

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
478-4**

Première édition
First edition
1976

**Alimentations stabilisées à sortie
en courant continu**

Quatrième partie:
Essais autres que ceux concernant
les perturbations radioélectriques

**Stabilized power supplies,
d.c. output**

Part 4:
Tests other than radio-frequency
interference



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 478-4: 1976

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
478-4**

Première édition
First edition
1976

**Alimentations stabilisées à sortie
en courant continu**

Quatrième partie:

Essais autres que ceux concernant
les perturbations radioélectriques

**Stabilized power supplies,
d.c. output**

Part 4:

Tests other than radio-frequency
interference

© CEI 1976 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
Articles	
1. Généralités	8
2. Définitions générales	8
3. Appareillage de mesure	8
4. Conditions de mesure	8
5. Ensemble de résultats d'essai	10
6. Analyse des phénomènes dans le temps	10
SECTION UN — ECART DÛ À LA CHARGE	
7. Définition	10
8. Conditions de mesure	10
9. Appareillage requis	12
10. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en tension)	12
11. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en courant)	12
12. Présentation des résultats	12
13. Variantes, précautions et analyse d'erreur	12
SECTION DEUX — ECART DÛ À LA SOURCE	
14. Définition	14
15. Conditions de mesure	14
16. Appareillage requis	14
17. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en tension)	16
18. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en courant)	16
19. Présentation des résultats	16
20. Variantes, précautions et analyse d'erreur	16
SECTION TROIS — DÉVIATION PÉRIODIQUE ET ALÉATOIRE	
21. Définition	16
22. Conditions de mesure	18
23. Appareillage requis	18
24. Montage et mode opératoire	18
25. Variantes, précautions et analyse d'erreur	20
SECTION QUATRE — DÉRIVE	
26. Définition	20
27. Conditions de mesure	20
28. Appareillage requis	20
29. Montage et mode opératoire	22
30. Variantes, précautions et analyse d'erreur	24
SECTION CINQ — IMPÉDANCE DE SORTIE	
31. Définition	24
32. Conditions de mesure	24
33. Appareillage requis	24
34. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en tension	26
35. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en courant	26
36. Variantes, précautions et analyse d'erreur	26
SECTION SIX — ECART DÛ À LA TEMPÉRATURE	
37. Définition	28
38. Conditions de mesure	28
39. Appareillage requis	28
40. Montage et mode opératoire	30
41. Variantes, précautions et analyse d'erreur	30
SECTION SEPT — PERFORMANCES EN RÉGIME TRANSITOIRE	
42. Généralités	30
43. Domaine d'application	32
44. Conditions de mesure	32
45. Appareillage requis	32
46. Montage et mode opératoire	32
47. Variantes, précautions et analyse d'erreur	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	
1. General remarks	9
2. General definitions	9
3. Instrumentation	9
4. Conditions of measurement	9
5. Set of test data	11
6. Time separation	11
SECTION ONE — LOAD EFFECT	
7. Definition	11
8. Conditions of measurement	11
9. Equipment required	13
10. Set-up and procedure (voltage-stabilized power supplies)	13
11. Set-up and procedure (current-stabilized power supplies)	13
12. Presentation of results	13
13. Alternates, precautions and error analysis	13
SECTION TWO — SOURCE EFFECT	
14. Definition	15
15. Conditions of measurement	15
16. Equipment required	15
17. Set-up and procedure (voltage-stabilized power supplies)	17
18. Set-up and procedure (current-stabilized power supplies)	17
19. Presentation of results	17
20. Alternates, precautions and error analysis	17
SECTION THREE — PERIODIC AND RANDOM DEVIATION (PARD)	
21. Definition	17
22. Conditions of measurement	19
23. Equipment required	19
24. Set-up and procedure	19
25. Alternates, precautions and error analysis	21
SECTION FOUR — DRIFT	
26. Definition	21
27. Conditions of measurement	21
28. Equipment required	21
29. Set-up and procedure	23
30. Alternates, precautions and error analysis	25
SECTION FIVE — OUTPUT IMPEDANCE	
31. Definition	25
32. Conditions of measurement	25
33. Equipment required	25
34. Set-up and procedure for voltage-stabilized power supplies	27
35. Set-up and procedure for current-stabilized power supplies	27
36. Alternates, precautions and error analysis	27
SECTION SIX — TEMPERATURE EFFECT	
37. Definition	29
38. Conditions of measurement	29
39. Equipment required	29
40. Set-up and procedure	31
41. Alternates, precautions and error analysis	31
SECTION SEVEN — TRANSIENT PERFORMANCE MEASUREMENT	
42. General	31
43. Scope	33
44. Conditions of measurement	33
45. Equipment required	33
46. Set-up and procedure	33
47. Alternates, precautions and error analysis	35

Articles	Pages
SECTION HUIT — EFFETS DE RÉTABLISSEMENT THERMIQUE	
48. Définition	36
49. Conditions de mesure	36
50. Appareillage requis	36
51. Montage et mode opératoire	36
52. Variantes, précautions et analyse d'erreur	38
SECTION NEUF — ECARTS INDIVIDUELS DIVERS	
53. Généralités	38
54. Conditions de mesure	38
55. Appareillage requis	38
56. Montage et mode opératoire	40
57. Variantes, précautions et analyse d'erreur	40
SECTION DIX — ECARTS CUMULÉS	
58. Définition	40
59. Conditions de mesure	40
60. Appareillage requis	42
61. Montage et mode opératoire	42
62. Variantes, précautions et analyse d'erreur	42
SECTION ONZE — ECART GLOBAL	
63. Définition	44
64. Conditions de mesure	44
65. Appareillage requis	44
66. Montage et mode opératoire	44
SECTION DOUZE — MESURE DES GRANDEURS SE RAPPORTANT À LA SOURCE D'ALIMENTATION	
67. Définition	44
68. Conditions de mesure	46
69. Appareillage requis	46
70. Montage et mode opératoire	46
71. Variantes, précautions et analyse d'erreur	48
SECTION TREIZE — CAPACITÉ DE TRANSFERT	
72. Définition	48
73. Conditions de mesure	48
74. Appareillage requis	48
75. Montage et mode opératoire	48
SECTION QUATORZE — CAPACITÉ PAR RAPPORT À LA MASSE	
76. Définition	50
77. Conditions de mesure	50
78. Appareillage requis	50
79. Montage et mode opératoire	50
SECTION QUINZE — COURANT DE FUITE	
80. Définition	52
81. Appareillage requis	52
82. Montage et mode opératoire	52
83. Variantes, précautions et analyse d'erreur	54
SECTION SEIZE — CONDITIONS DE LIMITATION	
84. Généralités	54
85. Mesure des seuils	54
86. Conditions de mesure	56
87. Appareillage requis	56
88. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en tension	56
89. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en courant	56
90. Mesure des valeurs maximales limitées	58
91. Mesure de la valeur de la grandeur de sortie limitée dans les conditions de charge extrêmes	58
92. Mesure de la valeur de crête de la grandeur de sortie limitée	58
SECTION DIX-SEPT — NIVEAU ACOUSTIQUE	
93. Définition	58
94. Conditions de mesure	58
95. Appareillage requis	60
96. Montage et mode opératoire	60
97. Calcul du niveau acoustique	60
SECTION DIX-HUIT — EFFETS DE COMMANDE ET DE RÉGULATION	
98. Généralités	62
99. Conditions de mesure	62
100. Appareillage requis	62
101. Montage et mode opératoire	62
FIGURES	66

