

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 268-3

Première édition — First edition

1969

Équipements pour systèmes électroacoustiques

Troisième partie: Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques

Sound system equipment

Part 3: Sound system amplifiers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 268-3

Première édition — First edition

1969

Equipements pour systèmes électroacoustiques

Troisième partie: Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques

Sound system equipment

Part 3: Sound system amplifiers



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Conditions	8
3.1 Conditions de spécification et de mesure	8
3.2 Conditions nominales et conditions normales de fonctionnement	10
3.3 Autres conditions	12
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
4. Impédance nominale de source	14
5. Eléments interchangeable	14
6. Commandes automatiques	14
7. Instructions spéciales pour la mise en service	14
8. Préconditionnement	14
9. Alimentation	16
10. Position des commandes de gain	16
11. Séries de mesures	16
12. Procédure préliminaire aux mesures	16
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES À SPÉCIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES	
13. Bornes et commandes	20
14. Alimentation	22
14.1 Alimentation nominale	22
14.2 Tolérances sur la tension d'alimentation	24
14.3 Tolérances sur la fréquence d'alimentation	26
14.4 Tolérances sur les harmoniques de l'alimentation en courant alternatif ou sur l'ondulation de l'alimentation en courant continu	28
15. Caractéristiques d'entrée	30
15.1 Impédance nominale de source	30
15.2 Impédance d'entrée	30
15.3 Force électromotrice nominale de source	32
15.4 Force électromotrice minimale de source pour la tension nominale de sortie	32
16. Caractéristiques de sortie	32
16.1 Impédance nominale de charge	32
16.2 Impédance de sortie	34
16.3 Tension nominale de sortie	36
16.4 Puissance nominale de sortie	36
16.5 Taux de régulation	36
17. Caractéristiques limites	38
17.1 Force électromotrice limite de source	38
17.2 Tension limite de sortie	38
17.3 Puissance de sortie limitée par la température	40
18. Gain	40
18.1 Gain nominal de tension	40
18.2 Gain global maximal de tension	42
18.3 Gain nominal d'insertion	42
18.4 Gain maximal d'insertion	44
19. Réponse	44
19.1 Réponse en fréquence	44
19.2 Gamme utile de fréquences	46
19.3 Réponse en phase	46
20. Non-linéarité d'amplitude	48
20.1 Distorsion harmonique	48
20.2 Méthodes de mesure	50
20.3 Distorsion par différence de fréquences	52
20.4 Distorsion d'intermodulation	60
20.5 Courbes de distorsion	64
21. Bruit	68
21.1 Rapport nominal signal sur bruit	68

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 normal working conditions	11
3.3 Other conditions	13
SECTION ONE — GENERAL	
4. Rated source impedance	15
5. Interchangeable parts	15
6. Automatic controls	15
7. Special instructions for operation	15
8. Preconditioning	15
9. Power supply	17
10. Position of the volume controls	17
11. Series of measurements	17
12. Preliminary procedure for measurements	17
SECTION TWO — CHARACTERISTICS TO BE SPECIFIED AND THE RELEVANT MEASURING METHODS	
13. Terminals and controls	21
14. Power supply	23
14.1 Rated power supply	23
14.2 Tolerances of power supply voltage	25
14.3 Tolerances of power supply frequency	27
14.4 Tolerances of power supply harmonics and ripple	29
15. Input characteristics	31
15.1 Rated source impedance	31
15.2 Input impedance	31
15.3 Rated source e.m.f.	33
15.4 Minimum source e.m.f. for rated output	33
16. Output characteristics	33
16.1 Rated load impedance	33
16.2 Output impedance	35
16.3 Rated output voltage	37
16.4 Rated output power	37
16.5 Regulation	37
17. Limiting characteristics	39
17.1 Overload source e.m.f.	39
17.2 Limiting output voltage	39
17.3 Temperature-limited output power	41
18. Gain	41
18.1 Rated voltage gain	41
18.2 Maximum over-all voltage gain	43
18.3 Rated matched insertion gain	43
18.4 Maximum matched insertion gain	45
19. Response	45
19.1 Gain/frequency response	45
19.2 Effective frequency range	47
19.3 Phase/frequency response	47
20. Amplitude non-linearity	49
20.1 Harmonic distortion	49
20.2 Measuring methods	51
20.3 Difference-frequency distortion	53
20.4 Intermodulation distortion	61
20.5 Distortion curves	65
21. Noise	69
21.1 Rated signal-to-noise ratio	69

21.2	Force électromotrice nominale de source équivalente au bruit	72
21.3	Niveau nominal d'entrée équivalent au bruit	74
21.4	Rapport signal sur bruit résiduel	78
21.5	Facteur nominal de bruit	80
22.	Ronflement	84
22.1	Rapport nominal signal sur ronflement	84
22.2	Force électromotrice nominale de source équivalente au ronflement	86
22.3	Niveau nominal d'entrée équivalent au ronflement	88
22.4	Rapport signal sur ronflement résiduel	88
22.5	Modulation due au ronflement	90
23.	Déséquilibre	90
23.1	Déséquilibre de l'entrée	92
23.2	Déséquilibre de la sortie	94
24.	Influences extérieures	98
24.1	Généralités	98
24.2	Force électromotrice nominale de source équivalente due à des champs magnétiques extérieurs correspondant à la fréquence d'alimentation	100
24.3	Force électromotrice résiduelle de source équivalente due à des champs magnétiques extérieurs correspondant à la fréquence d'alimentation	102
25.	Champ magnétique de dispersion	104
25.1	Champ magnétique de dispersion engendré par l'amplificateur	104
26.	Diaphonie	104
26.1	Affaiblissement total de diaphonie	104
26.2	Affaiblissement linéaire de diaphonie	106
26.3	Affaiblissement non linéaire de diaphonie	110
27.	Alignement	112
27.1	Différence de gain	112
27.2	Différence de phase	114
28.	Caractéristiques physiques et dispositifs de raccordement des câbles	114
29.	Classification des caractéristiques à spécifier	116
ANNEXE A		120
FIGURES		122

Withholding

21.2	Rated equivalent noise source e.m.f.	73
21.3	Rated equivalent input noise level	75
21.4	Residual signal-to-noise ratio	79
21.5	Rated noise index	81
22.	Hum	85
22.1	Rated signal-to-hum ratio	85
22.2	Rated equivalent hum source e.m.f.	87
22.3	Rated equivalent input hum level	89
22.4	Residual signal-to-hum ratio	89
22.5	Hum modulation	91
23.	Unbalance	91
23.1	Unbalance of the input	93
23.2	Unbalance of the output	95
24.	External influences	99
24.1	General	99
24.2	Rated equivalent source e.m.f. for external magnetic fields of power supply frequency	101
24.3	Residual equivalent source e.m.f. for external magnetic fields of power supply frequency	103
25.	Magnetic stray field	105
25.1	Interfering stray field generated by the amplifier	105
26.	Cross talk	105
26.1	Over-all cross-talk attenuation	105
26.2	Linear cross-talk attenuation	107
26.3	Non-linear cross-talk attenuation	111
27.	Alignment	113
27.1	Gain alignment	113
27.2	Phase alignment	115
28.	Physical sizes and cable assemblies	115
29.	Classification for the characteristics to be specified	117
APPENDIX A		121
FIGURES		122

Withholding

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Troisième partie : Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 29 de la CEI: Electroacoustique.

Des projets séparés des sections traitant des caractéristiques et des méthodes de mesure furent discutés lors de la réunion tenue à Aix-les-Bains en 1964. Les projets définitifs furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juin 1965 et décembre 1965 respectivement.

Lors de la réunion tenue à Prague en 1966, il fut décidé d'inclure quelques modifications à ces projets. Ces modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en janvier 1967.

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

Allemagne	Japon
Australie	Norvège *
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Roumanie **
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
Finlande	Turquie
Hongrie *	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	

La publication complète relative aux équipements électroacoustiques remplaçant les Publications 89 et 89A de la CEI sera provisoirement publiée sous forme de parties séparées, soit:

- Première partie: Généralités.
- Deuxième partie: Définition des termes généraux.
- Troisième partie: Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques.
- Quatrième partie: Microphones pour systèmes électroacoustiques.
- Cinquième partie: Haut-parleurs pour systèmes électroacoustiques.
- Sixième partie: Eléments auxiliaires passifs.

* A voté uniquement en faveur de la section traitant des caractéristiques.

** A voté uniquement en faveur de la section traitant des méthodes de mesure.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 3 : Sound system amplifiers

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 29, Electro-acoustics.

