée étant placée entre les bornes d'entrée de l'amplificateur. Cette résistance doit être telle que compte tenu des résistances de découplage placées en parallèle, la valeur résultante soit égale à l'impédance nominale de source de l'amplificateur.
- 3) Chacune des sources étant connectée tour à tour au moyen de l'interrupteur, on règle la valeur de la f.é.m. de source à la fréquence  $f_1$  de manière à obtenir une tension de sortie  $U_{2(f_1)}$  de niveau inférieur de 12 dB à celui de la tension nominale de sortie et l'on règle (pour avoir le rapport d'amplitude 4/1) la valeur de la f.é.m. de source à la fréquence  $f_2$  de manière à obtenir une tension de sortie  $U_{2(f_2)}$  de niveau inférieur de 24 dB à celui de la tension nominale de sortie.
- 4) Les deux sources sont connectées simultanément et on place en sortie un filtre passe-bande permettant de sélectionner l'une des composantes à mesurer dont les fréquences sont respectivement  $f_2 + f_1$ ,  $f_2 - f_1$ ,  $f_2 + 2f_1$  et  $f_2 - 2f_1$ . L'affaiblissement de ce filtre passe-bande aux autres fréquences doit être suffisant pour obtenir une mesure précise.
- 5) La tension de sortie ( $U_{2(f_2+f_1)}$ , etc.) est mesurée de façon sélective et corrigée pour tenir compte de l'affaiblissement du filtre dans sa bande et les mesures sont répétées pour les autres composantes de la distorsion, si nécessaire.

## 22.7 Modulation distortion of the $n^{\text{th}}$ order (where $n = 2$ or $3$ )

### 22.7.1 Characteristic to be specified

#### a) Modulation distortion of the 2nd order.

When  $f_1$  and  $f_2$  are the frequencies of two sinusoidal input signals of specified amplitude ratio, the frequencies being equal to preferred one-third octave band centre frequencies, the distortion is given by the ratio of the arithmetic sum of the output voltages at frequencies  $f_2 + f_1$  and  $f_2 - f_1$  to the output voltage at frequency  $f_2$ .

#### b) Modulation distortion of the 3rd order.

When  $f_1$  and  $f_2$  are the frequencies of two sinusoidal input signals of specified amplitude ratio, the frequencies being equal to preferred one-third octave band centre frequencies, the distortion is given by the ratio of the arithmetic sum of the output voltages at frequencies  $f_2 + 2f_1$  and  $f_2 - 2f_1$  to the output voltage at frequency  $f_2$ .

### 22.7.2 Method of measurement

- 1) Unless a spectrum analyser is used, making it possible to have an immediate identification of the various components of the output voltage,  $f_1$  and  $f_2$  are to be chosen as follows:  $f_2 - 2f_1$  should preferably be higher in frequency than the highest significant harmonic of  $f_1$ ; if the highest significant harmonic is the 5th, then  $f_1$  should not exceed  $f_2/8$ .

It is desirable to choose  $f_1$  to be between 0.5 and 1.5 octaves above the lower limit of the effective frequency range and  $f_2$  to be between 0.5 to 1.5 octaves below the upper limit of that range. If the amplifier to be measured includes equalization, the amplitude ratio shall be adjusted to the specified value, preferably 4:1, at a point (usually either the input or output of the amplifier) where, when the amplifier is in use, the spectral distribution of the signal is normal. For example, an equalizing amplifier for a magnetic pickup cartridge for analogue disk records has a normal signal spectrum at its output whereas a recording amplifier for a magnetic tape recorder has a normal signal spectrum at its input.

- 2) The amplifier is brought under standard test conditions and then connected to two sources with frequencies  $f_1$  and  $f_2$ , each via a switch and a stand-off resistor of at least 10 times the rated source impedance of the amplifier to a shunt resistor connected across the input terminals of the amplifier. The combined value of this shunt resistor in parallel with the stand-off resistors shall be equal to the rated source impedance of the amplifier.
- 3) Each source is connected in turn by means of the switch, the source e.m.f. at the frequency  $f_1$  is adjusted to produce an output voltage  $U_{2(f_1)}$  of 12 dB below the rated output voltage and the source e.m.f. at  $f_2$ , for an amplitude ratio of 4:1, to produce an output voltage  $U_{2(f_2)}$  24 dB below the rated output voltage.
- 4) Both sources are connected simultaneously and a band-pass filter passing the appropriate measuring frequency:  $f_2 + f_1$ ,  $f_2 - f_1$ ,  $f_2 + 2f_1$  or  $f_2 - 2f_1$  connected to the output terminals. The attenuation of the band-pass filters at other frequencies shall be sufficient to preserve the accuracy of the measurement.
- 5) The selectively measured output voltage ( $U_{2(f_2+f_1)}$ , etc.) is measured and corrected for the pass-band attenuation of the filter and the measurements repeated for the other distortion components, if required.

- 6) Les mesures peuvent être répétées pour d'autres valeurs de tension d'entrée en gardant leur rapport d'amplitude de 4/1.
- 7) Les tensions dues au bruit et à d'autres signaux étrangers à la composante mesurée ne doivent pas dépasser 1/3 de la tension de cette composante. On peut s'en assurer en amenant la f. é. m. de source à zéro.
- 8) La distorsion de modulation d'ordre 2 est donnée sous forme de pourcentage par la relation suivante:

$$d_{m2} = \frac{U_{2(f_2+f_1)} + U_{2(f_2-f_1)}}{U_{2(f_2)}} \cdot 100\%,$$

en terme de tension de sortie à la fréquence  $f_2$ , ou par:

$$d_{m2} = \frac{5\{U_{2(f_2+f_1)} + U_{2(f_2-f_1)}\}}{U_{2(\text{ref})}} \cdot 100\%,$$

en terme de tension de sortie de référence, si le rapport des amplitudes est de 4/1.

La distorsion de modulation d'ordre 3 est donnée sous forme de pourcentage par la relation suivante:

$$d_{m3} = \frac{U_{2(f_2-2f_1)} + U_{2(f_2+2f_1)}}{U_{2(f_2)}} \cdot 100\%,$$

en terme de tension de sortie à la fréquence  $f_2$ , ou par:

$$d_{m3} = \frac{5\{U_{2(f_2-2f_1)} + U_{2(f_2+2f_1)}\}}{U_{2(\text{ref})}} \cdot 100\%,$$

en terme de tension de sortie de référence, si le rapport des amplitudes est de 4/1.

- 9) Les résultats de mesure sont présentés soit graphiquement en fonction de la fréquence et de la tension de sortie de référence, soit par un tableau de valeurs données de préférence dans les conditions normales pour les essais.

Deux signaux non cohérents étant appliqués à l'amplificateur, l'amplitude crête à crête du signal ainsi obtenue est égale à la somme des amplitudes crête à crête des deux signaux sinusoïdaux.

La tension de sortie de référence utilisée pour exprimer les résultats est par conséquent choisie égale à la somme des tensions de sortie dues aux composantes sinusoïdales.

Pour un rapport d'amplitude de 4/1 la tension de référence est égale à:

$$U_{2\text{ref}} = U_{2(f_2)} + U_{2(f_1)} = 5U_{2(f_2)}$$

## 22.8 Distorsion par différence de fréquence d'ordre $n$ (pour $n = 2$ ou $3$ )

### 22.8.1 Caractéristiques à spécifier

- a) Distorsion par différence de fréquence d'ordre 2.

Si  $f_1$  et  $f_2$  sont les fréquences de deux signaux sinusoïdaux d'égale amplitude, de différence de fréquence spécifiée et de fréquence moyenne

$$f_m = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

égale à la fréquence médiane d'une bande de tiers d'octave recommandée, cette distorsion s'exprime par un rapport égal à la tension de sortie  $U_{2(f_2-f_1)}$  de la composante de fréquence égale à  $f_2 - f_1$  à la tension de référence  $U_{2\text{ref}}$ , elle-même égale à deux fois la tension de sortie  $U_{2(f_2)}$ .

- 6) The measurements may be repeated for other values of input voltages, keeping the amplitude ratio at 4:1.
- 7) Noise and spurious signal voltages shall not exceed 1/3 of the voltage of the component being measured. This can be checked by reducing the source e.m.f. to zero.
- 8) The modulation distortion of the 2nd order can be determined by the formula (as a percentage):

$$d_{m2} = \frac{U_{2(f_2+f_1)} + U_{2(f_2-f_1)}}{U_{2(f_2)}} \cdot 100\%,$$

in terms of the output voltage at frequency  $f_2$ . Alternatively,

$$d_{m2} = \frac{5\{U_{2(f_2+f_1)} + U_{2(f_2-f_1)}\}}{U_{2(\text{ref})}} \cdot 100\%,$$

in terms of the reference output voltage, if the amplitude ratio is 4:1.