SECTION EIGHT — SETTLING EFFECTS

48. Definition	37
49. Conditions of measurement	37
50. Equipment required	37
51. Set-up and procedure	37
52. Alternates, precautions and error analysis	39

SECTION NINE — OTHER INDIVIDUAL EFFECTS

53. General	39
54. Conditions of measurement	39
55. Equipment required	39
56. Set-up and procedure	41
57. Alternates, precautions and error analysis	41

SECTION TEN — COMBINED EFFECTS

58. Definition	41
59. Conditions of measurement	41
60. Equipment required	43
61. Set-up and procedure	43
62. Alternates, precautions and error analysis	43

SECTION ELEVEN — TOTAL EFFECT

63. Definition	45
64. Conditions of measurement	45
65. Equipment required	45
66. Set-up and procedure	45

SECTION TWELVE — MEASUREMENT OF QUANTITIES RELATED TO THE SOURCE

67. Definition	45
68. Conditions of measurement	47
69. Equipment required	47
70. Set-up and procedure	47
71. Alternates, precautions and error analysis	49

SECTION THIRTEEN — CAPACITANCE TO SOURCE TERMINALS

72. Definition	49
73. Conditions of measurement	49
74. Equipment required	49
75. Set-up and procedure	49

SECTION FOURTEEN — CAPACITANCE TO FRAME

76. Definition	51
77. Conditions of measurement	51
78. Equipment required	51
79. Set-up and procedure	51

SECTION FIFTEEN — COMMON-MODE CURRENT

80. Definition	53
81. Equipment required	53
82. Set-up and procedure	53
83. Alternates, precautions and error analysis	55

SECTION SIXTEEN — BOUNDARY CONDITION MEASUREMENTS

84. General	55
85. Threshold measurement	55
86. Conditions of measurement	57
87. Equipment required	57
88. Set-up and procedure for voltage-stabilized power supplies	57
89. Set-up and procedure for current-stabilized power supplies	57
90. Measurement of maximum limited values	59
91. Measurement of the value of the bounded output quantity for the extremity of load	59
92. Measurement of the peak value of the bounded output quantity	59

SECTION SEVENTEEN — SOUND LEVEL

93. Definition	59
94. Conditions of measurement	59
95. Equipment required	61
96. Set-up and procedure	61
97. Calculation of sound level	61

SECTION EIGHTEEN — CONTROL EFFECTS

98. General	63
99. Conditions of measurement	63
100. Equipment required	63
101. Set-up and procedure	63

FIGURES	66
-------------------	----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ALIMENTATIONS STABILISÉES À SORTIE EN COURANT CONTINU
Quatrième partie: Essais autres que ceux concernant les perturbations radioélectriques

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 22E de la CEI: Alimentations stabilisées, du Comité d'Etudes N° 22: Electronique de puissance.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Washington en 1970. Un projet remanié fut examiné lors de la réunion tenue à Stockholm en 1971. A la suite de cette réunion, un nouveau projet, document 22E(Bureau Central)9, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en décembre 1972.

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

Afrique du Sud (République d')	Norvège
Allemagne	Pays-Bas
Autriche	Pologne
Belgique	Portugal
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Israël	Turquie
Italie	Yougoslavie
Japon	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

Un effort a été fait en vue d'harmoniser la terminologie et les méthodes de mesure avec celles établies par le Sous-Comité 66A de la CEI dans la Publication 443 de la CEI: Alimentations stabilisées à usage de mesure, bien que le domaine d'application de la présente publication soit différent.

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication:

- Publications N°s 179: Sonomètres de précision.
443: Alimentations stabilisées à usage de mesure.
478-1: Première partie: Termes et définitions.
478-2: Deuxième partie: Caractéristiques et performances.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

STABILIZED POWER SUPPLIES, D.C. OUTPUT

Part 4: Tests other than radio-frequency interference

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 22E, Stabilized Power Supplies, of IEC Technical Committee No. 22, Power Electronics.

A first draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970. An amended draft was considered at the meeting held in Stockholm in 1971. As a result of this meeting, a new draft, Document 22E(Central Office)9, was submitted to National Committees for approval under the Six Months' Rule in December 1972.

The following countries voted explicitly in favour of publication of this fourth part:

Austria	Poland
Belgium	Portugal
Germany	South Africa (Republic of)
Israel	Sweden
Italy	Turkey
Japan	Union of Soviet Socialist Republics
Netherlands	United States of America
Norway	Yugoslavia

As far as possible, the definitions and methods of measurement have been made consistent with those laid down by IEC Sub-Committee 66A in IEC Publication 443, Stabilized Supply Apparatus for Measurement, although the scope of the present publication is somewhat different.

Other IEC publications quoted in this publication:

- Publications Nos. 179: Precision Sound Level Meters.
443: Stabilized Supply Apparatus for Measurement.
478-1: Part 1: Terms and Definitions.
478-2: Part 2: Rating and Performance.

ALIMENTATIONS STABILISÉES À SORTIE EN COURANT CONTINU

Quatrième partie: Essais autres que ceux concernant les perturbations radioélectriques

1. Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux alimentations stabilisées fournissant une alimentation en courant continu à partir d'une source de courant alternatif ou d'une source de courant continu et destinées à des applications telles que, non limitativement:

- calculateurs ou ordinateurs;
- télécommunications;
- laboratoires;
- équipements industriels.

Les alimentations étalonnées et stabilisées destinées à des dispositifs de mesures électriques sont exclues du domaine de la présente publication.

1.2 Objet

La présente norme propose des méthodes qui permettent de mesurer certaines caractéristiques de fonctionnement associées à des alimentations stabilisées en courant ou en tension. Les méthodes présentées ici ne prétendent pas être la seule manière de conduire les mesures mais constituent un moyen fiable d'obtenir des résultats d'essai auxquels d'autres procédures d'essai peuvent être confrontées. On a essayé de réduire le plus possible l'emploi de matériel spécialisé et aucun instrument spécifique n'est recommandé.

2. Définitions générales

En complément de celles données dans la Publication 478-1 de la CEI: Première partie: Termes et définitions, on utilisera les définitions suivantes:

Les caractéristiques de fonctionnement des alimentations stabilisées se définissent en fonction de l'effet qu'a une variable d'influence (grandeur d'influence variable) sur la grandeur de sortie stabilisée, toutes les autres grandeurs d'influence étant maintenues constantes ou dans une plage de valeurs telle que leur influence cumulative sur la grandeur de sortie stabilisée soit négligeable. Pour les besoins des mesures, la valeur de l'écart cumulé dû à toutes les autres variables d'influence doit être inférieure à un dixième de la valeur spécifiée de l'écart observé.

L'erreur maximale cumulée due à l'imprécision des instruments et de l'effet cumulatif des influences indésirables doit être considérée comme caractérisant la limite de précision de chaque résultat de mesure.

Lorsque les mesures sont faites en vue de déterminer une valeur ou une grandeur spécifiée, la valeur obtenue doit être considérée comme entachée d'une incertitude égale à cette limite de précision.

Lorsque les mesures sont faites dans un dessein de vérification, la valeur doit être considérée comme conforme si elle ne dépasse pas les limites spécifiées d'une valeur supérieure à cette limite de précision.

3. Appareillage de mesure

Les appareils de mesure doivent avoir une résolution, une stabilité et une précision suffisantes telles qu'ils assurent que l'erreur maximale soit inférieure à 10% de la spécification de l'écart mesuré. Pour chaque essai, même si ceci n'est pas l'objet d'une spécification individuelle, on doit disposer de dispositifs de mesure et de vérification suffisants pour assurer la conformité aux conditions d'essai.