Separate drafts of the sections concerning characteristics and measuring methods were discussed at the meeting held in Aix-les-Bains in 1964. The final drafts were submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in June 1965, and December 1965 respectively.

During the meeting held in Prague in 1966, it was decided that some amendments should be included in these drafts. These amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in January 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway *
Belgium	Romania **
Canada	Sweden
Denmark	Switzerland
Finland	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary *	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	

The complete publication on Sound System Equipment which is intended to replace IEC Publications 89 and 89A, will be issued in the following separate parts:

- Part 1: General.
- Part 2: Explanation of General Terms.
- Part 3: Sound System Amplifiers.
- Part 4: Sound System Microphones.
- Part 5: Sound System Loudspeakers.
- Part 6: Auxiliary Passive Elements.

* Voted in favour of the section on characteristics only.

** Voted in favour of the section on measuring methods only.

ÉQUIPEMENTS POUR SYSTÈMES ÉLECTROACOUSTIQUES

Troisième partie : Amplificateurs pour systèmes électroacoustiques

1. Domaine d'application

La présente recommandation s'applique aux amplificateurs qui constituent la partie centrale d'un système électroacoustique, c'est-à-dire, un système destiné à l'amplification et à la distribution du son par l'intermédiaire d'éléments d'entrée, tels que des microphones et des têtes de lecture, et d'éléments de sortie qui, en général, sont des hauts-parleurs.

Les amplificateurs considérés ici peuvent être à tubes électroniques ou à transistors.

Cette recommandation doit être utilisée conjointement avec les publications suivantes :

- Première partie: Généralités (Publication 268-1 de la CEI).
- Deuxième partie: Définition des termes généraux (en préparation).
- Quatrième partie: Microphones pour systèmes électroacoustiques (en préparation).
- Cinquième partie: Haut-parleurs pour systèmes électroacoustiques (en préparation).
- Sixième partie: Éléments auxiliaires passifs (en préparation).

2. Objet

L'objet de cette publication est de donner des recommandations concernant les caractéristiques à spécifier et leurs méthodes de mesure.

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

Les conditions nominales et les conditions normales de fonctionnement telles qu'elles sont indiquées ci-après ont été adoptées comme conditions de spécification et de mesure.

3. Conditions

3.1 Conditions de spécification et de mesure

3.1.1 Conditions générales

On se référera à la Publication 268-1 de la CEI: Equipements pour systèmes électroacoustiques, Première partie: Généralités, en ce qui concerne:

- les unités et le système de mesure;
- les fréquences de mesure;
- les quantités à spécifier et leurs tolérances;
- le repérage (voir l'article 13);
- les filtres, les réseaux et les appareils de mesure pour la spécification et la mesure du bruit;
- les conditions ambiantes;
- les spécifications individuelles et les spécifications de série;
- la représentation graphique;
- les échelles pour la représentation graphique.

SOUND SYSTEM EQUIPMENT

Part 3 : Sound system amplifiers

1. Scope

This Recommendation applies to amplifiers which form the heart of a sound system, i.e. a system for the amplification and distribution of sound via input elements such as microphones and pick-ups and via output elements which are, in general, loudspeakers.

The amplifiers considered are valve amplifiers as well as transistor devices.

This Recommendation is to be read in conjunction with the following publications:

- Part 1: General (IEC Publication 268-1).
- Part 2: Explanation of General Terms (under consideration).
- Part 4: Sound System Microphones (under consideration).
- Part 5: Sound System Loudspeakers (under consideration).
- Part 6: Auxiliary Passive Elements (under consideration).

2. Object

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

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 normal working 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*

Reference is made to IEC Publication 268-1, Sound System Equipment, Part 1: General, as concerns:

- units and system of measurement;
- frequencies of measurement;
- quantities to be specified and their accuracy;
- marking (see Clause 13);
- filters, networks, and measuring instruments for noise specification and measurement;
- ambient conditions;
- individual specification and type specification;
- graphical presentation;
- scales for graphical presentation.

3.2 Conditions nominales et conditions normales de fonctionnement

3.2.1 Introduction

Pour faciliter la spécification des conditions dans lesquelles les amplificateurs doivent être mesurés ou vérifiés, certains groupes de conditions ont été définis dans cette recommandation sous les titres respectifs de conditions nominales et de conditions normales de fonctionnement.

Cinq données servent de base à l'établissement de ces conditions:

- alimentation nominale;
- impédance nominale de source;
- force électromotrice nominale de source;
- impédance nominale de charge;
- tension nominale de sortie;
- puissance nominale de sortie.

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 constituent des bases pour mesurer les autres caractéristiques.

Le terme « nominal » appliqué aux autres caractéristiques se rapporte à la spécification ou à la mesure des caractéristiques particulières effectuées dans les conditions nominales ou dans des conditions qui leur sont liées sans ambiguïté. Ceci s'applique aux caractéristiques suivantes:

- gain nominal de tension;
- gain nominal d'insertion;
- rapport nominal signal sur bruit;
- force électromotrice nominale de source équivalente au bruit;
- niveau nominal d'entrée équivalent au bruit;
- facteur nominal de bruit;
- rapport nominal signal sur ronflement;
- force électromotrice nominale de source équivalente au ronflement;
- niveau nominal d'entrée équivalent au ronflement;
- force électromotrice nominale de source équivalente due à un champ magnétique extérieur correspondant à la fréquence d'alimentation.

3.2.2 Conditions nominales

Un amplificateur, défini comme un quadripôle ayant une paire de bornes désignée « Entrée » et une paire de bornes désignée « Sortie » sera considéré comme travaillant dans les conditions nominales lorsque les conditions suivantes auront été remplies:

- amplificateur connecté à l'alimentation nominale;
- f.é.m. de source connectée en série avec l'impédance nominale de source aux bornes d'entrée;
- bornes de sortie bouclées sur l'impédance nominale de charge;
- bornes non utilisées reliées comme spécifié;
- f.é.m. de source de forme sinusoïdale, ajustée à une valeur égale à la f.é.m. nominale, et d'une fréquence pour laquelle le signal de sortie est le moins influencé par les commandes de tonalité, s'il en existe. Cette fréquence doit être la fréquence de référence normalisée de 1 000 Hz (voir la Publication 268-1 de la CEI), sauf s'il existe une raison valable pour choisir une valeur différente;

Note. — Les amplificateurs pour lesquels la puissance de sortie nominale spécifiée dépasse la puissance de sortie limitée par la température seront soumis à une surcharge quand ils se trouveront dans les conditions nominales pendant une longue période de temps. Pour ces amplificateurs, les conditions nominales ne doivent pas être maintenues pendant une durée supérieure à celle que l'amplificateur peut supporter.

3.2 *Rated conditions and normal working conditions*

3.2.1 *Introduction*

For convenience in specifying how amplifiers are to be set up for measurement or verification, certain sets of conditions have been defined in this Recommendation under the titles of rated conditions and normal working conditions, respectively.

Five ratings are basic to the formulation of these concepts:

- rated power supply;
- rated source impedance;
- rated source e.m.f.;
- rated load impedance;
- rated output voltage;
- rated output power.

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

The prefix "rated" applied to other characteristics relates to the specification or measurement of the particular characteristic under rated conditions or under conditions unambiguously connected with them. This applies to the following characteristics:

- rated voltage gain;
- rated matched insertion gain;
- rated signal-to-noise ratio;
- rated equivalent noise source e.m.f.;
- rated equivalent input noise level;
- rated noise index;
- rated signal-to-hum ratio;
- rated equivalent hum source e.m.f.;
- rated equivalent input hum level;
- rated equivalent source e.m.f. for external magnetic field.

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, will be understood to be working under rated conditions when the following conditions have been fulfilled:

- amplifier connected to rated power supply;
- source e.m.f. connected in series with the rated source impedance to the input terminals;
- output terminals terminated with the rated load impedance;
- terminals not used terminated as specified;
- source e.m.f. adjusted to a sinusoidal voltage equal to the rated source e.m.f. at that frequency at which the output signal is the least influenced by the tone controls, if any. In the absence of a clear reason to the contrary, this frequency shall be the standard reference frequency of 1 000 Hz (see IEC Publication 268-1);

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

- commande de gain, s'il en existe, mise dans une position telle que l'on obtienne la tension nominale de sortie aux bornes de sortie;
- commandes de tonalité, s'il en existe, mises dans une position spécifiée pour fournir la courbe de réponse en fréquence spécifiée, généralement la courbe de réponse horizontale.