The modulation distortion of the 3rd order can be determined by the formula (as a percentage):

$$d_{m3} = \frac{U_{2(f_2-2f_1)} + U_{2(f_2+2f_1)}}{U_{2(f_2)}} \cdot 100\%,$$

in terms of the output voltage at frequency  $f_2$ . Alternatively,

$$d_{m3} = \frac{5\{U_{2(f_2-2f_1)} + U_{2(f_2+2f_1)}\}}{U_{2(\text{ref})}} \cdot 100\%,$$

in terms of the reference output voltage, if the amplitude ratio is 4:1.

- 9) The results of the measurement should be presented graphically, as functions of frequency and reference output voltage, or as single figures, preferably for standard test conditions.

Due to the presence of two incoherent signals in the amplifier, the peak-to-peak signal amplitude is equal to the sum of the peak-to-peak signal amplitudes of both sinusoidal signals.

The reference output voltage for expressing the results is therefore chosen to be equal to the sum of the output voltages due to the sinusoidal components.

For an amplitude ratio of 4:1 the reference output voltage will be:

$$U_{2\text{ref}} = U_{2(f_2)} + U_{2(f_1)} = 5U_{2(f_2)}$$

## 22.8 Difference frequency distortion of the $n^{\text{th}}$ order (where $n = 2$ or $3$ )

### 22.8.1 Characteristic to be specified

- a) Difference frequency distortion of the 2nd order.

When  $f_1$  and  $f_2$  are the frequencies of two equal amplitude sinusoidal signals, separated by a specified frequency difference and with the arithmetic mean frequency

$$f_m = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

equal to a preferred one-third octave band centre frequency, the distortion is given by the ratio of the output voltage  $U_{2(f_2-f_1)}$  at frequency  $f_2 - f_1$  to the reference voltage  $U_{2\text{ref}}$ , which is equal to twice the output voltage  $U_{2(f_2)}$ .

## b) Distorsion par différence de fréquence d'ordre 3.

Les signaux étant les mêmes que précédemment, la distorsion par différence de fréquence d'ordre 3 s'exprime par le rapport de la somme arithmétique des tensions de sortie respectivement aux fréquences  $2f_2 - f_1$  et  $2f_1 - f_2$  à la tension de référence  $U_{2\text{ref}}$ , elle-même égale à deux fois la tension de sortie  $U_{2(f2)}$ .

## 22.8.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et relié à deux générateurs respectivement de fréquence  $f_1$  et  $f_2$  par l'intermédiaire pour chacun, d'un interrupteur et d'une résistance de découplage de valeur au moins égale à 10 fois l'impédance nominale de source de l'amplificateur, une résistance de valeur appropriée étant placée entre les bornes d'entrée de l'amplificateur. Cette résistance doit être telle que compte tenu des résistances de découplage placées en parallèle, la valeur résultante soit égale à l'impédance nominale de source de l'amplificateur.
- 2) Les fréquences  $f_1$  et  $f_2$  sont réglées de façon à ce que leur différence soit de 80 Hz, à moins qu'il y ait une raison valable de faire un autre choix, et que leur valeur moyenne

$$f_m = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

soit égale à la fréquence médiane d'une bande de tiers d'octave recommandée.

- 3) Chacune des sources est connectée tour à tour au moyen de l'interrupteur, la f.é.m. de chacune étant réglée de façon à produire une tension de sortie  $U_{2(f1)}$  ou  $U_{2(f2)}$  respectivement, de niveau inférieur de 16 dB à celui de la tension de sortie nominale (moitié de la tension dans les conditions normales pour les essais).
- 4) Les deux sources sont alors connectées simultanément et on place en sortie un filtre passe-bande permettant de transmettre l'une des composantes à mesurer dont les fréquences sont respectivement  $f_2 - f_1$ ,  $2f_1 - f_2$  ou  $2f_2 - f_1$ . L'affaiblissement de ce filtre passe-bande aux autres fréquences doit être suffisant pour obtenir une mesure précise.
- 5) La tension de sortie due à la distorsion est mesurée et corrigée pour tenir compte de l'affaiblissement du filtre dans la bande passante et les mesures sont répétées pour les autres composantes de la distorsion, si nécessaire.

*Note.* — Un analyseur de spectre peut être utilisé pour mesurer toutes les composantes simultanément.

- 6) Les tensions dues au bruit et à d'autres signaux étrangers à la composante mesurée ne doivent pas dépasser le tiers de la tension de cette composante. On peut s'en assurer en amenant la f.é.m. de source à zéro.
- 7) La distorsion par différence de fréquence d'ordre 2 est donnée sous forme de pourcentage par la relation suivante:

$$d_{d2} = \frac{U_{2(f2-f1)}}{U_{2\text{ref}}} \cdot 100\%$$

La distorsion par différence de fréquence d'ordre 3 est donnée sous forme de pourcentage par la relation suivante:

$$d_{d3} = \frac{(U_{2(2f2-f1)} + U_{2(2f1-f2)})}{U_{2\text{ref}}} \cdot 100\%$$

## b) Difference frequency distortion of the 3rd order.

With signals as under Item a), the distortion is given by the ratio of the arithmetic sum of the output voltages at frequencies  $2f_2 - f_1$  and  $2f_1 - f_2$  to the reference voltage  $U_{2\text{ref}}$ , which is equal to twice the output voltage  $U_{2(f_2)}$ .

## 22.8.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions and then connected to two sources with frequencies  $f_1$  and  $f_2$  each via a switch and a stand-off resistor of at least ten times the rated source impedance of the amplifier to a shunt resistor connected across the input terminals of the amplifier. The combined value of this shunt resistor in parallel with the stand-off resistors shall be equal to the rated source impedance of the amplifier.

- 2) The source frequencies  $f_1$  and  $f_2$  are adjusted to have a frequency difference of 80 Hz, unless there is a good reason to choose otherwise, and with the arithmetic mean frequency

$$f_m = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

equal to a preferred one-third octave band centre frequency.

- 3) Each source is connected in turn by means of the switch and the source e.m.f.'s of each source adjusted to produce an output voltage  $U_{2(m)}$  or  $U_{2(f_2)}$  alternatively, of 16 dB below the rated output voltage (one-half of the voltage under standard test conditions).
- 4) Both sources are connected simultaneously and a band-pass filter passing the appropriate measuring frequency:  $f_2 - f_1$ ,  $2f_1 - f_2$  or  $2f_2 - f_1$  connected to the output terminals. The attenuation of the band-pass filter at other frequencies shall be sufficient to preserve the accuracy of the measurement.
- 5) The output voltage due to distortion is measured and corrected for the pass-band attenuation of the filter and the measurements repeated for the other distortion components, if required.

*Note.* – A spectrum analyser may be used to measure all the components simultaneously.

- 6) Noise and spurious signal voltages shall not exceed one-third of the voltage of the component being measured. This can be checked by reducing the source e.m.f.'s to zero.

- 7) The difference frequency distortion of the 2nd order can be determined by the formula:

$$d_{d2} = \frac{U_{2(f_2-f_1)}}{U_{2\text{ref}}} \cdot 100\%$$

as a percentage:

The difference frequency distortion of the 3rd order can be determined by the formula:

$$d_{d3} = \frac{(U_{2(2f_2-f_1)} + U_{2(2f_1-f_2)})}{U_{2\text{ref}}} \cdot 100\%$$

as a percentage:

- 8) Les mesures peuvent être répétées pour d'autres valeurs de la fréquence moyenne  $f_m$  et pour d'autres valeurs de la f.é.m. de source. Pour les mesures aux fréquences les plus basses il convient de s'assurer que la sélectivité du filtre passe-bande indiqué au point 4 est suffisante pour distinguer la composante d'ordre 2 de la composante d'ordre 3 qui est de fréquence très voisine.
- 9) Deux signaux non cohérents étant appliqués à l'amplificateur, l'amplitude crête à crête du signal ainsi obtenu est égale à deux fois celle de chacun d'eux considérés séparément. La tension de sortie de référence  $U_{2ref}$  est par conséquent prise égale à 2 fois la valeur mesurée à  $f_2$  soit  $U_{2ref} = 2U_{2(f_2)}$ .
- 10) Il convient que les résultats de mesure soient présentés soit graphiquement en fonction de la fréquence et de la tension de sortie de référence, soit sous forme d'un tableau de valeurs données de préférence dans les conditions normales pour les essais.
- 11) La méthode de mesure décrite suppose que la courbe de réponse amplitude/fréquence est plate dans la zone utile. Lorsque la mesure s'applique à des circuits dont la réponse dépend de la fréquence, par exemple des préamplificateurs à circuit d'égalisation, un circuit approprié doit être placé à l'entrée pour permettre d'obtenir à la sortie de l'amplificateur à l'essai, un signal de distribution spectrale quasi normal.