4. Conditions de mesure

Les grandeurs qui ne sont pas décrites aux essais individuels sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI: Deuxième partie: Caractéristiques et performances, aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

STABILIZED POWER SUPPLIES, D.C. OUTPUT

Part 4: Tests other than radio-frequency interference

1. General remarks

1.1 Scope

This standard applies to stabilized power supplies designed to supply d.c. power from an a.c. or d.c. source for applications such as, but not necessarily limited to, the following:

- computers;
- telecommunications;
- laboratories;
- industrial equipment.

Calibrated stabilized power supplies for electrical measurement purposes are excluded from the scope of this publication.

1.2 Object

This standard sets forth suggested procedures by which certain performance characteristics associated with voltage-stabilized or current-stabilized power supplies can be measured. The methods outlined are not the only way of conducting each measurement, but represent a reliable means of obtaining data against which other test procedures may be judged. An attempt has been made to minimize the need for specialized equipment, and no specific instruments are recommended.

2. General definitions

In addition to those given in IEC Publication 478-1, Part 1: Terms and Definitions, the following definitions apply:

The performance characteristics of stabilized power supplies are determined in terms of the *effect* a varying influence quantity has upon the stabilized output quantity, *all other influence quantities* being held *constant or within a range of values* such that their cumulative influence on the stabilized output quantity is negligible. For purpose of measurement, the magnitude of the cumulative effect of all other influence quantities shall be less than one-tenth of the *specified* magnitude of the effect being observed.

The combined limit of error, composed of instrumentation accuracy and the cumulative effect of spurious influences, shall be regarded as the limiting tolerance on the accuracy of each measurement result.

When measurements are made for the purpose of establishing a value or specification, the value obtained shall be considered to be uncertain by an amount equal to this tolerance.

When measurements are made for the purpose of verification, the value shall be considered as verified if it does not exceed the limits of the specification by an amount equal to this tolerance.

3. Instrumentation

Measuring apparatus shall have sufficient resolution, stability and accuracy so as to ensure a limit of error not exceeding 10% of the measured effect *specification*. For each test, though not individually specified, sufficient metering and monitoring shall be provided so as to ensure compliance with the test conditions.

4. Conditions of measurement

Quantities not described in the individual tests are as those specified in IEC Publication 478-2, Part 2: Rating and Performance, under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

5. Ensemble de résultats d'essai

Les alimentations à sortie variable, soumises à des charges et autres influences diverses, nécessitent inévitablement la répétition des essais afin de constituer un ensemble de résultats correspondant aux combinaisons possibles des valeurs des grandeurs de sortie et des influences importantes.

Les procédures individuelles d'essai suggéreront un *ensemble minimal* d'essais destiné à fournir des résultats correspondant aux cas limites. On pourra facultativement entreprendre des essais supplémentaires dans des conditions plus proches de la normale afin d'en tirer un complément d'information.

6. Analyse des phénomènes dans le temps

La réponse à un *changement* soudain d'une variable d'influence comportera, en général, trois parties: une phase transitoire, une phase de régime établi et (éventuellement) une phase de rétablissement thermique.

La phase transitoire se caractérise par une durée et une amplitude et peut être influencée par le taux de répétition du phénomène. La phase de régime établi est, généralement, la réponse recherchée, qui fait l'objet de la plupart des mesures d'essai. La phase de rétablissement thermique représente le rétablissement de l'état d'équilibre du système par rapport à son environnement à la suite de modifications survenues dans ses conditions de fonctionnement; on l'observe habituellement lorsqu'une modification de dissipation nécessite l'établissement d'un nouvel équilibre thermique.

La mesure d'un écart transitoire étant essentiellement différente de la mesure d'un écart en régime établi et tous les écarts transitoires étant semblables, on a décrit un essai séparé pour écarts transitoires (section sept) et l'on a exclu des mesures en régime établi les écarts transitoires individuels.

SECTION UN — ÉCART DÛ À LA CHARGE

7. Définition

L'écart dû à la charge est la modification de la grandeur de sortie stabilisée due aux variations de la charge. Toutes les autres variables d'influence sont maintenues telles que leur influence cumulée soit inférieure à un dixième de l'écart dû à la charge spécifié. On considère que l'écart dû à la charge s'établit après un temps égal à cinq fois le temps de rétablissement pour l'écart dû à la charge et qu'il doit se mesurer pendant l'intervalle compris entre 5τ et $(5\tau + 10 \text{ s})$ (voir la figure 1, page 66).

8. Conditions de mesure

8.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

8.2 Source

Les mesures de l'écart dû à la charge doivent être effectuées avec une tension de source égale à la valeur minimale nominale, puis recommencées avec la tension de source égale à la valeur maximale nominale.

8.3 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation offre un choix de réglages pour la valeur de sortie, on effectuera la mesure de l'écart dû à la charge à la valeur maximale nominale, puis on la recommencera avec la grandeur de sortie stabilisée réglée à la valeur minimale nominale. Si la valeur minimale est zéro, effectuer la mesure à 1% de la valeur maximale.

8.4 Charge

La variable d'influence, pour cette mesure, est la charge (courant ou tension) que l'on fait varier dans sa plage nominale et dans d'autres plages pour lesquelles un écart dû à la charge est spécifié.

5. Set of test data

Measurements on variable-output supplies, subject to a variety of loads and other influences, inevitably require repetition of tests to form a set of data corresponding to the possible combination of outputs and important influences.

The individual test procedures will suggest a *minimum set* of tests, designed to yield data at situation extremes. Additional testing at closer data points to provide more information may be undertaken optionally.

6. Time separation

The response to a sudden *changing* influence will, in general, have three parts: a transient phase, a steady-state phase and (possibly) a settling phase.

The transient phase is characterized by an amplitude and time measurement and may be influenced by the rate at which the event occurs. The steady-state phase is generally the response of interest—the object of most test measurements. The settling phase represents the re-establishment of system equilibrium with its environment following changed operating conditions and is usually observed when altered dissipation requires establishment of a new thermal equilibrium.

Since measurement of a transient effect is quite different from the measurement of a steady-state effect, and because all of the transient effects are similar, a separate test for transient effects is described (Section Seven) and the individual transient effects are excluded from the steady-state measurements.

SECTION ONE — LOAD EFFECT

7. Definition

Load effect is measured as the change in the stabilized output quantity caused by changes in load. All other influence quantities are held such that their cumulative influence is less than one-tenth of the *load effect* specification. The steady-state load effect is considered to exist at a time equal to five times the load effect recovery time and should be measured during the interval between 5τ and $(5\tau + 10 \text{ s})$ (see Figure 1, page 66).

8. Conditions of measurement

8.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

8.2 Source

Load effect measurements shall be made with the source voltage set to the lowest rated value and repeated with the source voltage set to the highest rated value.

8.3 Stabilized output quantity

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the load effect measurement at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum value is zero, conduct the measurement at 1% of maximum value.

8.4 Load

The variable influence quantity for this measurement is the load quantity (current or voltage) which is varied within its rated range and other ranges for which a load effect is specified.

8.5 Alimentations à sorties multiples

Effectuer une série de mesures de l'écart dû à la charge pour chaque valeur de sortie, avec toutes les autres sorties réglées simultanément à leur valeur minimale puis maximale et soumises à la charge minimale puis maximale.

9. Appareillage requis

9.1 Un dispositif permettant de détecter les modifications de la valeur de la grandeur de sortie stabilisée. Pour pouvoir déceler une variation faible en présence d'une grandeur stable importante, on recommande l'emploi d'un appareil différentiel ou d'un montage à équilibrage, en prenant des précautions pour éviter de dépasser la limite en mode commun de l'appareil.