3.2.3 Conditions normales de fonctionnement

Un amplificateur, défini comme un quadripôle ayant une paire de bornes désignée « Entrée » et une paire de bornes désignée « Sortie », sera considéré comme travaillant dans des conditions normales de fonctionnement, lorsque les conditions suivantes auront été remplies:

- amplificateur connecté à l'alimentation nominale;
- branchements et impédances tels qu'ils figurent aux conditions nominales;
- f.é.m. de source de forme sinusoïdale réglée à une valeur inférieure de 10 dB à la valeur nominale de la f.é.m. de source;
- fréquence de la source réglée à la valeur spécifiée pour les conditions nominales, sauf indication contraire;
- positions des commandes telles qu'elles figurent aux conditions nominales, sauf indication contraire.

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 aussi 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 précisées par le constructeur, ont quelque influence marquante sur les caractéristiques à spécifier, celles-ci doivent alors être aussi 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 marquante, dans les limites précisées par le constructeur, sur les caractéristiques à spécifier, ces caractéristiques doivent aussi être données pour la limite supérieure des tolérances annoncées par le constructeur pour les harmoniques ou l'ondulation.

3.3 Autres conditions

Si des informations supplémentaires sont données concernant l'amplificateur et que celles-ci s'appliquent à d'autres conditions que les conditions normalisées, 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. Les fréquences et positions des commandes nécessaires à l'obtention de données supplémentaires seront choisies selon les recommandations figurant dans les articles suivants.

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 mise en jeu.

- volume control, if any, set to such a position that the rated output voltage appears at the output terminals;
- tone controls, if any, set to a specified position to give the specified frequency response, generally the flat frequency response.

3.2.3 *Normal working 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, will be understood to be working under normal working conditions when the following conditions have been fulfilled:

- amplifier connected to rated power supply;
- connections and impedances as for rated conditions;
- source e.m.f. adjusted to a sinusoidal voltage of 10 dB below the rated source e.m.f.;
- source adjusted at the frequency specified for rated conditions unless otherwise stated;
- setting of the controls as for rated conditions unless otherwise stated.

When specifying the characteristics of an amplifier, rated power supply 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 harmonic or ripple.

3.3 *Other conditions*

If supplementary data of the amplifier are presented, applying to other than those conditions standardized, e.g. at different frequencies or at different settings of controls, then the conditions shall be fully defined in the presentation. Frequencies and settings of controls for supplementary data shall be chosen according to the recommendations involved in the following clauses.

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

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

4. Impédance nominale de source

Pour les amplificateurs sans transformateur d'entrée, si la valeur de l'impédance nominale de source n'est pas précisée, les impédances suivantes doivent être adoptées comme impédances nominales de source:

50 000 Ω pour entrée sur tube électronique;
500 Ω pour entrée sur transistor.

5. Éléments interchangeables

Pour les mesures de série, les éléments interchangeables tels que tubes électroniques, éléments de circuits ou composants enfichables 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.

6. Commandes automatiques

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

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

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

7. 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 des manœuvres préliminaires et lors de l'essai.

8. Préconditionnement

L'amplificateur doit être placé dans les conditions normales de fonctionnement pendant le laps de temps fixé par le constructeur, avant toute opération de mesure, afin de permettre aux composants d'atteindre la température correspondant aux conditions normales de fonctionnement. Si aucune durée n'est précisée, une durée de 1 h sera adoptée comme période de stabilisation.

SECTION ONE — GENERAL

4. **Rated source impedance**

If the rated source impedance is not specified then, for amplifiers without an input transformer, the following impedances shall be adopted as the rated source impedance:

50 000 Ω for electronic tube input;
500 Ω for transistor input.

5. **Interchangeable parts**

For type measurements, interchangeable parts, such as electronic tubes and plug-in circuit elements or units, shall be selected to have the mean characteristics specified for these parts.

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

6. **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 on a signal proper to the amplifier itself or on an external control signal.

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

7. **Special instructions for operation**

The manufacturer may have specified 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 given other information with respect to normal or abnormal working 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.

8. **Preconditioning**

The amplifier shall be under normal working conditions for the period of time specified by the manufacturer before measurements are made, to allow the components to reach the temperature for normal working conditions. If no period is specified, then a period of 1 h shall be allowed for stabilization.

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 le paragraphe 3.2.3).

10. Position des commandes de gain

Excepté si une position maximale ou minimale de la commande de gain est inhérente à la caractéristique à mesurer, la commande de gain doit être sur la position correspondant aux conditions nominales lorsqu'on mesure une caractéristique pour une seule position de la commande de gain. 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 respectifs de 3 dB, 6 dB et 10 dB par rapport au gain obtenu sur la position correspondant aux conditions nominales.

Les commandes de gain relatives aux canaux qui ne sont pas mesurés doivent être mises dans la position « zéro ».

11. Séries de mesures

Si une série de mesures est effectuée, l'amplificateur doit de préférence être maintenu dans les conditions normales de fonctionnement pendant les intervalles de temps entre les mesures.

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

Si l'amplificateur doit être arrêté pour une longue période de temps entre les mesures, on doit se conformer à la procédure préliminaire avant l'exécution des mesures ultérieures conformément à cette recommandation.

12. Procédure préliminaire aux mesures

L'amplificateur à contrôler doit être préparé pour les mesures, selon la procédure suivante:

1. L'impédance nominale de charge est connectée aux bornes de sortie. Une source de tension de forme sinusoïdale est connectée aux bornes d'entrée, en série avec l'impédance nominale de source; la fréquence de la source est réglée à 1 000 Hz; la force électromotrice de source est réglée à zéro.
2. On choisit l'alimentation convenable (courant continu ou alternatif). La tension et la fréquence (pour le courant alternatif) de l'alimentation sont ajustées aux valeurs nominales spécifiées pour l'alimentation de l'amplificateur à $\pm 5\%$ de la valeur nominale.
3. On recherche s'il existe une procédure particulière indiquée par le constructeur, pour mettre en marche l'amplificateur. Dans l'affirmative, le branchement de l'alimentation est fait selon la procédure spécifiée.

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 3.2.3).

10. Position of the volume controls

Unless a maximum or minimum position of the volume control is inherent to the characteristic to be measured, the volume control shall be at the position for rated conditions when measuring a characteristic for only one setting of the volume control. 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, 3 dB, 6 dB and 10 dB with respect to the setting for rated conditions.

Volume controls belonging to channels not to be measured shall be put in the zero position.

11. Series of measurements

If a series of measurements is made, the amplifier should preferably be maintained under normal working 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 by the preliminary procedure according to this Recommendation.

12. Preliminary procedure for measurements

The amplifier to be put under test shall be prepared for measurement according to the following procedure:

1. The rated load impedance is connected to the output terminals. A source of sinusoidal voltage is connected to the input terminals in series with the rated source impedance; the source frequency is set to the standard reference frequency of 1 000 Hz; the source e.m.f. is set to zero.
2. The correct kind of power supply (d.c. or a.c. or both if required) is chosen and the power supply voltage and (for alternating current) the power supply frequency is adjusted, within $\pm 5\%$, to the rated values specified for the power supply to the amplifier.
3. The relevant instructions are examined. If a special procedure is stated by the manufacturer, the power supply is switched on according to this procedure.

4. On recherche s'il existe une indication donnée par le constructeur au sujet d'un temps de « pré-conditionnement » avant utilisation. Si aucune durée n'est précisée, une durée de 2 min sera adoptée.
5. S'il existe des commandes de tonalité portant une indication de leur position pour la courbe de réponse normale, généralement la courbe de réponse horizontale, on les place dans cette position.
6. La commande de gain, s'il en existe une, est mise en position zéro. La force électromotrice de source est réglée à sa valeur nominale. La commande de gain est alors réglée à nouveau pour obtenir à la sortie le niveau nominal de tension de sortie. On réduit alors la force électromotrice de 10 dB.
7. S'il existe des commandes de tonalité ne portant aucune indication de leur position pour la courbe de réponse normale (généralement la courbe de réponse horizontale), elles doivent être réglées dans cette position par approximations successives, en faisant varier la fréquence de la source dans toute la gamme utile de fréquences, la force électromotrice de source restant constante durant cette procédure. Si les commandes de tonalité ont déjà été réglées dans une position prédéterminée, comme il est indiqué au point 5, cette opération doit être effectuée à titre de vérification.
8. En fonction des résultats de la procédure indiquée au point 7, on décide si la fréquence de 1 000 Hz convient comme fréquence de référence, ou s'il existe une raison importante de choisir une autre valeur. La fréquence de la source est réglée à la fréquence de référence choisie.
9. La procédure indiquée au point 6 est répétée pour obtenir à titre provisoire des conditions normales de fonctionnement.
10. L'amplificateur doit rester dans les conditions normales de fonctionnement provisoires pendant un laps de temps spécifié par le constructeur pour le préconditionnement. Si aucune durée n'est spécifiée, on adoptera une période de stabilisation de 1 h.