Dans ce cas le rapport des amplitudes est réglé à la valeur spécifiée, de préférence 1/1 en un point tel que lorsque l'amplificateur est utilisé, la distribution spectrale du signal est normale (habituellement soit l'entrée, soit la sortie de l'amplificateur). Exemple: Dans le cas d'un amplificateur muni d'un égaliseur pour tête de lecture magnétique de disques analogiques, le spectre normal du signal est obtenu à la sortie tandis que dans le cas de l'amplificateur d'enregistrement d'un magnétophone, c'est à l'entrée que le spectre est normal.

## 22.9 Distorsion d'intermodulation dynamique

### 22.9.1 Caractéristiques à spécifier

Forme de distorsion de modulation apparaissant lors de l'utilisation du signal d'entrée particulier défini ci-après. Ce signal d'entrée est la somme d'un signal sinusoïdal de fréquence  $f_s$  et d'un signal résultant du filtrage, par un filtre passe-bas de fréquence de coupure  $f_c$ , d'un signal de fréquence  $f_q < f_s$  de forme d'onde carrée. Le rapport des valeurs de crête à crête du signal carré et du signal sinusoïdal est de 4/1 et la distorsion d'intermodulation dynamique est exprimée par le rapport de la racine carrée de la somme des carrés des amplitudes des composantes sinusoïdales de fréquences spécifiées dans le tableau I à l'amplitude de la composante de sortie de fréquence  $f_s$ .

### 22.9.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et relié à deux générateurs, l'un de signal sinusoïdal l'autre de signal carré, par l'intermédiaire pour chacun, d'un interrupteur et d'une résistance de découplage de valeur au moins égale à 10 fois l'impédance nominale de source de l'amplificateur, une résistance de valeur appropriée étant placée entre les bornes d'entrée de l'amplificateur. Cette résistance doit être telle que compte tenu des résistances de découplage placées en parallèle, la valeur résultante soit égale à l'impédance nominale de source de l'amplificateur.

La source du signal carré doit être munie d'un filtre passe-bas à un seul pôle dont la fréquence de coupure  $f_c$  est de 30 kHz ou de 100 kHz (voir note 1).

Notes 1. – La fréquence  $f_c$  est normalement 30 kHz, mais une fréquence de 100 kHz accroît la sensibilité de la méthode.

2. – Les harmoniques pairs du signal carré ne doivent pas représenter plus de 1% de la valeur du fondamental.

- 8) The measurements may be repeated for other values of mean measuring frequency  $f_m$  and for other values of source e. m. f. Care should be taken with measurements at low frequencies that the band-pass filter referred to in Item 4 has sufficient selectivity to discriminate between the second and one of the third-order components which are close together in frequency.
- 9) Due to the presence of two incoherent signals in the amplifier, the peak-to-peak signal amplitude is twice that of either signal alone. The reference output voltage  $U_{2\text{ref}}$  is therefore chosen as twice that measured at  $f_2$ , so  $U_{2\text{ref}} = 2U_{2(f_2)}$ .
- 10) The results of the measurement should be presented graphically, as functions of frequency and reference output voltage, or as single figures, preferably for standard test conditions.
- 11) In this method of measurement it has been assumed that the required frequency response is flat. When measuring frequency-dependent circuits, for example pre-amplifiers employing equalization, an appropriate counter-equalization at the input shall be used to create quasi-normal test signal spectral distribution within the amplifier under test and at its output.

In that case, the amplitude ratio shall be adjusted to the specified value, preferably 1:1, at a point (usually the input or the output of the amplifier) where, when the amplifier is in use, the spectral distribution of the signal is normal. For example, an equalizing amplifier for a magnetic pickup cartridge for analogue disk records has a normal signal spectrum at its output whereas a recording amplifier for a magnetic tape recorder has a normal signal spectrum at its input.

## 22.9 Dynamic intermodulation distortion (DIM)

### 22.9.1 Characteristics to be specified

The modulation distortion arising when a particular input signal is used. The input signal is the sum of a sinusoidal signal of frequency  $f_s$  and a low-pass filtered square wave of fundamental frequency  $f_q$ , where  $f_q < f_s$  and the filter cut-off frequency  $f_c$ . The peak-to-peak amplitude ratio of the square wave signal to the sinusoidal signal is 4:1 and the dynamic intermodulation distortion is then determined by the ratio of the r.m.s. sum of the output voltages at the frequencies specified in Table I to the amplitude of the output voltage at the frequency  $f_s$ .

### 22.9.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions and then connected to two sources, one of sinusoidal voltage and one of square-wave voltage, each via a switch and a stand-off resistor of at least 10 times the rated source impedance of the amplifier to a shunt resistor, connected across the input terminals of the amplifier. The combined value of this shunt resistor in parallel with the stand-off resistors shall be equal to the rated source impedance of the amplifier.

The square-wave source shall be provided with a single-pole low-pass filter with a cut-off frequency  $f_c$  of 30 kHz or 100 kHz (see Note 1).

Notes 1. – The frequency  $f_c$  is normally 30 kHz, but a frequency of 100 kHz will increase the sensitivity of the method.

2. – The even harmonic content of the square-wave signal should not exceed 1% of the value of the fundamental.

- 2) On règle respectivement la fréquence  $f_s$  du signal sinusoïdal à 15 kHz, la fréquence  $f_q$  du signal carré à 3,15 kHz et le rapport des valeurs crête à crête de ces signaux à 1/4. La figure 4 montre une forme typique du spectre du signal obtenu en pratique.

La méthode de mesure décrite suppose que la courbe de réponse amplitude/fréquence est plate dans la bande utile. Lorsque la mesure s'applique à des circuits dont la réponse dépend de la fréquence, par exemple des préamplificateurs à circuit d'égalisation, un circuit approprié doit être placé à l'entrée pour permettre d'obtenir à la sortie de l'amplificateur à l'essai, un signal de distribution spectrale quasi normal. Dans ce cas le rapport des amplitudes est réglé à la valeur spécifiée, de préférence 4/1 en un point tel que lorsque l'amplificateur est utilisé, la distribution spectrale du signal est normale (habituellement soit l'entrée, soit la sortie de l'amplificateur). Exemple: Dans le cas d'un amplificateur muni d'un égaliseur pour tête de lecture magnétique de disques analogiques, le spectre normal du signal est obtenu à la sortie tandis que dans le cas de l'amplificateur d'enregistrement d'un magnétophone, c'est à l'entrée que le spectre est normal.

Notes 1. – Le rapport 1/4 des valeurs de crête à crête est équivalent à:

- un rapport de 1/5,66 entre les valeurs efficaces,
- un rapport de 1/11,3 entre la valeur efficace du signal sinusoïdal et la valeur crête à crête du signal carré.

2. – Des appareils de mesure, destinés spécifiquement à effectuer cette mesure, peuvent utiliser un signal carré dont la fréquence peut être jusqu'à 1% supérieure à 3,15 kHz.

- 3) Les deux sources étant connectées on augmente leurs f. é. m. de source jusqu'à ce que l'on obtienne la valeur crête à crête de la tension d'entrée correspondant à la valeur crête à crête de la tension nominale de sortie limitée par la distorsion.

- 4) Un voltmètre sélectif ou un analyseur de spectre est connecté aux bornes de sortie. Les amplitudes  $U_s$  du signal sinusoïdal et  $U_1, U_2, \dots, U_i$  des composantes d'intermodulation dont les fréquences sont  $mf_s \pm nf_q$  ( $m$  et  $n$  étant des entiers) sont mesurées; les composantes à prendre en considération figurent au tableau 1.

L'appareil de mesure doit introduire un affaiblissement d'au moins 80 dB aux fréquences qui s'écartent de plus de 750 Hz de la fréquence de la composante mesurée.

Note. – On ne tient pas compte des composantes du spectre autres que celles spécifiées ci-dessus (telles que toute composante de fréquence  $2nf_q$ ).

- 5) Le niveau des autres composantes résiduelles, bruit et ronflement compris, doit être inférieur de 10 dB à celui de la composante mesurée; on peut le vérifier en annulant la f. é. m. de source.