9.2 Un dispositif de charge de l'alimentation capable d'être commuté dans la plage des charges requises.

9.3 Pour les mesures des alimentations stabilisées en courant, un dispositif approprié de contrôle du courant. On suggère, à cette fin, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec l'erreur extrême de 10%.

9.4 Dans le cas où l'alimentation en essai ne supporte pas l'absence de charge, il convient de s'assurer, avant toute mise sous tension, qu'une charge minimale permanente de sécurité est appliquée en sortie.

10. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en tension) *

Raccorder la charge et l'appareillage de mesure aux bornes de sortie de l'alimentation de telle sorte que le courant débité par la charge n'affecte la mesure de la tension que d'une erreur négligeable.

En pratique, on utilise un montage à quatre bornes qui permet d'exclure du circuit de mesure tout conducteur ou partie de conducteur qui transporte aussi un courant de charge.

Effectuer les mesures de l'écart dû à la charge en faisant varier le courant de charge dans toute sa plage nominale ou spécifiée. Mesurer l'amplitude de la variation de la tension de sortie stabilisée pendant l'intervalle $5t_\tau$ à $(5t_\tau + 10 \text{ s})$ après modification de la charge. Il convient de faire varier le courant de charge de sa valeur minimale à sa valeur maximale et vice versa, les résultats étant consignés séparément pour chaque sens. Cette opération est à répéter pour chaque combinaison de tension de source et du réglage de valeur de sortie, afin d'obtenir un ensemble de résultats.

11. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en courant)

Brancher le dispositif de contrôle du courant de sorte que son indication soit strictement proportionnelle au courant. Brancher la charge de manière que la chute de tension qu'elle provoque n'entache la valeur mesurée du courant que d'une erreur négligeable.

Effectuer les mesures de l'écart dû à la charge en faisant varier la tension de charge sur la plage nominale ou spécifiée. Mesurer l'amplitude de la variation du courant de sortie stabilisé pendant l'intervalle $5t_\tau$ à $(5t_\tau + 10 \text{ s})$ après modification de la charge. Il convient de faire varier la tension de charge de sa valeur minimale à sa valeur maximale et vice versa, les résultats étant consignés séparément pour chaque sens. Cette opération est à répéter pour chaque combinaison de tension de source et du réglage de valeur de sortie, afin d'obtenir un ensemble de résultats.

12. Présentation des résultats

Exprimer l'écart dû à la charge soit en pourcentage de la valeur de sortie maximale, soit en volts ou en fractions de volt pour les alimentations stabilisées en tension, soit en ampères ou en fractions d'ampère pour les alimentations stabilisées en courant. Pour exprimer l'écart dû à la charge des alimentations stabilisées à sortie variable, il convient d'utiliser à la fois un pourcentage et une valeur absolue.

13. Variantes, précautions et analyse d'erreur

13.1 Pour la mesure de l'écart dû à la charge dans les alimentations stabilisées en tension, il faut éviter d'introduire une résistance en série sur le trajet du courant de charge entre le point de mesure et les bornes de sortie de l'alimentation. Il convient de veiller, lors de la mise en place des ampèremètres et des fils, à éviter de telles résistances en série (voir la figure 2, page 67).

* Voir la figure 4, page 68.

8.5 Multiple output power supplies

Conduct a series of load effect measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to the minimum and maximum amounts.

9. Equipment required

9.1 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity. In order to observe a small change in the presence of a large static quantity, a differential instrument or balancing arrangement is recommended with suitable precautions to avoid exceeding the common-mode rating of the instrument.

9.2 A means of loading the power supply capable of switching through the range of required loads.

9.3 For measurements on current-stabilized power supplies, a suitable current monitoring means. A suggested means is a 4-terminal resistor chosen to drop the minimum voltage consistent with the 10% limit of error.

9.4 In the case where the power supply under test cannot operate in the absence of a load, it should be assured, before switching on, that a minimum permanent safety load is applied to the output.

10. Set-up and procedure (voltage-stabilized power supplies) *

Connect load and measuring apparatus to the output terminals of the power supply in such a way that the current drawn by the load causes negligible error in the measured voltage.

In practice, a 4-terminal connection will be used such that the monitoring circuit does not include any conductor or part thereof that is also carrying load current.

Make the load effect measurement by varying the load current through its rated or specified range. Measure the amplitude of the change in the stabilized output voltage during the interval $5t_\tau$ to $(5t_\tau + 10 \text{ s})$ following the load change. The load current should be varied from minimum to maximum and then from maximum to minimum, with a separate recording of value made for each direction. Repeat for each combination of source voltage and output setting to obtain a set of data.

11. Set-up and procedure (current-stabilized power supplies)

Connect the current monitoring means so that its indication is exclusively proportional to current. Connect the load in such a way that the voltage dropped across it causes negligible error in the measured current.

Make the load effect measurement by varying the load voltage through rated or specified range. Measure the amplitude of the change in the stabilized output current during the interval $5t_\tau$ to $(5t_\tau + 10 \text{ s})$ following the load change. The load voltage should be varied from minimum to maximum and then from maximum to minimum, with a separate recording of value made for each direction. Repeat for each combination of source voltage and output setting to obtain a set of data.

12. Presentation of results

Express the load effect either as a percentage of maximum output — or in units of a volt (or fractions thereof) for voltage-stabilized power supplies, or in units of an ampere (or fraction thereof) for current-stabilized power supplies. To express the load effect for variable output power supplies, both a percentage and absolute value shall be used.

13. Alternates, precautions and error analysis

13.1 In measuring load effect on voltage-stabilized supplies, avoid series resistance in the load path between the measuring point and the power supply output terminals. Care should be exercised in the placement of ammeters and leads to avoid such series resistance (see Figure 2, page 67).

* See Figure 4, page 68.

13.2 Pour la mesure de l'écart dû à la charge dans les alimentations stabilisées en courant, il faut éviter les effets de dérivation aux bornes de la charge entre le point de mesure et les bornes de sortie de l'alimentation. Il convient de veiller, lors de la mise en place des voltmètres et autres appareils de mesure, à éviter de tels effets de dérivation (voir la figure 3, page 67).

13.3 Lors des mesures sur alimentations à tension ou courant *limité(e)* ou à caractéristique combinée (à transition automatique), il convient de veiller à ce que la grandeur de sortie stabilisée ne soit pas *limitée* par le circuit de limitation, et ce pour toute combinaison de conditions de charge, de sortie ou d'alimentation de l'essai.

13.4 La chute de tension qui se produit dans la résistance de contrôle du courant, utilisée pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, restreint inévitablement l'étendue de la plage des tensions de charge, limitant ainsi la tension de charge minimale à une valeur non nulle. Lorsqu'on effectue une analyse d'erreur, il faut tenir compte de cette limite d'instrumentation.

SECTION DEUX — ÉCART DÛ À LA SOURCE

14. Définition

L'écart dû à la source d'alimentation se mesure comme étant la modification de la grandeur de sortie stabilisée due aux variations de la tension d'alimentation. Toutes les autres variables d'influence sont maintenues telles que leur influence cumulée soit inférieure au dixième de la spécification de l'écart dû à la source d'alimentation. On considère que l'écart dû à la source s'établit après un temps égal à cinq fois la durée de rétablissement de l'écart dû à la source et qu'il doit se mesurer pendant l'intervalle compris entre $5t_r$ et $(5t_r + 10)$ s), conformément à la figure 1, page 66, en remplaçant la variation en échelon de la charge par une variation en échelon de la source d'alimentation.