Les conditions nominales ou les conditions normales de fonctionnement constituent les conditions dans lesquelles doivent être exécutées les procédures de mesure décrites dans cette recommandation.

a) Les conditions nominales de mesure sont obtenues en suivant, après le temps de préconditionnement mentionné ci-dessus, la procédure suivante :

11. La tension d'alimentation est maintenant réglée à la valeur de la tension nominale d'alimentation, avec une précision de 3%.
12. Si les commandes de tonalité ont été préalablement réglées suivant la procédure indiquée au point 7, cette procédure doit être reprise pour obtenir un réglage précis des commandes de tonalité.
13. La procédure indiquée au point 6 est reprise pour obtenir un réglage précis de la commande de gain à sa position nominale.
b) Les conditions normales de fonctionnement sont obtenues selon la procédure suivante qui doit être appliquée une fois les conditions nominales réalisées :
14. La force électromotrice de source est ramenée à une valeur inférieure de 10 dB à la force électromotrice nominale de source.

4. The relevant instructions are examined for any indication stated by the manufacturer concerning a particular preconditioning period. If no period is specified, a period of 2 min shall be chosen.
5. If there are tone controls bearing an indication of their position for the normal frequency response, generally the flat response, then they are set to this position.
6. The volume control, if any, is set to zero. The source e.m.f. is adjusted to rated source e.m.f. The volume control is then readjusted to obtain the rated output voltage. The source e.m.f. is then reduced to 10 dB below the rated source e.m.f.
7. If there are tone controls not bearing an indication of their position for normal frequency response (generally the flat response), then they are adjusted to this position by trial and error varying the source frequency over the effective frequency range during this procedure, the source e.m.f. remaining constant. If the tone controls have already been adjusted to a pre-determined position as mentioned under item 5, then this procedure is followed as a check.
8. From the result of the procedure given under item 7, a decision is made as to whether the standard reference frequency of 1 000 Hz is adequate as a reference frequency, or whether a sufficiently strong reason exists to impose another frequency. The source frequency is adjusted to the chosen reference frequency.
9. The procedure mentioned under item 6 is repeated to obtain provisional normal working conditions.
10. The amplifier shall remain under the provisional normal working conditions for a period of time specified by the manufacturer for preconditioning. If no period is specified, then 1 h shall be allowed for stabilization.

Rated conditions, or normal working conditions, constitute the conditions for carrying out the measurement procedures described in this Recommendation.

 - a) *Rated conditions for measurement are obtained by following the procedure outlined below after the above-mentioned preconditioning period:*
11. The power supply voltage is adjusted now to the rated power supply voltage to an accuracy of within 3%.
12. If the tone controls have been provisionally adjusted according to the procedure of item 7, then this procedure shall be repeated to obtain an accurate setting of the tone controls.
13. The procedure of item 6 is repeated to obtain an accurate setting of the volume control to its rated position.
 - b) *Normal working conditions are obtained by following the procedure outlined below after rated conditions have been established:*
14. The source e.m.f. is reduced to 10 dB below the rated source e.m.f.

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES A SPÉCIFIER ET MÉTHODES DE MESURE CORRESPONDANTES

13. Bornes et commandes

13.1 Repérage

Les recommandations concernant le repérage des bornes et des commandes sont spécifiées dans la Publication 268-1 de la CEI, article 6.

Le repérage peut s'appliquer à:

- La sécurité du personnel et la protection contre le feu dans le sens indiqué par la Publication 65 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils électroniques et les appareils associés à usage domestique ou à usage général analogue, reliés à un réseau.
- La protection contre les erreurs de branchement.
- Des indications concernant l'utilisation normale.

Le repérage ne peut ni prévenir les fausses manœuvres, ni se substituer à un mode d'emploi complet. Le repérage doit être établi en recherchant les moyens propres à éviter les manœuvres dangereuses ou défectueuses et en fonction du mode d'emploi figurant dans le manuel fourni par le constructeur.

13.2 Symboles de repérage

Les repérages doivent de préférence être composés de symboles littéraux, signes, nombres, couleurs, qui soient compréhensibles internationalement. L'usage de textes doit être évité le plus possible.

Les symboles littéraux, représentant les quantités et les unités doivent être conformes à la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique.

Les symboles graphiques doivent être conformes à la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles d'information doivent être conformes à la publication: Symboles d'information destinés aux équipements, Première partie: Symboles destinés aux équipements d'usage général (à l'étude).

Les symboles littéraux ou graphiques relatifs à des sujets non inclus dans ces publications, et toute autre sorte de repérage, doivent être clairement explicités dans les manuels.

13.3 Conditions d'essai

Les recherches et les essais effectués en vue de vérifier la conformité aux spécifications contenues dans cette recommandation doivent tenir compte de la position de l'amplificateur en fonctionnement normal. Les bornes et les commandes des amplificateurs conçus pour être montés en bâtis, ou dans des enceintes fermées et qui sont inaccessibles en position normale de fonctionnement doivent être considérées comme des organes internes. Dans ce cas, les conditions indiquées s'appliquent également à l'enceinte complète.

13.4 Sécurité du personnel et protection contre le feu

L'amplificateur doit être construit et repéré comme il est indiqué dans la Publication 65 de la CEI. La conformité doit être vérifiée par examen.

13.5 Protection contre les erreurs de branchement

Les bornes d'entrée de l'alimentation de l'amplificateur ou les bornes destinées à alimenter d'autres appareils doivent être conçues de manière à fournir une protection complète contre une

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

13. Terminals and controls

13.1 *Marking*

Recommendations for marking the terminals and controls are given in IEC Publication 268-1, Clause 6.

Marking may concern:

- Personal safety and prevention of spread of fire in the sense of IEC Publication 65, Safety Requirements for Mains-operated Electronic and Related Equipment for Domestic and Similar General Use.
- Safety in case of faulty connections.
- Indications relating to normal operation.

Marking can neither prevent unwanted manipulations 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.

13.2 *Symbols for marking*

Marking should preferably be composed of letter symbols, signs, numbers and colours, which are internationally intelligible. The use of texts shall be avoided as far as possible.

Letter symbols for quantities and units shall be in accordance with IEC Publication 27, Letter Symbols to be Used in Electrical Technology.

Graphical symbols with IEC Publication 117, Recommended Graphical Symbols.

Instructional symbols with the Publication: Informative Symbols on Equipment, Part 1: Equipment Symbols for General Use (under consideration).

Letter symbols or graphical symbols for items not involved in these publications and all other kinds of marking shall be clearly identified in the manual.

13.3 *Conditions for test*

Investigations and tests made to check compliance with the requirements of this Recommendation shall take into consideration the physical position of the amplifier in normal operation. For amplifiers designed for mounting in racks or enclosures, terminals and controls inaccessible in the normal operating position shall be considered as internal. In this case, the requirements stated also apply to the complete enclosure.

13.4 *Personal safety and prevention of spread of fire*

The amplifier shall be designed and marked as indicated in IEC Publication 65. Compliance shall be checked by inspection.

13.5 *Safety in case of faulty connections*

Terminals meant for accepting power or for delivering power to other units shall be so designed as to provide complete protection against misuse or faulty connection of power cords,

mauvaise utilisation ou un branchement défectueux des cordons d'alimentation, des éléments enfichables ou de tous autres accessoires utilisés normalement avec l'appareil et comportant des fiches et des prises à cet effet.

Les bornes destinées au branchement de l'alimentation en courant continu ou à l'alimentation en courant continu d'autres appareils doivent être repérées en tenant compte de leur polarité et de leur branchement possible à la « terre » ou au châssis.

Les répartiteurs de tension d'alimentation et de tension de sortie, susceptibles d'être utilisés par l'utilisateur, doivent porter l'indication de la nature de l'alimentation et de la tension.

La conformité doit être vérifiée par examen.

Pour les amplificateurs conçus de manière à être montés dans des bâtis ou des enceintes fermées, il est recommandé de vérifier si les bornes destinées à être reliées au câblage à l'intérieur de l'enceinte, correspondent sans ambiguïté, soit par un repérage, soit par leur position, aux instructions de branchement incluses dans la notice d'installation, étant entendu que ces instructions s'adressent à du personnel spécialisé.