- 6) L'intermodulation dynamique est déterminée par les relations suivantes:

sous forme de pourcentage: 
$$d = \frac{\left( \sum_{i=1}^9 U_i^2 \right)^{1/2}}{U_s} \cdot 100\%$$

en décibels:

$$L_d = 20 \lg \left( \frac{d}{100} \right)$$

- 7) On peut obtenir plus d'information en effectuant des mesures complémentaires pour un certain nombre de tensions de sortie comprises entre zéro et la tension nominale de sortie.

- 8) Les résultats de l'essai sont présentés soit sous forme d'un tableau, soit graphiquement. La valeur de  $f_c$  doit être indiquée. On mesure la tension de sortie de référence à laquelle se rapportent les mesures en remplaçant le signal d'essai par un signal sinusoïdal de même valeur de crête à crête et de fréquence 3,15 kHz.

- 2) The sinusoidal source is adjusted to a frequency  $f_s = 15$  kHz, the square-wave source to a frequency  $f_q = 3.15$  kHz and the input peak-to-peak voltage ratio of these signals to 1:4 respectively. A typical spectrum of this signal as obtained in practice is given in Figure 4.

In this method of measurement it has been assumed that the required frequency response is flat. When measuring frequency-dependent circuits, for example pre-amplifiers employing equalization, an appropriate counter-equalization at the input shall be used to create quasi-normal test signal spectral distribution within the amplifier under test and at its output. In that case, the amplitude ratio shall be adjusted to the specified value, preferably 4:1, at a point (usually the input or the output of the amplifier) where, when the amplifier is in use, the spectral distribution of the signal is normal. For example, an equalizing amplifier for a magnetic pickup cartridge for disk records has a normal signal spectrum at its output whereas a recording amplifier for a magnetic tape recorder has a normal signal spectrum at its input.

*Notes 1.* – The peak-to-peak voltage ratio 1:4 is equivalent to:

- the ratio 1:5.66 between r.m.s. amplitudes,
- the ratio 1:11.3 between the r.m.s. value of the sinusoid and the peak-to-peak value of the square wave.

2. – Measuring instruments specifically intended to perform this measurement may use a square wave the frequency of which is up to 1% higher than 3.15 kHz.

- 3) With both sources connected the input source e.m.f.'s are then increased until the peak-to-peak input voltage corresponds to the peak-to-peak value of the rated distortion-limited output voltage.
- 4) A selective voltmeter or a spectrum analyser is connected to the output terminals. The amplitudes of the sinusoidal signal  $U_s$  and of the intermodulation components  $U_1, U_2, \dots U_i$  having frequencies  $mf_s \pm nf_q$  ( $m$  and  $n$  being integers) are measured; the relevant distortion components are given in Table I.

The meter shall attenuate by at least 80 dB the frequencies which are more than 750 Hz away from the frequency of the component being measured.

*Note.* – Output spectrum components other than those specified above (such as any component of frequency  $2nf_q$ ) are not taken into account.

- 5) Other residual components, including hum and noise, shall not exceed –10 dB with respect to the component to be measured; this can be checked by reducing the source e.m.f.'s to zero.
- 6) The dynamic intermodulation distortion can be determined by the formulae:

as as percentage:

$$d = \frac{\left( \sum_{i=1}^9 U_i^2 \right)^{1/2}}{U_s} \cdot 100\%$$

in decibels:

$$L_d = 20 \lg \left( \frac{d}{100} \right)$$

- 7) Further information on the performance of the amplifier may be determined from additional measurements for a number of output voltages in the range between zero and rated output voltage.
- 8) The results of the test are presented either as a table or graphically. The value of  $f_c$  shall be stated. The reference output voltage to which measurements are referred is measured by replacing the test signal by a sine wave with the same peak-to-peak voltage and a frequency of 3.15 kHz.

## 22.10 Distorsion totale par différence de fréquence

### 22.10.1 Caractéristiques à spécifier

Si  $f_1$  et  $f_2$  sont les fréquences de deux signaux d'entrée sinusoïdaux tel que  $f_1 = 2f_0$ ,  $f_2 = 3f_0 - \delta$ ,  $\delta$  étant l'écart de fréquence, la distorsion s'exprime par le rapport de la racine carrée de la somme des carrés des tensions de sorties  $U_{2(f_2-f_1)}$  et  $U_{2(2f_1-f_2)}$  des produits d'intermodulation du second et du troisième ordre de fréquence  $f_0 - \delta$  et  $f_0 + \delta$  à la tension de sortie de référence égale à la somme arithmétique des tensions  $U_{2(f_1)}$  et  $U_{2(f_2)}$  des composantes de sorties de fréquences  $f_1$  et  $f_2$ .

### 22.10.2 Méthodes de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions normales pour les essais et relié à deux générateurs respectivement de fréquences  $f_1$  et  $f_2$  par l'intermédiaire pour chacun, d'un interrupteur et d'une résistance de découplage de valeur au moins égale à 10 fois l'impédance nominale de source de l'amplificateur, une résistance de valeur appropriée étant placée entre les bornes d'entrée de l'amplificateur. Cette résistance doit être telle que compte tenu des résistances de découplage placées en parallèle, la valeur résultante soit égale à l'impédance nominale de source de l'amplificateur. La connexion et la déconnexion de l'une des sources doit avoir un effet négligeable sur le niveau du signal fourni à l'amplificateur par l'autre source.
- 2) Les fréquences des sources sont réglées aux valeurs  $f_1$  et  $f_2$  (voir paragraphe 22.10.1). Ces valeurs sont  $f_1 = 8$  kHz,  $f_2 = 11,95$  kHz, à moins qu'il existe une raison particulière pour en choisir d'autres. Dans ce cas,  $f_2 - f_1 = f_0 - \delta = 3950$  Hz et  $2f_1 - f_2 = f_0 + \delta = 4050$  Hz.

La méthode de mesure décrite suppose que la courbe de réponse amplitude/fréquence est plate dans la bande utile. Lorsque la mesure s'applique à des circuits dont la réponse dépend de la fréquence, par exemple des préamplificateurs à circuit d'égalisation, un circuit approprié doit être placé à l'entrée pour permettre d'obtenir à la sortie de l'amplificateur à l'essai, un signal de distribution spectrale quasi normal. Dans ce cas le rapport des amplitudes est réglé à la valeur spécifiée, de préférence 1/1 en un point tel que lorsque l'amplificateur est utilisé, la distribution spectrale du signal est normale (habituellement soit l'entrée, soit la sortie de l'amplificateur). Exemple: Dans le cas d'un amplificateur muni d'un égaliseur pour tête de lecture magnétique de disques analogiques, le spectre normal du signal est obtenu à la sortie tandis que dans le cas de l'amplificateur d'enregistrement d'un magnétophone, c'est à l'entrée que le spectre est normal.

- 3) Chacune des sources est connectée tour à tour au moyen de l'interrupteur, la f.é.m. de chacune étant réglée de façon à produire une tension de sortie  $U_2$  de niveau inférieur de 16 dB à celui de la tension de sortie nominale (moitié de la tension dans les conditions normales pour les essais).
- 4) Les deux sources sont connectées simultanément, un filtre passe-bande ou un filtre passe-bas transmettant les fréquences  $f_0 \pm \delta$ , soit normalement  $4$  kHz  $\pm$  50 Hz, étant connecté aux bornes de sortie. L'affaiblissement introduit par le filtre aux autres fréquences doit être suffisant pour obtenir une mesure précise.
- 5) Les tensions sortie  $U_{2(f_2-f_1)}$  et  $U_{2(2f_1-f_2)}$  sont mesurées et corrigées pour tenir compte de l'affaiblissement du filtre passe-bande. On peut utiliser un analyseur de spectre ou un voltmètre sélectif pour mesurer les composantes de sortie; le mode opératoire dépend de la largeur de bande de l'équipement de mesure. Lorsque la largeur de bande est inférieure à  $2\delta$  les composantes individuelles de tension  $U_{2(f_2-f_1)}$  et  $U_{2(2f_1-f_2)}$  correspondant aux fréquences  $f_0 \pm \delta$  sont mesurées séparément et l'on prend la racine carrée de la somme de leurs carrés. Lorsque la largeur de bande est plus grande que  $2\delta$ , les deux composantes peuvent être mesurées simultanément en utilisant un appareil sensible à la valeur efficace.

*Note.* – Il convient d'utiliser dans ce dernier cas un appareil sensible à la valeur efficace vraie. Un appareil sensible à la valeur moyenne peut donner une erreur allant jusqu'à 1 dB, tandis qu'un appareil sensible à la valeur de crête peut donner une erreur allant jusqu'à 3 dB.