15. Conditions de mesure

15.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

15.2 Source

La variable d'influence pour cet essai est la tension de source que l'on fait varier dans sa plage nominale de valeurs et dans d'autres plages pour lesquelles un écart dû à la source est spécifié.

15.3 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation offre un choix de réglages pour la valeur de sortie, on effectuera la mesure de l'écart dû à la source à la valeur maximale nominale de la grandeur de sortie stabilisée, puis à sa valeur minimale. Si cette dernière est nulle, on effectuera la mesure à 1% de la valeur maximale.

15.4 Charge

Il convient d'utiliser deux réglages de charge afin d'obtenir un ensemble de résultats lors de la mesure de l'écart dû à la source.

— Charge minimale ou nulle.

— Charge maximale.

15.5 Alimentations à sorties multiples

Effectuer une série de mesures de l'écart dû à la source pour chaque valeur de sortie, avec toutes les autres sorties réglées simultanément à leur valeur minimale puis maximale et soumises à la charge minimale puis maximale.

16. Appareillage requis

16.1 Une source (d'énergie pour l'alimentation) dont la tension peut varier entre les limites spécifiées, de caractéristiques telles que la charge représentée par l'alimentation ne provoque pas de variations notables de la tension ou de la forme d'onde de la source.

13.2 In measuring load effect on current-stabilized power supplies, avoid shunt conductance across the load terminals between the measuring point and the power supply output terminals. Care should be exercised in the placement of voltmeters and other instrumentation to avoid such shunt conductance (see Figure 3, page 67).

13.3 When measuring voltage or current *limited* power supplies, or power supplies with combined characteristics (crossover point), care should be taken to ensure that the stabilized output quantity is not *limited* by the power supply's bounding circuit for any combination of source, output or load conditions of the test.

13.4 The voltage drop in the current monitoring resistor, used for measurements on current-stabilized power supplies, unavoidably restricts the amount of load voltage range, limiting the minimum load voltage to a non-zero value. This instrumentation limit is to be considered in making an error analysis.

SECTION TWO — SOURCE EFFECT

14. Definition

Source effect is measured as the change in the stabilized output quantity caused by a change in the source voltage. All other influence quantities are held such that their cumulative influence is less than one-tenth of the *source effect* specification. The steady-state source effect is considered to exist at a time equal to five times the source effect recovery time and should be measured during the interval between $5t_r$ and $(5t_r + 10\text{ s})$ similar to Figure 1, page 66, with the load step change replaced by a source step change.

15. Conditions of measurement

15.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

15.2 Source

The variable influence quantity for this test is the source voltage which is varied within its rated and other ranges for which source effect is specified.

15.3 Stabilized output quantity

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the source effect test at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to the minimum rated value. If the minimum rated value is zero, conduct the test at 1% of maximum value.

15.4 Load

Two load settings should be used to create a set of data for the source effect measurement.

- Minimum or zero load.
- Maximum load.

15.5 Multiple output power supplies

Conduct a series of source effect measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to the minimum and maximum amounts.

16. Equipment required

16.1 A source of primary energy for the power supply capable of varying the magnitude of the source voltage between the specified limits and of sufficient rating so that the loading imposed by the power supply does not result in significant change in either source amplitude or distortion.

16.2 Un moyen de détecter les modifications de valeur de la grandeur de sortie stabilisée. Pour pouvoir déceler une variation faible en présence d'une grandeur stable importante, on recommande l'emploi d'un appareil différentiel ou d'un montage à équilibrage, en prenant des précautions pour éviter de dépasser la limite de tension en mode commun de l'appareil.

16.3 Pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif convenable de contrôle du courant. On suggère à cette fin une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec la limite d'erreur de 10%.

17. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en tension)

Raccorder la charge et l'appareil de mesure aux bornes de sortie de l'alimentation de telle sorte que le courant débité par la charge n'affecte la mesure de la tension que d'une erreur négligeable. Dans la pratique, on utilisera une résistance à quatre bornes. Raccorder l'alimentation à la source variable.

Effectuer les mesures de l'écart dû à la source en faisant varier la tension de source sur toute sa plage nominale ou spécifiée. Mesurer l'amplitude de la tension de sortie stabilisée pendant l'intervalle $5t_r$ à $(5t_r + 10 \text{ s})$ après variation en échelon de la tension de source. Cette opération est à répéter pour chaque combinaison de la tension de sortie et du courant de charge afin d'obtenir un ensemble de résultats.

18. Montage et mode opératoire (alimentations stabilisées en courant)

Brancher le dispositif de contrôle du courant de sorte que la tension à ses bornes (ou l'indication de cette tension) soit strictement proportionnelle au courant. Brancher la charge de manière que la chute de tension qu'elle provoque n'affecte la valeur mesurée du courant que d'une erreur négligeable.

Effectuer les mesures de l'écart dû à la source en faisant varier la tension de source sur toute sa plage nominale ou spécifiée. Mesurer l'amplitude de la variation du courant de sortie stabilisé pendant l'intervalle $5t_r$ à $(5t_r + 10 \text{ s})$ après variation en échelon de la tension de source. Cette opération est à répéter pour chaque combinaison du courant de sortie et de la tension de charge afin d'obtenir un ensemble de résultats.

19. Présentation des résultats

Exprimer l'écart dû à la source comme la variation en pourcentage de la grandeur de sortie stabilisée et/ou comme la valeur absolue de la variation exprimée dans les mêmes unités que la grandeur de sortie stabilisée.

20. Variantes, précautions et analyse d'erreur

20.1 Lors des mesures de l'écart dû à la source sur des alimentations à tension ou à courant *limité(e)* ou sur des alimentations à croisement automatique, il convient de veiller à ce que la grandeur de sortie stabilisée ne soit pas *limitée* par le circuit de limitation de l'alimentation et ce, pour toute combinaison de conditions de source, de sortie ou de charge de cet essai.

20.2 La chute de tension qui se produit dans la résistance de contrôle du courant, utilisée pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, restreint inévitablement l'étendue de la plage de tension de charge, limitant ainsi la tension de charge minimale à une valeur non nulle. Lorsqu'on effectue une analyse d'erreur, il convient de tenir compte de cette limite d'instrumentation.

20.3 Si le raccordement de l'alimentation à la source est réalisé à l'aide de bornes fournies par le constructeur, la mesure de la tension de source devrait être faite à ces bornes. Dans le cas contraire, la mesure de la tension de source doit être effectuée à l'extrémité fiche du cordon d'alimentation fourni par le constructeur ou recommandé par lui pour utilisation avec l'alimentation.

SECTION TROIS — DÉVIATION PÉRIODIQUE ET ALÉATOIRE

21. Définition

La déviation périodique et aléatoire se caractérise par les fluctuations erratiques affectant la grandeur de sortie stabilisée d'une alimentation. La déviation périodique et aléatoire se compose des fluctuations qui se produisent dans la bande de fréquences de 20 Hz à 10 MHz. Les fluctuations qui se produisent en dessous de 20 Hz sont traitées comme *dérive* (voir la section quatre) et celles se produisant au-delà de 10 MHz sont exclues.

16.2 A means of detecting changes in the stabilized output quantity. In order to observe a small change in the presence of a large static quantity, a differential instrument or balancing arrangement is recommended with suitable precautions to avoid exceeding the common-mode rating of the instrument.

16.3 For measurements on current-stabilized power supplies, a suitable current monitoring means. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with the 10% limit of error.