13.6 *Directives pour l'utilisation normale*

Les repérages ne peuvent pas fournir des directives complètes pour l'utilisation. Les bornes et les commandes de réglage doivent au moins correspondre sans ambiguïté à la description de leur fonction et aux directives d'utilisation contenues dans les instructions d'emploi, soit par un repérage approprié, soit d'après leur position.

Il est préférable toutefois que les bornes, les commandes de réglage, les éléments enfichables et autres éléments auxiliaires fournis pour être utilisés conjointement avec l'amplificateur soient repérés conformément à leur fonction, et que le repérage des bornes indique les branchements à la « terre » ou au châssis ainsi que leur polarité si l'utilisation normale exige que les connexions soient effectuées avec une relation de phase particulière. Le repérage sera fait de manière à donner à l'utilisateur une idée générale des caractéristiques de l'amplificateur.

La conformité doit être vérifiée par examen.

Pour les amplificateurs conçus de manière à être montés dans des bâtis ou des enceintes fermées, il est recommandé de vérifier si les commandes qui doivent être réglées à l'intérieur de l'enceinte correspondent sans ambiguïté, soit par repérage, soit par leur position propre, aux instructions de réglage figurant dans le manuel d'installation, étant entendu qu'elles sont destinées à du personnel spécialisé.

14. **Alimentation**

14.1 *Alimentation nominale*

14.1.1 *Caractéristiques à spécifier*

Les points ci-après doivent être spécifiés 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:

- nature de l'alimentation: courant continu ou courant alternatif;
- tension d'alimentation;
- fréquence ou gamme de fréquences du courant d'alimentation;
- puissance apparente, prélevée dans les conditions nominales, exprimée en voltampères;
- puissance prélevée, dans les conditions normales de fonctionnement, exprimée en watts;
- puissance prélevée, quand la f.é.m. de source est nulle, exprimée en watts.

plug-in units or any other auxiliaries proper to the normal use of the device and carrying sockets and connectors for this purpose.

Terminals meant for connection to d.c. power supply or meant to deliver d.c. power to other apparatus shall be marked as to polarity and possible connection to “earth” or chassis.

Selectors for power supply and output voltage, if meant to be set by the user, shall be marked with an indication of the kind of power supply and voltage concerned.

Compliance shall be checked by inspection.

For amplifiers designed to be mounted in racks or enclosures, it is recommended that a check be made as to whether the terminals meant to be internally connected to the wiring in the enclosure are unambiguously identifiable, either by marking or by virtue of their position, with respect to the instructions for connection in the installation manual, it being assumed that these are to be read by skilled personnel.

13.6 *Indications for normal operation*

Marking cannot provide complete operating instructions. Terminals and controls shall be at least unambiguously related, either by marking or in virtue of their position, to the description of their function and to the directions for use given in the manual.

It is suggested that the terminals, controls, plug-in units and other auxiliary parts delivered for use with the amplifier be marked with respect to their function and that the terminals be marked with respect to required connections to “earth” or chassis and with their polarity if normal operation requires the connections to be made in a particular phase relation. The scope and extent of the marking should be such as to convey to the user a broad idea of the normal specification of the amplifier.

Compliance shall be checked by inspection.

For amplifiers designed to be mounted in racks or enclosures, it is recommended that a check be made as to whether controls meant to be adjusted internally in the enclosure are unambiguously related, either by marking or by virtue of their position, to the adjustment instructions in the installation manual, it being assumed that these are to be read by skilled personnel.

14. **Power supply**

14.1 *Rated power supply*

14.1.1 *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 adaptor, if any:

- the type of power supply, i.e. d.c. or a.c.;
- power supply voltage;
- power supply frequency or range of frequencies;
- apparent power drawn, under rated conditions, expressed in voltamperes;
- power drawn, under normal working conditions, expressed in watts;
- power drawn, with zero source e.m.f., expressed in watts.

14.1.2 Méthodes de mesure

a) Puissance prélevée à la source d'alimentation

1. L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
2. La puissance prélevée à la source d'alimentation est mesurée en watts à l'aide d'un wattmètre:
 - i) avec la force électromotrice de source ramenée à une valeur inférieure de 10 dB à la force électromotrice nominale de source, c'est-à-dire dans les conditions normales de fonctionnement;
 - ii) avec la force électromotrice de source ramenée à zéro.
3. La puissance prélevée à la source d'alimentation est spécifiée pour les deux conditions mentionnées ci-dessus.

b) Puissance apparente prélevée à la source d'alimentation

1. L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
2. La puissance apparente prélevée à la source d'alimentation est mesurée en voltampères.

14.2 Tolérances sur la tension d'alimentation

14.2.1 Caractéristiques à spécifier

Les tolérances spécifiées par le constructeur sur 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 n'est dépassée pour aucun composant, et pour 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 sont pas dépassées.
- c) La température maximale admissible n'est dépassée pour aucun composant quand l'amplificateur travaille dans des conditions normales de fonctionnement — sauf en ce qui concerne la tension d'alimentation — pendant une période de temps prolongée.

Notes 1. — Pour la température ambiante, voir la Publication 68 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique.

2. — Pour les règles de sécurité, voir la Publication 65 de la CEI.

- d) Ni la tension de sortie ni le gain ne sont sujets à des variations excessives.
- e) Le rapport signal sur ronflement ne doit pas être inférieur de plus de 3 dB au rapport nominal signal sur ronflement spécifié par le constructeur.

Les amplificateurs conçus pour une alimentation secteur ne seront 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 être alimentés 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.

Si le constructeur a prévu des tolérances sur la tension d'alimentation n'excédant pas $\pm 10\%$, on considère que la conformité avec les 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.

14.1.2 *Measuring methods*

a) Power drawn from the power supply

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 the source e.m.f. decreased to 10 dB below the rated source e.m.f., i.e. under normal working conditions;
 - ii) with the source e.m.f. reduced to zero.
3. The power drawn from the power supply is stated for the two above-mentioned conditions.

b) Apparent power drawn from the power supply

1. The amplifier is brought under rated conditions.
2. The apparent power drawn from the power supply is measured in voltamperes.

14.2 *Tolerances of power supply voltage*

14.2.1 *Characteristics to be specified*

The tolerance of the power supply voltage 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 component and for any condition of normal operation; this applies particularly to such components as semiconductor devices and electrolytic capacitors.
- b) The tolerances of heater voltages of the 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 normal working conditions — except as regards power supply voltage — for an extended period of time.

Notes 1. — For ambient temperature, see IEC Publication 68, Basic Environmental Testing Procedures.

2. — For safety requirements, see IEC Publication 65.

- d) Neither output nor gain are subject to excessive variations.
- e) The signal-to-hum ratio is not more than 3 dB below that specified by the manufacturer.

Amplifiers designed to take their power supply from the mains will generally not be 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, temperature of batteries or to the gradual decrease of battery voltage during life or discharge.

If the manufacturer has stated power supply voltage tolerances not exceeding $\pm 10\%$, then compliance with the requirements mentioned under a), b) and c) is considered to be within the scope of normal amplifier design. Compliance with the requirements mentioned under d) and e) shall be checked.

Si le constructeur a prévu des tolérances dépassant $\pm 10\%$ sur la tension d'alimentation, on doit rechercher dans les instructions d'emploi s'il existe des moyens particuliers permettant de compenser l'effet de ces variations et l'action même de ces moyens doit être vérifiée si possible. Si des renseignements sont fournis à ce sujet, la conformité avec les spécifications mentionnées en a) et b) doit être vérifiée. Il en sera de même pour celles mentionnées en c), d) et e).

14.2.2 *Avis important*

L'amplificateur ne doit pas être soumis à des variations de tension d'alimentation supérieures à $\pm 10\%$, excepté si le constructeur a prévu des tolérances plus larges sur cette tension.

Les tolérances spécifiées par le constructeur sur la tension d'alimentation ne doivent pas être dépassées.

14.2.3 *Méthodes de mesure*

a) *Température*

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement.
2. La tension d'alimentation est réglée à sa limite supérieure.
3. L'amplificateur doit pouvoir travailler 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.
2. On mesure la distorsion harmonique totale comme il est indiqué au paragraphe 20.1.
3. On mesure la force électromotrice de source E_s et la tension de sortie U_2 .
4. On fait varier point par point 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 force électromotrice de source E_s de manière à obtenir la distorsion harmonique initiale et l'on mesure alors la force électromotrice de source E'_s et la tension de sortie U'_2 .
5. Dans les limites de tensions d'alimentation autorisées, E'_s et U'_2 restent 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 au paragraphe 22.1.
2. On fait varier point par point 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 nominal signal sur ronflement. Il est exprimé sous forme du rapport du ronflement mesuré à la tension nominale de sortie.