## 22.10 Total difference frequency distortion

### 22.10.1 Characteristic to be specified

When  $f_1$  and  $f_2$  are the frequencies of two sinusoidal input signals, where  $f_1 = 2f_0$ ,  $f_2 = 3f_0 - \delta$ ,  $\delta$  being the frequency offset, the distortion is given by the ratio of the r.m.s. sum of the output voltages  $U_{2(f_2-f_1)}$  and  $U_{2(2f_1-f_2)}$  of the in-band second order and third order intermodulation products at the frequencies  $f_0 - \delta$  and  $f_0 + \delta$  to a reference output voltage, equal to the arithmetical sum of the output voltages  $U_{2(f_1)}$  and  $U_{2(f_2)}$  at the frequencies  $f_1$  and  $f_2$ .

### 22.10.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under standard test conditions and then connected to two sinusoidal sources, each via a switch and a stand-off resistor of at least 10 times the rated source impedance of the amplifier to a shunt resistor, connected across the input terminals of the amplifier. The combined value of the shunt resistor in parallel with the stand-off resistors shall be equal to the rated source impedance of the amplifier. Connection or disconnection of one source shall have a negligible effect on the level of signal delivered to the amplifier input from the other source.

- 2) The source frequencies are adjusted to frequencies  $f_1$  and  $f_2$  (see Sub-clause 22.10.1). Unless there is a good reason to the contrary,  $f_1 = 8$  kHz,  $f_2 = 11.95$  kHz. (In this case  $f_2 - f_1 = f_0 - \delta = 3950$  Hz and  $2f_1 - f_2 = f_0 + \delta = 4050$  Hz.

In this method of measurement it has been assumed that the required frequency response is flat. When measuring frequency-dependent circuits, for example pre-amplifiers employing equalization, an appropriate counter-equalization at the input shall be used to create quasi-normal test signal spectral distribution within the amplifier under test and at its output. In that case, the amplitude ratio shall be adjusted to the specified value, preferably 1:1, at a point (usually the input or the output of the amplifier) where, when the amplifier is in use, the spectral distribution of the signal is normal. For example, an equalizing amplifier for a magnetic pickup cartridge for disk records has a normal signal spectrum at its output whereas a recording amplifier for a magnetic tape recorder has a normal signal spectrum at its input.

- 3) Each source is connected in turn by means of the switch and the source e.m.f.'s of each source adjusted to produce an output voltage  $U_2$  of 16 dB below the rated output voltage (one-half of the voltage under standard test conditions).
- 4) Both sources are connected simultaneously and a band-pass or low-pass filter, passing the frequencies  $f_0 \pm \delta$ , normally being 4 kHz  $\pm$  50 Hz connected to the output terminals. The attenuation of the filter at other frequencies shall be sufficient to preserve the accuracy of the measurement.
- 5) The output voltages  $U_{2(f_2-f_1)}$  and  $U_{2(2f_1-f_2)}$  are measured and corrected for the pass-band attenuation of the filter. A wave or spectrum analyser, or a selective voltmeter, may be used to measure all the output components; the manner in which the measurement is made is determined by the resolution bandwidth of the measuring equipment. Where the bandwidth is less than  $2\delta$ , the individual distortion-component voltages  $U_{2(f_2-f_1)}$  and  $U_{2(2f_1-f_2)}$  at frequencies  $f_0 \pm \delta$  are measured separately and summed in a r.m.s. manner. Where the bandwidth is greater than  $2\delta$ , the two components may be measured together using an r.m.s.-responding indicator.

*Note.* — A true r.m.s.-responding indicator should be used for measuring the two components together. The use of an average-responding indicator may give an error of up to 1 dB, while a peak-responding indicator may give an error of up to 3 dB.

6) Le bruit et autres signaux parasites à la sortie du filtre ne doivent pas dépasser le tiers de la valeur de la tension de sortie en présence des composantes d'intermodulation. On peut le vérifier en déconnectant chacune des sources tour à tour.

7) La distorsion totale par différence de fréquence s'exprime par les relations suivantes:

$$\text{sous forme de pourcentage: } d = \frac{[U_{2(f_2-f_1)}^2 + U_{2(2f_1-f_2)}^2]^{1/2}}{U_{2(f_1)} + U_{2(f_2)}} \cdot 100\%$$

$$\text{en décibels: } L_d = 20 \lg \left( \frac{d}{100} \right)$$

8) On peut obtenir plus d'informations en effectuant des mesures complémentaires pour un certain nombre de tensions de sortie comprises entre zéro et la tension nominale de sortie, et pour un certain nombre de fréquences spécifiées (voir paragraphe 22.10.1). La fréquence  $f_2$  peut être rendue aussi élevée que possible dans les limites du domaine de fréquence limité par le gain mais ne doit pas dépasser 20 kHz.

9) Les résultats des mesures sont présentés soit graphiquement, soit par les valeurs des fréquences spécifiées et des tensions de sortie. Le signal de sortie de référence pour les mesures est un signal sinusoïdal de même valeur crête à crête que le signal mesuré et de fréquence  $f_0$ . Les fréquences  $f_1$  et  $f_2$  utilisées pour les mesures doivent être indiquées.

## 23. Bruit

### 23.1 Caractéristiques à spécifier

#### a) Rapport signal sur bruit

Rapport, exprimé en décibels, de la tension nominale de sortie, soit à la somme des tensions de sortie dues au bruit mesurée en bande large, soit à la somme pondérée des tensions de sortie dues au bruit, soit aux tensions de sortie produites par les différentes composantes de bruit comprises dans des bandes d'octave, ou de tiers d'octave, l'amplificateur étant placé dans les conditions nominales, et la f.é.m. de source étant réduite à zéro. La courbe de pondération et les caractéristiques des appareils de mesure doivent être conformes aux spécifications de la Publication 268-1 de la CEI.

Des informations relatives au bruit, à l'exception du ronflement et d'autres composantes de signaux parasites, peuvent être données, dans les cas appropriés. On doit alors les indiquer explicitement.

S'il est nécessaire d'utiliser une tension de sortie de référence autre que la tension de sortie nominale, la valeur de celle-ci, exprimée en décibels, par rapport à la tension nominale (0 dB) doit être indiquée avec le résultat des mesures.

#### b) Tension de sortie de bruit

Tension de sortie d'un amplificateur qui résulte du bruit généré dans l'appareil lui-même et dans la résistance nominale de source. Cette tension est mesurée aux bornes de sortie d'un filtre approprié ou d'un réseau de pondération conformément à la Publication 268-1 de la CEI.

*Note.* — Pour beaucoup d'utilisations, c'est la valeur de cette tension de sortie de bruit qui est significative plutôt que le rapport de celle-ci à la valeur de la tension nominale de sortie limitée par la distorsion.

De même, la spécification de la tension de sortie de bruit (au lieu du rapport signal sur bruit) évite des difficultés de principe qui apparaissent lorsque le phénomène de bruit est à spécifier dans des conditions d'essai pour lesquelles la tension nominale de sortie limitée par la distorsion ne peut pas être obtenue.

6) Noise and spurious signal voltages at the filter output shall not exceed one-third of the output voltage measured with the intermodulation components present. This can be checked by disconnecting each source in turn.

7) The total difference frequency distortion can be determined by the formulae:

as a percentage: 
$$d = \frac{[U_{2(f_2-f_1)}^2 + U_{2(2f_1-f_2)}^2]^{1/2}}{U_{2(f_1)} + U_{2(f_2)}} \cdot 100\%$$

in decibels: 
$$L_d = 20 \lg \left( \frac{d}{100} \right)$$

8) Further information on the performance of the amplifier may be determined from additional measurements for a number of output voltages in the range between zero and rated output voltage and for a number of stated frequencies (see Sub-clause 22.10.1). The frequency  $f_2$  may be made as high as practicable within the gain-limited effective frequency range, but not exceeding 20 kHz, whichever is less.

9) The results of the tests are presented graphically or as values for specified frequencies and output voltages. The reference output to which measurements are referred is a sine wave with the same peak-to-peak voltage as the measured output voltage and a frequency  $f_0$ . The frequencies  $f_1$  and  $f_2$  used for the measurement shall be stated.

## 23. Noise

### 23.1 Characteristics to be specified

#### a) Signal-to-noise ratio

The ratio, expressed in decibels, of the rated output voltage to the wide-band, or a weighted sum of the output voltages or the octave/third-octave band output voltages produced by the different noise components, the amplifier being brought under rated conditions and the source e. m. f. being then reduced to zero. The weighting curve and the characteristics of the measuring instruments shall be as specified in IEC Publication 268-1.