17. Set-up and procedure (voltage-stabilized power supplies)

Connect load and measuring apparatus to the output terminals of the power supply in such a way that the current drawn by the load causes negligible error in the measured voltage. In practice, a 4-terminal connection will be used. Connect the power supply to the variable source.

Make the source effect measurement by varying the source voltage magnitude throughout its rated or specified range. Measure the amplitude of the change in the stabilized output voltage during the interval $5t_r$ to $(5t_r + 10)$ s following the step change in the source voltage. Repeat for each combination of output voltage and load current to obtain a set of data.

18. Set-up and procedure (current-stabilized power supplies)

Connect the current monitoring means so that its terminal voltage (or indication) is exclusively proportional to current. Connect the load in such a way that the voltage dropped across it causes negligible error in the measured current.

Make the source effect measurement by varying the source voltage magnitude throughout its rated or specified range. Measure the amplitude of the change in the stabilized output current during the interval $5t_r$ to $(5t_r + 10)$ s following the step change in the source voltage. Repeat for each combination of output current and load voltage to obtain a set of data.

19. Presentation of results

Express the *source effect* in terms of the percentage change of the stabilized output quantity and/or as the absolute magnitude of the measured change in the units of the stabilized output quantity.

20. Alternates, precautions and error analysis

20.1 In measuring the source effect on voltage or current *limited*, or automatic crossover power supplies, care should be taken to ensure that the stabilized output quantity is not *limited* by the power supply's bounding circuits for any combination of source, output or load condition of this test.

20.2 The voltage drop in the current monitoring resistor, used for measurements on current-stabilized power supplies, unavoidably restricts the amount of load voltage range, limiting the minimum load voltage to a non-zero value. The instrumentation limit is to be considered in making an error analysis.

20.3 If the power supply source connection is accomplished via terminals provided by the manufacturer, measurement of the source voltage should be made at these terminals. Otherwise, measurement of the source voltage is to be accomplished at the plug end of the power cord which the manufacturer provides or recommends for use with the power supply.

SECTION THREE — PERIODIC AND RANDOM DEVIATION (PARD)

21. Definition

PARD is measured as the unprogrammed fluctuations in the stabilized output quantity of a power supply (previously "ripple and noise"). PARD is composed of such fluctuations as occur in the frequency range 20 Hz to 10 MHz. Fluctuations below 20 Hz are treated as *drift* (see Section Four) and those above 10 MHz are excluded.

22. Conditions de mesure

22.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

22.2 Amplitude de la source

La mesure de la déviation périodique et aléatoire doit être effectuée d'abord avec la source réglée à sa tension spécifiée la plus basse, puis répétée à sa tension spécifiée la plus élevée.

22.3 Fréquence de la source

La mesure de la déviation périodique et aléatoire doit être effectuée d'abord à la fréquence nominale de source spécifiée la plus haute, puis répétée à la fréquence nominale de source spécifiée la plus basse.

22.4 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation offre un choix de réglages pour la valeur de sortie, on effectuera la mesure de la déviation périodique et aléatoire à la valeur maximale nominale de la grandeur de sortie stabilisée, puis à sa valeur minimale nominale. Si cette dernière est nulle, effectuer la mesure à 1% de la valeur maximale.

22.5 Charge

Il convient d'utiliser deux réglages de charge afin d'obtenir un jeu de résultats lors de la mesure de la déviation périodique et aléatoire. Une mesure avec la charge réglée à sa valeur maximale nominale et une seconde avec la charge réglée à sa valeur minimale nominale.

22.6 Alimentations à sorties multiples

Effectuer la série de mesures de la déviation périodique et aléatoire pour chaque valeur de sortie, avec toutes les autres sorties réglées simultanément à leur valeur minimale, puis maximale et soumises à la charge minimale, puis maximale.

23. Appareillage requis

23.1 Une source capable de fournir les valeurs extrêmes nominales de tension et de fréquence et de caractéristiques telles que la charge imposée par l'alimentation ne provoque pas de modification notable d'amplitude ni de distorsion de la source.

23.2 Un dispositif de charge de l'alimentation capable de commuter sur toute valeur de la plage des charges requises.

23.3 Pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif convenable de contrôle du courant. On suggère, à cette fin, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec la limite d'erreur de 10%.

La résistance de contrôle du courant doit être de type non réactif de sorte que son impédance demeure essentiellement constante dans toute la plage de 20 Hz à 10 MHz. Une comparaison de son impédance à 10 MHz et à 20 Hz doit révéler une différence inférieure à un dixième de la valeur résistive en courant continu, à défaut de quoi les résultats de l'essai doivent être compensés en fréquence.

24. Montage et mode opératoire

24.1 Raccorder la source variable et la (ou les) charge(s) à l'alimentation et contrôler l'amplitude de la déviation périodique et aléatoire de la grandeur de sortie stabilisée. Pour les alimentations stabilisées en courant, employer le dispositif de contrôle du courant.

Régler la tension de source, la fréquence de la source, la sortie stabilisée et la charge à chaque valeur spécifiée et répéter l'opération pour chaque combinaison pour obtenir un jeu de résultats sur la déviation périodique et aléatoire.

24.2 La déviation périodique et aléatoire s'exprime en volts pour les alimentations stabilisées en tension, et en ampères pour les alimentations stabilisées en courant.

22. Conditions of measurement

22.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

22.2 Source amplitude

PARD measurement shall be made with the source voltage set to the lowest specified value and repeated with the source voltage set to the highest specified value.

22.3 Source frequency

PARD measurement shall be made at the highest specified nominal source frequency and repeated at the lowest specified nominal source frequency.

22.4 Stabilized output quantity

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the PARD measurement at the maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum value is zero, conduct the test at 1% of maximum value.

22.5 Load

Two load settings shall be used in generating the data set for the PARD measurements. A measurement with the load set to its maximum rated value, and a second with the load set to its minimum rated value.

22.6 Multiple output power supplies

Conduct the series of PARD measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to the minimum and maximum amounts.

23. Equipment required

23.1 A source of primary energy for the power supply capable of producing the rated extremes of both voltage and frequency, and of such construction that the loading imposed by the power supply does not result in significant change in either source amplitude or distortion.

23.2 A means of loading the power supply capable of switching through the range of required loads.

23.3 For measurements on current-stabilized power supplies, a suitable current monitoring means. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with the 10% limit of error.

The current monitoring resistor shall be of non-reactive construction such that its impedance remains essentially constant over the 20 Hz to 10 MHz range. A comparison of its impedance at 10 MHz with its impedance at 20 Hz shall exhibit a difference less than one-tenth of the d.c. resistance—otherwise the test data must be compensated for frequency.

24. Set-up and procedure

24.1 Connect the variable source and load(s) to the power supply and monitor the PARD amplitude in the stabilized output quantity. For current-stabilized power supplies, use the current monitoring means.

Set the source voltage, source frequency, stabilized output and load to each specified value and repeat for each combination to form a set of data on PARD.

24.2 Express PARD in voltage units for voltage-stabilized power supplies, and in ampere units for current-stabilized power supplies.

25. Variantes, précautions et analyse d'erreur

25.1 Il faut utiliser un seul point de terre afin d'éviter les boucles de terre. Il convient également de veiller à ce qu'aucun courant de terre ne traverse des conducteurs qui font aussi partie du circuit de mesure de la déviation périodique et aléatoire.

Note. — Prendre aussi les précautions de sécurité nécessaires pour assurer la continuité de la mise à la terre.