Note. — On obtiendra généralement le rapport signal sur ronflement le plus mauvais pour la limite supérieure de la tension d'alimentation.

14.3 *Tolérances sur la fréquence d'alimentation*

14.3.1 *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 n'est dépassée pour aucun composant, lorsque l'amplificateur est dans les conditions normales de fonctionnement — excepté en ce qui concerne la fréquence d'alimentation — ceci pendant au moins 4 h.

If the manufacturer has stated power supply voltage tolerances exceeding $\pm 10\%$, then the accompanying manual shall be examined for possible disclosure of special means for compensating such variations and the proper working of these means shall be checked if possible. If relevant information is available, compliance with the requirements mentioned under *a)* and *b)* shall be checked. Compliance with the requirements mentioned under *c)*, *d)* and *e)* shall be checked.

14.2.2 *Warning*

The amplifier shall not be submitted to power supply voltage variations exceeding $\pm 10\%$ unless the manufacturer has stated larger voltage tolerances.

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

14.2.3 *Measuring methods*

a) Temperature

1. The amplifier is brought under normal working conditions.
2. The power supply voltage is adjusted to the upper limit.
3. The amplifier shall be capable of working under these conditions for at least 4 h without any component exceeding the maximum permissible temperature.

b) Variations of output voltage and gain

1. The amplifier is brought under rated conditions.
2. The total harmonic distortion is measured as indicated under Sub-clause 20.1.
3. The source e.m.f. E_s and the output voltage U_2 are measured.
4. 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 measured.
5. Over the range of permitted supply voltage, both E'_s and U'_2 remain substantially proportional to the power supply voltage, where no voltage regulation is provided.

c) Hum

1. The rated signal-to-hum ratio is measured as indicated under Sub-clause 22.1.
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 rated signal-to-hum ratio computed. It is expressed as the ratio of the measured hum to the rated output voltage.

Note. — The worst signal-to-hum ratio will generally be measured at the upper limit of power supply voltage.

14.3 *Tolerances of power supply frequency*

14.3.1 *Characteristics to be specified*

The tolerances of power supply frequency, 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 normal working 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 sont pas soumises à des variations notables.
- c) Le rapport signal sur ronflement ne doit pas être inférieur de plus de 3 dB au rapport nominal signal sur ronflement spécifié par le constructeur.
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 de fonctionnement des composants, en particulier dans la partie alimentation, peut apparaître dans la partie basse de la gamme de fréquences d'alimentation.

14.3.2 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.
2. On mesure la distorsion harmonique totale comme il est indiqué au paragraphe 20.1.
3. On mesure la force électromotrice de source E_s et la tension de sortie U_2 .
4. On fait varier la fréquence d'alimentation point par point dans la gamme de fréquences spécifiée 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.
5. Ni la tension U_2' ni la distorsion harmonique totale ne doivent subir de variations notables à l'intérieur de la gamme de fréquences d'alimentation spécifiée.

b) Ronflement

1. On mesure le rapport nominal signal sur ronflement comme il est indiqué au paragraphe 22.1.
2. On fait varier la fréquence d'alimentation point par point dans la gamme spécifiée par le constructeur. Pour chaque valeur choisie de la fréquence d'alimentation, on mesure la tension de ronflement à la sortie et on calcule le rapport nominal signal sur ronflement. Il est exprimé sous forme de rapport du ronflement mesuré à la tension nominale de sortie.

Note. — Le rapport signal sur ronflement le plus mauvais sera généralement obtenu quand la fréquence de l'alimentation sera à sa limite inférieure.

14.4 Tolérances sur les harmoniques de l'alimentation en courant alternatif ou sur l'ondulation de l'alimentation en courant continu

14.4.1 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 14.2.
- b) Le rapport signal sur ronflement ne doit pas être inférieur de plus de 3 dB au rapport nominal signal sur ronflement spécifié par le constructeur.

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 14.2.

En ce qui concerne l'ondulation de l'alimentation en courant continu, la tolérance ne doit pas dépasser la tolérance positive spécifiée au paragraphe 14.2.

Note. — 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 more than 3 dB below that specified by the manufacturer.

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

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

14.3.2 Measuring methods

a) Variations of output voltage and total harmonic distortion

1. The amplifier is brought under rated conditions.
2. The total harmonic distortion is measured as indicated under Sub-clause 20.1.
3. The source e.m.f. E_s and the output voltage U_2 are measured.
4. 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.
5. 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

1. The rated signal-to-hum ratio is measured as indicated under Sub-clause 22.1.
2. 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 hum voltage at the output is measured and the rated signal-to-hum ratio computed. It is expressed as the ratio of the measured hum to the rated output voltage.

Note. — The worst signal-to-hum ratio will generally be measured at the lower limit of power supply frequency

14.4 Tolerances of power supply harmonics and ripple

14.4.1 Characteristics to be specified

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

- 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 under Sub-clause 14.2.
- b) The signal-to-hum ratio is not more than 3 dB below that specified by the manufacturer.

Compliance with the requirement mentioned under *a)* requires the tolerance of a.c. power supply harmonics not to exceed the smallest tolerance, either positive or negative, specified for power supply voltage under Sub-clause 14.2.

For d.c. power supply ripple, the tolerance shall not exceed the positive tolerance specified under Sub-clause 14.2.

Note. — 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 involving all kinds of spurious signals.

15. Caractéristiques d'entrée

15.1 Impédance nominale de source

15.1.1 Caractéristique à spécifier

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

Notes 1. — Sauf indication contraire, l'impédance nominale de source doit être une résistance pure de valeur constante.

2. — Le constructeur peut aussi donner une gamme d'impédances de source qu'il considère comme utilisable dans la pratique.

15.2 Impédance d'entrée

15.2.1 Caractéristique à spécifier

Impédance interne de l'amplificateur mesurée entre les bornes d'entrée dans les conditions normales de fonctionnement.

15.2.2 Méthodes de mesure

15.2.2.1 Entrée symétrique

a) Entrée non reliée à la terre

Si le circuit d'entrée de l'amplificateur est symétrique et n'est pas relié à la terre (ou au châssis), la procédure suivante est recommandée:

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement et on utilise une source dont une borne est reliée à la terre, comme l'indique la figure 1, page 122.
2. On mesure la tension de sortie U_2 .
3. On mesure la tension d'entrée U_1 .
4. On connecte une résistance, de valeur connue R égale approximativement au dixième de la valeur de l'impédance d'entrée, en série avec les bornes d'entrée comme l'indique la figure 2, page 122.
5. On règle à nouveau la force électromotrice de source de manière à obtenir la tension de sortie initiale U_2 .
6. On mesure la tension U_R qui apparaît aux bornes de la résistance R .
7. Le module de l'impédance d'entrée est $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

b) Entrée reliée à la terre

Si le circuit d'entrée comporte une prise médiane reliée à la terre (ou au châssis), la procédure suivante est recommandée:

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement et on utilise une source dont aucune borne n'est reliée à la terre (ou au châssis), comme l'indique la figure 3, page 123.
2. On mesure la tension de sortie U_2 .
3. On mesure la tension d'entrée U_1 à l'aide d'un voltmètre à entrée symétrique.
4. On connecte une résistance de valeur connue R en série avec les bornes d'entrée comme l'indique la figure 4, page 123.
5. On règle à nouveau la force électromotrice de source de manière à obtenir la tension de sortie initiale U_2 .
6. On mesure la tension U_R qui apparaît aux bornes de la résistance R à l'aide d'un voltmètre à entrée symétrique.
7. Le module de l'impédance d'entrée est $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

15. Input characteristics

15.1 Rated source impedance

15.1.1 Characteristic to be specified

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

Notes 1. — Unless otherwise specified, the rated source impedance shall be a constant pure resistance.

2. — The manufacturer may also give the range of source impedances which he considers tolerable in practice.

15.2 Input impedance

15.2.1 Characteristic to be specified

The internal impedance of the amplifier measured between the input terminals under normal working conditions.