Information about noise, excluding hum and the other spurious signal components, may be given, where relevant. When this is done, it shall be explicitly stated.

If it is justified to use a reference output voltage other than the rated output voltage, the level of decibels of this reference voltage with respect to the rated voltage (0 dB) shall be stated when reporting the results.

#### b) Noise output voltage

The output voltage of an amplifier which is due to noise generated both within the amplifier and within its rated source resistance. This voltage is measured at the output of the appropriate filter or weighting network according to IEC Publication 268-1.

*Note.* — For many purposes, it is the value of this noise output which is significant rather than its ratio to the rated distortion-limited output voltage.

Also, the specification of noise output voltage (instead of signal-to-noise ratio) avoids conceptual difficulties which arise when the noise performance is to be specified under test conditions where rated distortion-limited output voltage cannot be obtained.

c) *Tension de sortie de bruit résiduelle*

Tension de sortie de bruit telle qu'elle est définie en b) ci-dessus, la commande de gain étant mise sur la position correspondant au gain minimal.

d) *F.é.m. de source équivalente au bruit*

F.é.m. d'une source fournissant un signal sinusoïdal de fréquence spécifiée, qui produit une tension de sortie égale à la tension de sortie de bruit aux bornes de l'amplificateur.

*Note.* – Il convient que la fréquence de la source équivalente soit de préférence la fréquence de référence normalisée de 1000 Hz.

## 23.2 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
- 2) La f.é.m. de source est réduite à zéro.
- 3) Le matériel destiné à la mesure du bruit, soit en bande large, soit en mesure pondérée, soit en octave ou en 1/3 d'octave est relié aux bornes de sortie de l'amplificateur (Publication 268-1 de la CEI).
- 4) La tension de sortie de bruit  $U'_2$  est mesurée pour chaque position des commandes jugées nécessaire ou dans les conditions d'essais jugées utiles (par exemple, diminution ou augmentation de la tension d'alimentation).
- 5) La tension de sortie de bruit  $U'_2$  peut être indiquée directement.
- 6) Le rapport signal sur bruit peut être exprimé par l'expression:

$$20 \lg \frac{U_{2\text{ref}}}{U'_2}$$

dans laquelle  $U_{2\text{ref}}$  est définie comme une tension de référence, par exemple la tension de sortie nominale limitée par la distorsion.

- 7) Les réglages de toutes les commandes correspondantes et les conditions d'essai doivent être clairement données avec les résultats.
- 8) La f.é.m. de source équivalente au bruit peut être calculée à partir des mesures de la tension de sortie de bruit et du gain (voir paragraphe 20.2) par l'expression:

$$E_{\text{in}} = \frac{U'_2}{A}$$

où:

$E_{\text{in}}$  est la f.é.m. de source équivalente au bruit

$U'_2$  est la tension de sortie de bruit

$A$  est le gain maximal de f.é.m.

## 24. Ronflement

### 24.1 Introduction

On appelle ronflement le signal parasite à la fréquence d'alimentation et ses harmoniques. Les effets subjectifs du ronflement dépendent beaucoup de la forme de l'onde et du contenu spectral de telle sorte qu'il n'existe pas habituellement une corrélation valable entre des mesures simples et des évaluations subjectives, en particulier à cause des caractéristiques des haut-parleurs utilisés qui influent fortement sur les résultats subjectifs.

Dans les appareils à consommation variable, la tension de sortie de ronflement est en général fonction du niveau du signal utile, de telle sorte qu'une méthode de mesure spéciale est nécessaire.

c) *Residual noise output voltage*

The noise output voltage as defined in b) above but with the volume control set to its minimum position.

d) *Equivalent noise source e.m.f.*

The e.m.f. of a source giving a sinusoidal signal of a specified frequency which will produce an output voltage equal to the noise output voltage produced by the amplifier.

*Note.* – The frequency of the equivalent source should preferably be the standard reference frequency of 1000 Hz.

## 23.2 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions.
- 2) The source e.m.f. is reduced to zero.
- 3) Noise measuring equipment for wide-band (unweighted), weighted or octave/third-octave band measurement is connected to the output terminals (see IEC Publication 268-1).
- 4) The output noise voltage  $U'_2$  is then measured at each required setting of the controls, or under such required test conditions (for example, reduced or increased power supply voltage), as required.
- 5) The noise output voltage  $U'_2$  may be stated directly.
- 6) The signal-to-noise ratio may be expressed as

$$20 \lg \frac{U_{2\text{ref}}}{U'_2}$$

where  $U_{2\text{ref}}$  is a stated reference voltage, for example rated distortion-limited output voltage.

- 7) The settings of all relevant controls and the test conditions shall be clearly stated with the results.
- 8) The equivalent noise source e.m.f. may be calculated from the measurements of noise output voltage and of gain (see Sub-clause 20.2):

$$\text{where: } E_{\text{in}} = \frac{U'_2}{A}$$

$E_{\text{in}}$  is the equivalent noise source e.m.f.

$U'_2$  is the noise output voltage

$A$  is the maximum e.m.f. gain

## 24. Hum

### 24.1 Introduction

Interference at the power supply frequency and its harmonics is termed hum. The subjective effects of hum depend very much on the waveform and spectral content so that good correlation is not usually achieved between simple measurements and subjective evaluations, particularly since the characteristics of the loudspeakers used strongly influence the subjective results.

In variable consumption apparatus the hum output voltage is likely to be a function of the signal level, so that a special method of measurement is required.

## 24.2 Caractéristiques à spécifier

- a) Tension de sortie de ronflement: Tension de sortie engendrée par le signal parasite à la fréquence d'alimentation et ses harmoniques, lorsque l'amplificateur fonctionne dans des conditions spécifiées.
- b) Rapport signal sur ronflement: Rapport de la tension nominale de sortie (limitée par la distorsion) à la tension de ronflement, lorsque l'amplificateur est placé dans les conditions nominales et que la f.é.m. de source est réduite à zéro.
- c) F.é.m. de source équivalente au ronflement: F.é.m. de source de fréquence spécifiée qui produirait une tension de sortie égale à la tension de ronflement mesurée, si elle était appliquée aux bornes d'entrée de l'amplificateur fonctionnant d'autre part dans les mêmes conditions.
- d) Tension de ronflement résiduel: Tension de ronflement mesurée lorsque la ou les commandes de gain ont été placées sur la ou les positions donnant le gain minimal.

*Note.* – Il n'est pas logique de faire référence pour cette tension à la tension nominale de sortie et de calculer un rapport «signal/ronflement résiduel» puisque la ou les commandes de gain ayant été réglées pour le gain minimal, la tension nominale de sortie ne peut être obtenue.

## 24.3 Méthode de mesure

- 1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales, puis celles-ci sont modifiées pour obtenir les conditions dans lesquelles la mesure doit être effectuée.
- 2) On place à la sortie de l'amplificateur un filtre passe-bande qui laisse passer la fréquence de la composante de ronflement à mesurer.
- 3) Si, dans un appareil à consommation variable, on doit mesurer la variation de la tension de sortie de ronflement en fonction de la tension du signal de sortie, on relie une source de fréquence élevée par rapport à la fréquence de la source d'alimentation (5 kHz par exemple), aux bornes d'entrée de l'amplificateur; la f.é.m. de source est réglée pour produire la tension désirée du signal de sortie (par exemple comme dans les conditions normales pour les essais).
- 4) La tension de sortie est mesurée aux bornes du filtre et corrigée, si nécessaire, en fonction de l'affaiblissement provoqué par l'effet passe-bande du filtre.
- 5) On répète la mesure à d'autres fréquences de ronflement.
- 6) Les tensions de sortie de ronflement peuvent être présentées sous forme de spectre ou additionnées pour obtenir une tension totale de ronflement:

$$U_{RT} = [\sum U_R^2]^{1/2}$$

Le rapport signal sur ronflement peut être calculé conformément au point b) du paragraphe 24.2 et la f.é.m. de source équivalente au ronflement, calculée comme indiqué au point c) du paragraphe 24.2 en utilisant le gain de f.é.m.

$\frac{U_2}{E_s}$  obtenu à partir des résultats de mesure donnés au paragraphe 17.4.

- 7) Les mesures sur les appareils à consommation variable peuvent être répétées avec d'autres valeurs de la tension de sortie et les résultats présentés sous forme de graphique.
- 8) Un analyseur de spectre peut être utilisé pour mesurer simultanément toutes les tensions de ronflement.
- 9) Les mesures peuvent être répétées en plaçant la ou les commandes de gain en position pour obtenir le gain minimal afin de déterminer la tension de sortie de ronflement résiduel.