25.2 Si l'on utilise un appareil de mesure à entrée différentielle, il convient de veiller à ce que la limite de tension en mode commun ne soit pas dépassée et à ce que l'erreur introduite par le signal en mode commun, multipliée par le facteur de réjection de l'appareil ne dépasse pas, en combinaison de valeurs absolues avec tous les autres écarts, 10% de la valeur spécifiée pour la déviation périodique et aléatoire.

25.3 La chute de tension qui se produit dans la résistance de contrôle du courant, utilisée pour la mesure de la déviation périodique et aléatoire des alimentations stabilisées en courant, restreint inévitablement la tension minimale de charge à une valeur non nulle. Ceci constitue l'erreur intrinsèque de l'appareil, dont il convient de tenir compte lorsqu'on effectue un calcul d'erreur.

25.4 Blinder selon nécessité pour éviter que la réception d'une perturbation n'apporte à la déviation périodique et aléatoire une composante qui lui fasse dépasser l'erreur cumulée extrême de 10%.

25.5 Pour les mesures de déviation périodique et aléatoire conduites sur des alimentations à tension limitée ou à courant limité, il convient de veiller à ce que la grandeur de sortie commandée ne soit limitée pour aucune des combinaisons de conditions de source, de sortie ou de charge de l'essai.

SECTION QUATRE — DÉRIVE

26. Définition

La dérive se mesure comme la variation de la grandeur de sortie stabilisée pendant un temps donné — après durée d'échauffement préalable — toutes les autres variables d'influence étant maintenues telles que leur influence cumulée demeure inférieure à un dixième de la valeur de *dérive* spécifiée. La mesure de la dérive inclut les perturbations de sortie dans la plage des fréquences comprises entre 0 et 20 Hz.

27. Conditions de mesure

27.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

27.2 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation offre un choix de réglages de la valeur de sortie, on effectuera la mesure de la *dérive* à la valeur maximale nominale de la grandeur de sortie stabilisée, puis à sa valeur minimale nominale. Si cette dernière est nulle, on effectuera la mesure à 1% de la valeur maximale.

27.3 Charge

Méthode I: Régler la charge à sa valeur maximale nominale.

Méthode II: Faire fonctionner l'alimentation non chargée.

27.4 Alimentation à sorties multiples

Méthode I: Effectuer les mesures de la dérive avec toutes les sorties sous charge maximale nominale.

Méthode II: Effectuer les mesures de la dérive avec toutes les sorties non chargées.

28. Appareillage requis

28.1 Un moyen de détecter les variations de valeur de la grandeur de sortie stabilisée dont les variations propres (*dérive*) sur la durée de l'observation sont suffisamment faibles pour que, combinées en valeur absolue avec tous les autres écarts, elles n'introduisent pas une limite d'erreur supérieure à 10% de la valeur de *dérive* spécifiée pour l'alimentation.

25. Alternates, precautions and error analysis

25.1 A single ground point shall be used to avoid loops. Care must be exercised to be certain that the ground current does not flow in any conductor that also forms part of the PARD measuring circuit.

Note. — Suitable safety precautions must be taken to ensure the continuity of the grounding connection.

25.2 If differential-input measuring equipment is used, care must be exercised to ensure that the rated common-mode voltage is not exceeded and that the error introduced by the common-mode signal, multiplied by the instrument's rejection ratio, when combined in absolute magnitude with all other effects, does not exceed 10% of the PARD specification.

25.3 The voltage drop in the current monitoring resistor, used for PARD measurements on current-stabilized power supplies, unavoidably restricts the minimum load voltage to a non-zero value. This is an instrumentation error and is to be considered in making an error analysis.

25.4 Shield as required, to prevent noise pickup from contributing a PARD component in excess of the 10% cumulative limit of error.

25.5 For PARD measurements on voltage limited or current limited or automatic crossover power supplies, care must be taken to ensure that the controlled output quantity is not limited for any combination of source, output or load conditions of the test.

SECTION FOUR — DRIFT

26. Definition

Drift is measured as the change in the stabilized output quantity during a specified period of time—following warm-up—all other influence quantities held such that their cumulative influence is less than one-tenth of the *drift* specification. The drift measurement includes output perturbations in the frequency range d.c. to 20 Hz.

27. Conditions of measurement

27.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

27.2 Stabilized output quantity

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the *drift* measurement at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum value is zero, conduct the measurement at 1% of maximum value.

27.3 Load

Method I: Set the load to the maximum rated value.

Method II: Operate the power supply unloaded.

27.4 Multiple output power supplies

Method I: Conduct the drift measurement with all outputs loaded to their maximum outputs.

Method II: Conduct the drift measurement with all outputs unloaded.

28. Equipment required

28.1 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity whose own variations (drift) over the period of observation are sufficiently small that, combined in absolute magnitude with all other effects, they do not introduce a limit of error exceeding one-tenth of the power supply's *drift* specification.

Le dispositif de mesure doit être sensible aux perturbations qui se produisent dans la plage des fréquences de 0 à 20 Hz. Un filtre passe-bas avec une pente d'atténuation d'au moins 6 dB par octave éliminera les fréquences apparaissant au-delà de 20 Hz.

On recommande la lecture sur un enregistreur à déroulement continu des modifications mesurées de la grandeur de sortie stabilisée. Si la fréquence maximale de coupure de l'enregistreur est inférieure à 20 Hz, il faut effectuer un complément d'observation à l'oscillographe cathodique muni d'un filtre passe-bas de 20 Hz. Une telle observation doit durer 5 min, une première fois au cours de la première heure de mesure et une seconde fois au cours de la dernière.

28.2 Un dispositif d'action sur les conditions ambiantes (notamment la température) de l'alimentation, de sorte que l'écart dû à la température, combiné en valeur absolue avec les autres écarts, ne provoque pas une erreur supérieure à 10% de la valeur de *dérive* spécifique pour l'alimentation.

28.3 Pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif convenable de contrôle du courant. On suggère, à cet effet, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec la limite d'erreur de 10%.

29. Montage et mode opératoire

29.1 Faire fonctionner l'alimentation dans les conditions d'essai pendant la durée d'échauffement préalable. Si aucune durée d'échauffement préalable n'est spécifiée, laisser chauffer l'appareil pendant une demi-heure. Pendant cette période, régler la valeur de la sortie, la charge, la source et les appareils de mesure. Aucun réglage ne doit être effectué après le début des mesures.

L'amortissement de l'écart transitoire dû au rétablissement à la mise en service (échauffement préalable) devrait être déterminé par la méthode décrite à la section huit.

29.2 Noter les variations de la grandeur de sortie stabilisée pendant l'intervalle de temps spécifié. Si aucune indication de durée n'est spécifiée, la période d'enregistrement doit s'étendre sur un minimum de 8 h. Pendant cette période, les valeurs de tension de source, de charge et de température ambiante doivent être relevées à des intervalles non supérieurs à 30 min. Pour les alimentations stabilisées en courant, on emploiera le dispositif de contrôle du courant.

29.3 La dérive est la différence en valeur absolue mesurée entre les valeurs maximale et minimale de la grandeur de sortie stabilisée, qui se produit sur toute la durée de la mesure. Elle doit être exprimée en pourcentage ou dans les mêmes unités que la grandeur de sortie stabilisée, c'est-à-dire en volts ou en ampères, ou en fractions de ces unités.

29.4 La mesure de la dérive est dite avoir été accomplie conformément à la méthode I de la présente norme si elle a été faite dans un milieu à température régulée, à pleine charge.

29.5 La mesure de la dérive est dite avoir été accomplie conformément à la méthode II de la présente norme si elle a été faite dans un milieu à température régulée, à vide.