15.2.2 Measuring methods

15.2.2.1 Balanced input

a) Free from earth

If the input circuit of the amplifier is balanced and free from connections to the earth (or chassis), the following procedure is recommended:

1. The amplifier is brought under normal working conditions, using a source with one earthed terminal, as shown in Figure 1, page 122.
2. The output voltage U_2 is measured.
3. The input voltage U_1 is measured.
4. A known resistor of value R approximately one tenth of the input impedance is connected in series with the input terminals as shown in Figure 2, page 122.
5. The source e.m.f. is readjusted to obtain the initial output voltage U_2 .
6. The voltage U_R appearing across the resistor R is measured.
7. The modulus of the input impedance is $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

b) Connected to earth

If the input circuit has a centre tap connected to the earth or chassis, the following procedure is recommended:

1. The amplifier is brought under normal working conditions, using a source free from earth (or chassis), as shown in Figure 3, page 123.
2. The output voltage U_2 is measured.
3. The input voltage U_1 is measured by means of a balanced voltmeter.
4. A known resistor of value R is connected in series with the input terminals as shown in Figure 4, page 123.
5. The source e.m.f. is readjusted to obtain the initial output voltage U_2 .
6. The voltage U_R appearing across the resistor R is measured by means of a balanced voltmeter.
7. The modulus of the input impedance is $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

15.2.2.2 *Entrée dissymétrique*

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement.
2. On intercale entre le générateur de force électromotrice et l'amplificateur, un transformateur à écrans. Les écrans sont reliés suivant le schéma de la figure 5, page 124.
3. On règle la tension apparaissant aux bornes du secondaire du transformateur à une valeur inférieure de 10 dB à la valeur de la force électromotrice nominale de source.
4. On mesure la tension de sortie U_2 .
5. On mesure la tension d'entrée U_1 .
6. On connecte, côté masse, une résistance de valeur connue R en série entre une des bornes du secondaire du transformateur et la terre (figure 6, page 124).
7. On règle la tension apparaissant aux bornes du secondaire du transformateur de façon à obtenir la tension de sortie initiale U_2 .
8. On mesure la tension U_R qui apparaît aux bornes de la résistance R .
9. Le module de l'impédance d'entrée est $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

15.3 *Force électromotrice nominale de source*

15.3.1 *Caractéristique à spécifier*

Force électromotrice, 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 aux bornes de l'impédance nominale de charge.

15.4 *Force électromotrice minimale de source pour la tension nominale de sortie*

15.4.1 *Caractéristique à spécifier*

Force électromotrice de source pour laquelle un amplificateur, connecté comme il est spécifié dans les conditions nominales, fournit la tension nominale de sortie, les correcteurs de tonalité, s'il en existe, étant placés comme il est spécifié dans les conditions nominales, et la commande de gain, s'il en existe une, étant réglée pour le gain maximal.

Note. — S'il n'y a pas de commande de gain, cette caractéristique est alors identique à la « f.é.m. nominale de source » (voir le paragraphe 15.3).

15.4.2 *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 force électromotrice de source de façon à rétablir la tension de sortie initiale.
4. On mesure la force électromotrice de source E_s .

16. **Caractéristiques de sortie**

16.1 *Impédance nominale de charge*

16.1.1 *Caractéristique à spécifier*

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

15.2.2.2 *Unbalanced input*

1. The amplifier is brought under normal working conditions.
2. A shielded transformer is inserted between the source e.m.f. and the amplifier. The shields are connected as shown in Figure 5, page 124.
3. The voltage appearing at the secondary terminals of the transformer is adjusted to a value of 10 dB below the rated source voltage.
4. The output voltage U_2 is measured.
5. The input voltage U_1 is measured.
6. A known resistor of value R is connected in series between one of the secondary terminals of the transformer and ground as shown in Figure 6, page 124.
7. The voltage appearing at the secondary terminals of the transformer is adjusted to obtain the initial output U_2 .
8. The voltage U_R appearing across resistor R is measured.
9. The modulus of the input impedance is $\frac{U_1}{U_R} \cdot R$.

15.3 *Rated source e.m.f.*

15.3.1 *Characteristic to be specified*

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

15.4 *Minimum source e.m.f. for rated output*

15.4.1 *Characteristic to be specified*

The source e.m.f. for rated output voltage of an amplifier connected for rated conditions, the tone controls, if any, being set as specified for rated conditions and the volume control, if any, set for maximum gain.

Note. — If there is no volume control, then this characteristic is identical to “rated source e.m.f.” (see Sub-clause 15.3).

15.4.2 *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 source e.m.f. E_s is measured.

16. **Output characteristics**

16.1 *Rated load impedance*

16.1.1 *Characteristic to be specified*

That impedance, as specified by the manufacturer, by which the output terminals of the amplifier are to be terminated for measuring purposes.

Notes 1. — Sauf spécification contraire de la part du constructeur, l'impédance nominale de charge doit être une résistance pure de valeur constante.

2. — Dans le cas d'amplificateurs conçus pour une charge variable, l'impédance nominale de charge doit être celle pour laquelle l'amplificateur peut fournir la puissance de sortie maximale sans dépasser une valeur spécifiée de non linéarité d'amplitude.
3. — L'impédance nominale de charge, la tension nominale de sortie et la puissance nominale de sortie constituant des caractéristiques interdépendantes d'un amplificateur, il est recommandé que ces caractéristiques soient présentées conjointement sous forme d'un tableau dans lequel figurent les différentes positions du commutateur ou les différentes paires de bornes, s'il y a lieu, correspondant aux diverses tensions nominales de sortie.
On donne ici des définitions séparées pour chacune des trois quantités, mais puisqu'elles sont interdépendantes, il est possible de déduire chacune de ces quantités des spécifications que donne le constructeur pour les deux autres.
4. — Le constructeur peut aussi donner une gamme d'impédances de charge qu'il considère comme utilisable dans la pratique.

16.2 Impédance de sortie

16.2.1 Caractéristique à spécifier

Impédance interne de l'amplificateur mesurée entre les bornes de sortie, dans les conditions normales de fonctionnement.

16.2.2 Méthode de mesure

L'impédance de sortie d'un amplificateur est en général une quantité complexe. Alors que le module de l'impédance d'entrée peut être mesuré suivant une procédure simple, il n'existe pas de procédure semblable pour mesurer le module de l'impédance de sortie.

L'impédance complexe de sortie peut être calculée à l'aide des tensions de sortie apparaissant selon trois conditions de charge. Cette procédure requiert des appareils de mesure très précis.

Cependant, comme, dans le cas général, à l'intérieur de la gamme utile de fréquences, l'impédance de sortie est sensiblement une résistance pure, on peut suivre une procédure simple pour obtenir des résultats approximatifs qui sont suffisamment précis pour l'usage courant.

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement.
2. On mesure la tension de sortie pour un certain nombre de charges s'étendant de $0,8 R_2$ à $1,2 R_2$ et comprenant l'impédance nominale de charge R_2 .
3. Les résultats de mesure sont traduits sous forme d'une courbe, exprimant l'inverse de la tension de sortie en fonction de l'admittance de charge. La tangente à la courbe obtenue est tracée pour la condition de charge nominale; le point d'intersection de cette tangente avec l'axe des ordonnées est déterminé, et l'on obtient ainsi la tension apparente de sortie à vide U'_2 .
4. L'impédance de sortie est calculée à l'aide de la tension apparente de sortie à vide U'_2 , de la tension de sortie pour la charge nominale U_2 , et de l'impédance nominale de charge R_2 , d'après la formule:

$$|Z| = \frac{U'_2 - U_2}{U_2} \cdot R_2$$

Notes 1. — La tension apparente de sortie à vide U'_2 obtenue selon la méthode indiquée ci-dessus ne sera pas en général égale à la tension de sortie à vide.

2. — L'erreur sur le résultat obtenu selon cette procédure croît en fonction de l'importance de la composante inductive ou capacitive de l'impédance de sortie. C'est pourquoi cette méthode ne doit pas être utilisée pour mesurer l'impédance de sortie au voisinage ou en dehors des limites de la gamme utile de fréquences.
3. — En ce qui concerne les amplificateurs ayant un taux élevé de contre-réaction de tension, les différences entre les tensions de sortie correspondant à des charges différentes peuvent être très petites. S'il en est ainsi, les tensions de sortie peuvent être déterminées de façon précise en mesurant les différences entre les tensions redressées et une tension d'opposition continue stabilisée.

Notes 1. — Unless otherwise specified by the manufacturer, the rated load impedance shall be a constant pure resistance.