## 24.2 Characteristics to be specified

- a) Hum output voltage: The output voltage due to interference at the power supply frequency and its harmonics, when the amplifier is operating under specified conditions.
- b) Signal-to-hum ratio: The ratio of rated distortion-limited output voltage to hum output voltage, the amplifier being under rated conditions but with the source e. m. f. reduced to zero.
- c) Equivalent hum source e. m. f.: The source e. m. f. at the specified frequency which would produce an output voltage equal to the measured hum output voltage if applied to the input of the amplifier operating otherwise under the same conditions.
- d) Residual hum output voltage: The hum output voltage measured with the gain control(s) set to minimum position.

*Note.* – It is illogical to refer this voltage to rated output voltage and calculate a “residual signal-to-hum ratio” since with the gain control(s) at minimum, rated output voltage cannot be achieved.

## 24.3 Method of measurement

- 1) The amplifier is brought under rated conditions and the conditions then readjusted to those under which the measurement is to be made.
- 2) A band-pass filter is connected at the output terminals to pass the hum frequency component to be measured.
- 3) If the variation of hum output with signal output is to be measured for a variable consumption apparatus, a source at a frequency which is high compared with the power supply frequency, 5 kHz for example, is connected and the source e. m. f. adjusted to produce the required signal output voltage (for example, as for standard test conditions).
- 4) The output voltage from the filter is measured, and corrected if necessary for the pass-band attenuation of the filter.
- 5) The measurement is repeated at other hum frequencies.
- 6) The hum output voltages may be presented as a spectrum, or added to produce a total hum voltage:

$$U_{HT} = [\sum U_H^2]^{1/2}$$

The signal-to-hum ratio may be calculated as described in Item b) of Sub-clause 24.2. The equivalent hum source e. m. f. may be calculated as described in Item c) of Sub-clause 24.2, using the e. m. f. gain

$\frac{U_2}{E_s}$  calculated from the results of the measurement described in Sub-clause 17.4.

- 7) For variable consumption apparatus the measurements may be repeated with other values of output voltage, and the results presented graphically.
- 8) A spectrum analyser may be used to measure all the hum voltages simultaneously.
- 9) The measurements may be repeated with the gain control(s) set at minimum gain position to determine the residual hum output voltage.

## 25. Symétrie

Quelques méthodes simplifiées pour mesurer à la fois la symétrie de l'entrée et la symétrie de la sortie d'un amplificateur sont données pour information.

### 25.1 Symétrie de l'entrée

#### 25.1.1 Caractéristique à spécifier

La symétrie d'une entrée peut être influencée par la différence de valeurs des impédances internes entre les bornes d'entrée et le point de référence ou par un défaut du circuit de réjection des signaux de mode commun.

La combinaison de ces effets doit être exprimée comme le rapport de réjection des signaux de mode commun, mesure effectuée conformément à la méthode exposée au paragraphe 25.1.2. Il convient que ce rapport soit de préférence exprimé en décibels.

#### 25.1.2 Méthode de mesure

- 1) L'appareil, relié au circuit d'essai de la figure 1a de la Publication 268-2 de la CEI, est placé dans les conditions normales pour les essais. Le générateur doit être équipé d'un circuit de sortie flottant symétrique dont l'impédance de sortie n'a pas une valeur supérieure à celle de la résistance  $R_s$ .
- 2) La tension d'entrée  $U_1$  est mesurée en utilisant un instrument de mesure à haute impédance isolé de la terre.
- 3) On mesure la tension de sortie  $U_2$  à l'aide d'un appareil de mesure approprié.
- 4) Le circuit étant réalisé à nouveau selon la figure 1b de la Publication 268-2 de la CEI, on augmente la valeur de la f.é.m. de source jusqu'à ce que la valeur  $U'_2$  soit ou égale à  $U_2$  ou tout au moins suffisamment élevée pour éviter les erreurs dues au ronflement ou au bruit.
- 5) Les valeurs de  $U'_1$  et  $U'_2$  sont mesurées en utilisant les mêmes appareils de mesure que précédemment.
- 6) Le rapport de réjection de mode commun s'exprime en décibels par:

$$20 \lg \left( \frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U'_1}{U'_2} \right) \text{ dB}$$

La différence  $\Delta R_s$  entre les résistances  $\frac{R_s}{2}$  doit être assez faible pour que l'expression

$$20 \lg \frac{R_s}{\Delta R_s}$$

soit supérieure d'au moins 10 dB à la valeur en décibels la plus élevée du rapport de réjection attendu. Afin de conserver la précision, aux fréquences élevées, il est essentiel d'utiliser les écrans électrostatiques et les mises à la terre indiqués à la figure 1b de la Publication 268-2 de la CEI.

Dans tous les cas, il est judicieux de vérifier la validité du circuit d'essai en répétant le point 4 et en inversant les connexions des bornes d'entrée. Il convient que les valeurs obtenues du rapport de réjection de mode commun se situent dans les limites de 1 dB. La valeur de  $R_s$  utilisée pour la mesure (résistance nominale de source) doit être indiquée avec les résultats de la mesure. Si aucune valeur de  $R_s$  n'est donnée par le constructeur, on doit utiliser une résistance de 600  $\Omega$ , sauf indication contraire.

- 7) La mesure est répétée pour un certain nombre de fréquences, couvrant convenablement le domaine de fréquences de l'amplificateur.
- 8) Les résultats sont donnés soit sous forme de tableau, soit sous forme de graphique, le rapport de réjection de mode commun étant porté en ordonnées (exprimé en décibels sur une échelle linéaire) et les fréquences en abscisses sur une échelle logarithmique: on indique les points de mesure.

## 25. Balance

For information, some simplified methods of measurement for both the balance of the input and the balance of the output are given.

### 25.1 Balance of the input

#### 25.1.1 Characteristic to be specified

The balance of an input port may be influenced by inequality of the internal impedances from the input terminals to the reference point and/or failure of the circuit to reject common-mode signals adequately.

The combination of these effects shall be expressed as the common-mode rejection ratio (CMRR); measurements being made by the method of Sub-clause 25.1.2. This ratio preferably should be stated in dB.

#### 25.1.2 Method of measurement

- 1) The equipment, connected in the test circuit of Figure 1a of IEC Publication 268-2, is brought under standard test conditions. The generator shall have a balanced floating output circuit with an output impedance not greater in value than  $R_s$ .
- 2) The input voltage  $U_1$  is measured using a high-impedance earth-free measuring instrument.
- 3) The output voltage  $U_2$  is measured using an appropriate instrument.
- 4) The circuit is rearranged in the configuration of Figure 1b of IEC Publication 268-2 and the source e. m. f. is increased until the value  $U'_2$  is either equal to  $U_2$  or at least sufficiently high to avoid errors due to hum and noise.
- 5) The values of  $U'_1$  and  $U'_2$  are measured using the same instruments as before.
- 6) The common-mode rejection ratio, CMRR, is calculated in decibels:

$$20 \lg \left( \frac{U_2}{U_1} \cdot \frac{U'_1}{U'_2} \right) \text{ dB}$$

The difference  $\Delta R_s$  between the resistors  $\frac{R_s}{2}$  shall be sufficiently small, to ensure that

$$20 \lg \frac{R_s}{\Delta R_s}$$

is at least 10 dB greater than the highest value of CMRR anticipated. To maintain accuracy at high frequencies, it is also essential to use electrostatic screens and earth connections as shown in Figure 1b of IEC Publication 268-2.

It is in any case advisable to check the adequacy of the test circuit by repeating step 4 above with the leads to the input terminals interchanged. The values of CMRR obtained should agree within 1 dB. The value of  $R_s$  used for measurement (the rated source resistance) shall be stated with the measurement data. If no value of  $R_s$  is given by the manufacturer, a value of 600  $\Omega$  shall be used unless otherwise stated.

- 7) The measurement is repeated for a number of frequencies, adequately covering the effective frequency range of the equipment.
- 8) The results are given either in a table or graphically, presenting the CMRR as the ordinate (decibels on a linear scale) and the frequency as the abscissa (log scale), the points of measurement being indicated.

*Notes 1.* – Si l'on ne dispose pas de résistances blindées, appariées de façon suffisamment précise, on peut utiliser un enroulement symétrique à prise médiane d'une inductance ou d'un transformateur (translateur). Dans ce cas, une résistance de valeur  $R_s$  est mise en parallèle avec les extrémités de l'enroulement et les bornes d'entrée du circuit.

2. – Cet essai ne constitue pas une assurance convenable des caractéristiques de certains circuits d'entrée d'amplificateurs rendus électroniquement symétriques. Un tel matériel peut être réglé pour présenter un rapport de réjection de mode commun de valeur élevée dans des conditions d'essai spécifiées, mais néanmoins peut être la cause d'une sérieuse dissymétrie du signal lorsqu'il est relié à un circuit symétrique flottant. Un essai approprié de tels circuits d'entrée est à l'étude.

## 25.2 Symétrie de la sortie

### 25.2.1 Caractéristique à spécifier

La symétrie d'une sortie d'amplificateur peut être influencée par un ou plusieurs des trois effets suivants:

- 1) Différence de valeurs des impédances internes reliant les bornes de sortie au point de référence.
- 2) Différence des valeurs de la f. é. m. aux bornes de sortie par rapport au point de référence. Un signal de mode commun est alors superposé au signal utile symétrique.
- 3) Impédance interne de la source de déséquilibre. Ce facteur est considéré comme l'impédance de source associée au signal de mode commun décrit en 2).

La combinaison de ces effets doit être exprimée comme le rapport du signal de sortie symétrique au signal de mode commun lorsqu'il est mesuré conformément au paragraphe 25.2.2. Il convient que ce rapport soit de préférence exprimé en décibels.

### 25.2.2 Méthode de mesure

- 1) L'appareil, relié au circuit d'essai décrit à la figure 2 de la Publication 268-2 de la CEI, est placé dans les conditions normales pour les essais.
- 2) La tension de sortie  $U_2$  est mesurée à l'aide d'un appareil de mesure à haute impédance, isolé de la terre.
- 3) La tension de mode commun  $U'_2$  est mesurée en utilisant un appareil de mesure approprié.
- 4) Le rapport de la tension  $U_2$  à la tension de mode commun  $U'_2$  s'exprime par:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2} \text{ dB}$$

La différence  $\Delta R_2$  entre les résistances  $\frac{R_2}{2}$  doit être assez faible pour que l'expression:

$$20 \lg \frac{R_2}{\Delta R_2}$$

soit supérieure d'au moins 10 dB à la valeur en décibels la plus élevée du rapport attendu. Pour conserver la précision des mesures aux fréquences élevées, il est également essentiel d'utiliser les écrans électrostatiques et les mises à la terre qu'indique la figure 2 de la Publication 268-2 de la CEI. Dans tous les cas il est judicieux de vérifier la validité du circuit d'essai en répétant le point 3 et en inversant les connexions des bornes de sortie. Il convient que les valeurs du rapport obtenues se situent dans la limite de 1 dB. Sauf indication contraire, la valeur de  $R_m$  doit être de 600  $\Omega$ .

- 5) La mesure est répétée pour un certain nombre de fréquences couvrant convenablement le domaine utile de fréquence de l'amplificateur.
- 6) Les résultats sont donnés, soit sous forme de tableau, soit sous forme de graphique, le rapport étant porté en ordonnées, exprimé en décibels sur une échelle linéaire et les fréquences en abscisses sur une échelle logarithmique; on indique les points de mesure.

*Notes 1.* – If screened resistors, matched to the required degree of precision, are not available, use may be made of a suitable balanced, centre-tapped winding of an inductor or transformer (repeating coil). In this case a resistor of value  $R_s$  is connected in parallel with the ends of the winding and the input circuit terminals.

*2.* – This test is not an adequate assurance of the performance of certain electronically balanced amplifier input-circuits. Such equipment may be adjusted to exhibit a high value of common-mode rejection ratio under the specified test conditions but nevertheless may cause severe signal unbalance when connected to floating balanced circuits. A suitable test arrangement for such input circuits is under consideration.

## 25.2 *Balance of the output*

### 25.2.1 *Characteristic to be specified*

Balance of an output port may be influenced by one or more of three effects:

- 1) Inequality of the internal impedances from the output terminals to the reference point.
- 2) Inequality of the e.m.f.'s at the output terminals with respect to the reference point. This effect is considered in terms of a common-mode signal superimposed on the wanted balanced signal.
- 3) Internal impedance of the source of unbalance. This is considered as the source impedance associated with the common-mode signal described in 2).

The combination of these effects shall be expressed as the ratio of the balanced output signal to the common-mode signal when measured by the method of Sub-clause 25.2.2. This ratio preferably should be stated in decibels.

### 25.2.2 *Method of measurement*

- 1) The equipment, connected in the test circuit of Figure 2 of IEC Publication 268-2, is brought under standard test conditions.
- 2) The output voltage  $U_2$  is measured using a high-impedance earth-free measuring instrument.
- 3) The common-mode voltage  $U'_2$  is measured using an appropriate instrument.
- 4) The ratio of balanced signal to common-mode signal is calculated:

$$20 \lg \frac{U_2}{U'_2} \text{ dB}$$

The difference  $\Delta R_2$  between the resistors  $\frac{R_2}{2}$  is required to be sufficiently small to ensure that

$$20 \lg \frac{R_2}{\Delta R_2}$$

is at least 10 dB greater than the highest value of ratio anticipated. To maintain accuracy at high frequencies, it is also essential to use electrostatic screens and earth connections as shown in Figure 2 of IEC Publication 268-2. It is in any case advisable to check the adequacy of the test circuit by repeating step 3 above with the leads to the output terminals interchanged. The values of ratio obtained should agree within 1 dB. Unless otherwise stated, the value  $R_m$  shall be 600  $\Omega$ .

- 5) The measurement is repeated for a number of frequencies, adequately covering the effective frequency range of the equipment.
- 6) The results are given either in a table or graphically, presenting the ratio as ordinate (decibels on a linear scale) and the frequency as abscissa (logarithmic scale), the points of measurement being indicated.

## 26. Influences extérieures

### 26.1 Généralités

Les amplificateurs pour systèmes électroacoustiques sont soumis à de nombreuses formes d'influences extérieures, qu'il peut être important, dans certains cas, d'éliminer ou de limiter. Cependant, comme ces influences extérieures peuvent donner lieu à des effets très compliqués, à cause des non-linéarités on ne peut donner aucune méthode de mesure générale pour les évaluer.

La méthode de mesure indiquée ci-dessous traite uniquement de l'influence extérieure des champs magnétiques provenant de l'alimentation secteur. La méthode indiquée n'est ni exhaustive, ni définitive mais elle est destinée à servir de guide.

Pour toutes les influences extérieures autres que celles qui sont énumérées ci-dessous, la spécification doit être fixée d'un commun accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

### 26.2 *F.é.m. de source équivalente à l'effet des champs magnétiques extérieurs à fréquences basses, y compris celui de la fréquence d'alimentation et de ses harmoniques*

#### 26.2.1 *Caractéristique à spécifier*

F.é.m. de source équivalente, de fréquence égale à la fréquence de référence, correspondant à la tension de sortie due à un champ magnétique extérieur sinusoïdal ayant une direction, une valeur efficace et une fréquence spécifiées, l'amplificateur étant placé dans les conditions nominales, mais en l'absence de f.é.m. de source.

La f.é.m. de source équivalente doit être indiquée pour la direction du champ extérieur pour laquelle l'influence est maximale. Les directions correspondant aux influences maximales et minimales doivent être indiquées toutes les deux.

La f.é.m. de source équivalente doit être indiquée pour un champ magnétique extérieur de fréquence égale à la fréquence d'alimentation et pour chaque champ de fréquence égale à ses différents harmoniques jusqu'au cinquième inclus.

Il convient que la f.é.m. de source équivalente soit indiquée sans pondération.

L'intensité du champ magnétique utilisé doit être adaptée aux conditions d'utilisation pratique de l'amplificateur et en tout cas, l'intensité doit être suffisamment importante pour dominer tout bruit et autres perturbations.

#### 26.2.2 *Méthode de mesure*

1) L'amplificateur est placé dans les conditions nominales, en l'absence de f.é.m. de source. Un filtre approprié peut être utilisé pour séparer les fréquences à mesurer du signal parasite.

2) On applique un champ magnétique extérieur sinusoïdal et uniforme de fréquence égale à la fréquence d'alimentation. La direction du champ extérieur doit être telle que l'on obtienne une tension de sortie maximale.

*Note.* – Voir la Publication 268-1 de la CEI concernant la méthode destinée à produire un champ magnétique alternatif uniforme.

3) Un essai préliminaire doit être effectué afin de déterminer s'il existe une relation linéaire entre l'intensité du champ magnétique extérieur  $H$  et la tension de sortie qui en résulte, par exemple, en doublant ou en réduisant de moitié l'intensité du champ magnétique et en mesurant la tension de sortie correspondante.

4) On mesure l'intensité du champ magnétique  $H$  et la tension de sortie  $U_2$ .