2. — The rated load impedance for amplifiers designed for variable loading shall represent the load for which the amplifier can deliver the maximum output power without exceeding a specified amplitude non-linearity.
3. — Rated load impedance, rated output voltage and rated output power being coherent characteristics of an amplifier, it is recommended that these characteristics be set out together in a table in which the different settings of the rated output voltage switch or the different pairs of terminals for different rated output voltages, if any, are listed.

Individual definitions of these three quantities are given here but since they are interdependent, it is possible to derive any one from the manufacturer's specification for the other two.

4. — The manufacturer may also give the range of load impedance which he considers tolerable in practice.

16.2 Output impedance

16.2.1 Characteristic to be specified

The internal impedance of the amplifier measured between the output terminals under normal working conditions.

16.2.2 Method of measurement

The output impedance of an amplifier will generally be a complex quantity. Whereas the modulus of the input impedance can be measured by a simple procedure, no such procedure exists for measuring the modulus of the output impedance.

The complex output impedance can be computed from the output voltages occurring under three different conditions of load. This procedure requires very accurate measuring apparatus.

As, however, within the effective frequency range, the output impedance will generally be approximately a pure resistance, a simple procedure may be followed to obtain approximate results which are sufficiently accurate for normal practice.

1. The amplifier is brought under normal working conditions.
2. The output voltage is measured for a number of loads ranging from $0.8 R_2$ to $1.2 R_2$ and including the rated load impedance R_2 .
3. The results of the measurement are expressed in a graph presenting the inverse output voltage as a function of the inverse load impedance. The tangent to this curve for the condition of rated load is drawn and the intersection of this tangent with the ordinate is determined thus obtaining the apparent no-load output voltage U'_2 .
4. The output impedance is computed from the apparent no-load output voltage U'_2 , the output voltage for rated load U_2 and the rated load impedance R_2 according to the expression:

$$|Z| = \frac{U'_2 - U_2}{|U_2|} \cdot R_2$$

Notes 1. — The apparent no load output voltage U'_2 obtained according to the above-mentioned procedure will generally not be equal to the output voltage under no-load conditions.

2. — The error in the result obtained by this procedure is larger according to the extent of the inductive or capacitive component of the output impedance. This procedure, therefore, should not be used to measure the output impedance near or outside the limits of the effective frequency range.
3. — For amplifiers with a high degree of voltage feed-back, the differences in output voltage as a result of different loading may be very small. If so, the output voltages can be measured very accurately by measuring the difference between the rectified output voltages and a compensating stabilized direct voltage.

16.3 Tension nominale de sortie

16.3.1 Caractéristique à spécifier

Tension, spécifiée par le constructeur, pour laquelle la puissance nominale de sortie est fournie à l'impédance nominale de charge.

Note. — Voir note 3 du paragraphe 16.1.

16.3.2 Méthode de mesure

Tension de sortie pour une non-linéarité d'amplitude spécifiée

1. L'amplificateur est placé dans les conditions nominales et on règle la commande de gain, si elle existe, de façon à obtenir, aux bornes de sortie, la tension nominale de sortie spécifiée par le constructeur.
2. On connecte un distorsiomètre aux bornes de sortie et on règle la force électromotrice de source de façon à obtenir une non-linéarité d'amplitude spécifiée du signal de sortie.
3. On mesure la tension de sortie U_2 .

16.4 Puissance nominale de sortie

16.4.1 Caractéristique à spécifier

Puissance, spécifiée par le constructeur, que l'amplificateur est susceptible de dissiper dans l'impédance nominale de charge, à une fréquence donnée ou dans une bande de fréquences donnée, sans dépasser un taux de non-linéarité d'amplitude spécifié, les bornes de sortie de l'amplificateur étant reliées à l'impédance nominale de charge.

Notes 1. — La puissance nominale de sortie doit être mesurée à 1 000 Hz, à moins qu'il n'y ait une raison majeure de choisir une autre fréquence de référence.

2. — Voir note 3 du paragraphe 16.1.

16.4.2 Méthode de mesure

Puissance de sortie pour une non-linéarité d'amplitude spécifiée

1. L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
2. On connecte un distorsiomètre aux bornes de sortie et l'on règle la force électromotrice de source de façon à obtenir une non-linéarité d'amplitude spécifiée du signal de sortie.
3. On mesure la tension de sortie U_2 .
4. La puissance de sortie est $\frac{U_2^2}{R_2}$, où R_2 est l'impédance nominale de charge.

16.5 Taux de régulation

16.5.1 Caractéristique à spécifier

Accroissement de la tension de sortie, exprimé en pourcentage, lorsque, dans les conditions normales de fonctionnement, l'impédance nominale de charge est déconnectée, la f.é.m. de source restant constante.

Note. — Si l'amplificateur comporte un compresseur ou un expenseur, celui-ci doit être rendu inopérant.

16.5.2 Méthode de mesure

1. L'amplificateur est placé dans les conditions normales de fonctionnement.
2. On mesure la tension de sortie U_2 .

16.3 *Rated output voltage*

16.3.1 *Characteristic to be specified*

The voltage at which the rated output power is delivered into the rated load impedance as specified by the manufacturer.

Note. — See Note 3 of Sub-clause 16.1.

16.3.2 *Method of measurement*

Output voltage for a specified amplitude non-linearity

1. The amplifier is brought under rated conditions, setting the volume control, if any, to such a position that the rated output voltage, as specified by the manufacturer, appears at the output terminals.
2. A distortion meter is connected at the output terminals and the source e.m.f. is adjusted to obtain a specified amplitude non-linearity of the output signal.
3. The output voltage U_2 is measured.

16.4 *Rated output power*

16.4.1 *Characteristic to be specified*

The power which the amplifier is capable of dissipating in the rated load impedance, at a given frequency or in a given frequency band, without exceeding a specified amplitude non-linearity, the amplifier being terminated by its rated impedance as specified by the manufacturer.

Notes 1. — The rated output power shall be measured at 1 000 Hz, unless there is a strong reason for taking another frequency as reference.

2. — See Note 3 of Sub-clause 16.1.

16.4.2 *Method of measurement*

Output power for a specified amplitude non-linearity

1. The amplifier is brought under rated conditions.
2. A distortion meter is connected at the output terminals and the source e.m.f. is adjusted to obtain a specified amplitude non-linearity of the output signal.
3. The output voltage U_2 is measured.
4. The output power is $\frac{U_2^2}{R_2}$, where R_2 is the rated load impedance.

16.5 *Regulation*

16.5.1 *Characteristic to be specified*

The increase in output voltage, expressed in percent, when, under normal working conditions, the rated load impedance is disconnected, the source e.m.f. remaining constant.

Note. — If the amplifier contains a compressor or expander, this should be disabled.

16.5.2 *Method of measurement*

1. The amplifier is brought under normal working conditions.
2. The output voltage U_2 is measured.

3. On déconnecte la charge, et, en maintenant constante la force électromotrice de source, on mesure la tension de sortie U'_2 .

4. Le taux de régulation est: $\frac{U'_2 - U_2}{U_2} \cdot 100$.

Note. — La régulation peut aussi être exprimée en décibels, suivant la formule: $20 \log_{10} \frac{U'_2}{U_2}$.

17. Caractéristiques limites

17.1 Force électromotrice limite de source

17.1.1 Caractéristique à spécifier

Valeur maximale de la force électromotrice 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 sans excéder le taux de non-linéarité d'amplitude spécifié pour les conditions nominales.

17.1.2 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 force électromotrice de source pour rétablir la tension de sortie initiale U_2 , jusqu'à ce que l'on obtienne pour le signal de sortie la distorsion spécifiée pour les conditions nominales.
6. On mesure la force électromotrice de source E_s .

17.2 Tension limite de sortie

17.2.1 Caractéristique à spécifier

Tension efficace maximale que l'amplificateur est susceptible de fournir avec n'importe quelle combinaison possible de tension d'entrée et d'impédance de charge.

17.2.2 Méthode de mesure

1. L'amplificateur est placé dans les conditions nominales.
2. On réduit la force électromotrice de source à zéro et l'on replace la commande de gain sur la position de gain maximal.
3. En partant d'une tension nulle, on fait croître la force électromotrice de source jusqu'à un niveau supérieur d'au moins +20 dB à la force électromotrice nominale de source, tout en mesurant la tension de sortie.
4. On répète la mesure pour un certain nombre de fréquences, pour différentes positions des commandes de tonalité, et pour un certain nombre de charges, y compris des charges inductives ou capacitatives pures, ainsi qu'à circuit ouvert.
5. On note la tension de sortie maximale. S'il y a une raison pour établir une distinction entre plusieurs types de charge, les résultats pourront être indiqués pour des types de charge déterminés.