29.6 En cas d'impossibilité de disposer d'un milieu à température régulée, on effectuera la mesure de la dérive selon la méthode décrite ci-dessous et l'on dira du résultat qu'il a été obtenu selon la méthode III de la présente norme.

Méthode III

Etablir un pare-vent dont chaque dimension est supérieure de 1 m à celles de l'alimentation et le placer dans l'espace le mieux climatisé dont on dispose. Relever la température en trois points de l'espace entourant l'alimentation et en faire la moyenne. Multiplier la différence (moyenne) entre la valeur minimale et la valeur maximale de la température relevée au cours de la mesure de la dérive par le coefficient d'écart dû à la température de l'alimentation, et retrancher ce produit de la variation observée de la grandeur de sortie stabilisée.

Quand on applique la méthode III, on doit faire fonctionner l'alimentation avec une charge disposée de telle façon que l'échauffement propre de l'environnement immédiat soit aussi faible que possible.

The measuring means shall respond to perturbations in the frequency range from d.c. 0 to 20 Hz and shall exclude signals over 20 Hz by means of a low-pass filter whose response falls by at least 6 dB per octave.

A strip-chart readout of the measured changes in stabilized output quantity is recommended. If the upper frequency cutoff of the recorder is less than 20 Hz, supplemental observation shall be made with a cathode-ray oscilloscope, fitted with a 20-Hz low-pass filter. Such observation shall be made for a period of 5 min, once during the first hour of the measurement and again during the last hour.

28.2 A means for controlling the environment (particularly the temperature) of the power supply, such that the temperature effect, combined in absolute magnitude with all other effects, does not contribute an error exceeding one-tenth of the power supply's *drift* specification.

28.3 For measurements on current stabilized power supplies, a suitable current monitoring means. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with the 10% limit of error.

29. Set-up and procedure

29.1 Operate the power supply under test conditions for the specified warm-up period. If no warm-up time is specified, allow half an hour for warm-up. During this period, adjust output setting, load, source and measuring instruments. No adjustments may be made once measurements have begun.

The completion of the turn-on transient settling effect (warm-up) should be determined by the method described in Section Eight.

29.2 Record the changes in the stabilized output quantity for the specified interval of time. If no duration is specified, the recording shall be for a minimum of 8 h. During this period, the values of source voltage, load and environmental temperature shall be recorded at intervals no greater than 30 min. For current-stabilized power supplies, employ the current monitoring means.

29.3 The drift is the absolute measured difference between the maximum and minimum values of the stabilized output quantity occurring within the measurement time span. Report as a percentage change, or in the units of the stabilized output quantity, i.e. volts or amperes, or fractions thereof.

29.4 The drift measurement shall be identified as having been made in accordance with Method I of this standard, if it is accomplished in a temperature-controlled environment, fully loaded.

29.5 Identify the drift measurement as being in accordance with Method II of this standard, if it is accomplished in a temperature-controlled environment, not loaded.

29.6 In the event that a temperature-controlled environment cannot be provided, conduct the drift measurement as follows and identify the results as Method III of this standard.

Method III

Construct a draft shield, each dimension 1 m greater than that of the power supply and set up in the best air-conditioned space available. Measure the temperature at three points in the space surrounding the power supply and average. Multiply the observed (average) temperature change from the maximum to the minimum value during the drift measurement interval by the power supply's temperature effect coefficient and subtract the magnitude of the product from the magnitude of the observed change in the stabilized output quantity.

For Method III, the power supply should be operated so loaded as to minimize the self-heating of the immediate environment.

30. Variantes, précautions et analyse d'erreur

30.1 Lors de la mesure de la dérive d'un courant de sortie stabilisé, le dispositif de contrôle doit, au besoin, être maintenu dans un milieu à température régulée de sorte que les variations de sa valeur, combinées en valeur absolue avec tous les autres écarts, n'affectent pas la mesure de la dérive de plus de 10% de la valeur de *dérive* spécifiée pour l'alimentation.

30.2 Pour les mesures effectuées sur des alimentations à tension limitée, à courant limité ou à croisement automatique, il convient de veiller à ce que la grandeur de sortie commandée ne soit limitée pour aucune combinaison des conditions de source, de charge et de sortie de l'essai.

SECTION CINQ — IMPÉDANCE DE SORTIE

31. Définition

L'impédance de sortie est le rapport de la variation sinusoïdale de la tension de sortie à la variation du courant de sortie. C'est l'écart dû à la charge dynamique, mesuré dans le domaine de fréquence. L'impédance de sortie est, en général, une fonction variable de la fréquence et s'exprime par la description de cette fonction pour une bande de fréquences spécifiée.

32. Conditions de mesure

32.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

32.2 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation offre un choix de réglage de la valeur de sortie, on effectuera la mesure de l'impédance de sortie à la valeur maximale nominale.

32.3 Charge

Pour la mesure de l'impédance de sortie, la variable d'influence est la charge que l'on fait varier ou que l'on module sinusoïdalement autour d'une valeur fixe égale à 50% de la valeur nominale ou maximale spécifiée.

L'amplitude de la modulation ne doit pas excéder la valeur juste nécessaire à la mesure des variations de la réponse en régime sinusoïdal de la grandeur de sortie stabilisée, sans dépasser 100%. Ce qui signifie que la valeur de crête de la charge ne doit pas dépasser la valeur maximale nominale de l'alimentation ni devenir nulle ou négative.

32.4 Fréquence de la modulation

La modulation de la charge doit couvrir une bande de fréquences suffisante pour englober toute fréquence sur laquelle on désire des informations. Dans tous les cas, la bande des fréquences de modulation doit être suffisante pour permettre de définir clairement la *pente* (taux de variation) de l'impédance de sortie par rapport à la fréquence.

32.5 Nombre de mesures

Les points portés en graphique doivent être suffisamment rapprochés pour mettre en évidence les irrégularités ou discontinuités de la pente de l'impédance de sortie.

33. Appareillage requis

33.1 Une source de caractéristiques suffisantes pour que la charge modulée imposée par l'alimentation ne provoque pas de variation notable de la tension de la source. En particulier, les variations de la source en synchronisme avec l'onde de modulation, multipliées par l'écart dû à la source, doivent donner une erreur cumulée inférieure à 10% de l'impédance de sortie spécifiée pour cette fréquence.

33.2 Un dispositif de charge de l'alimentation capable d'être modulé sur toute la plage de fréquences requise.

a) Pour les alimentations stabilisées en tension

La charge peut prendre la forme d'un amplificateur de puissance à faible impédance capable de suivre les variations de courant requises, convenablement découplé par rapport à la tension continue de l'alimentation, et raccordé en parallèle à une charge résistive prévue pour absorber 50% du courant nominal.

30. Alternates, precautions and error analysis

30.1 When measuring the drift of a stabilized output current, if necessary, the monitoring means shall be maintained in a temperature-controlled environment so that changes in its value combined in absolute magnitude with all other effects affect the drift measurement by an amount less than one-tenth of the power supply's *drift* specification.

30.2 For measurements on voltage-limited or current-limited or automatic crossover power supplies, care should be taken to ensure that the controlled output quantity is not limited for any combination of source, output and load condition of the test.

SECTION FIVE — OUTPUT IMPEDANCE

31. Definition

Output impedance is measured as the ratio of the amplitude of a sinusoidally changing output voltage to the amplitude of the changing output current. It is the dynamic *load effect*, measured in the frequency domain. The output impedance is, generally, a variable function of frequency and is expressed by describing the function for a specified band of frequencies.

32. Conditions of measurement

32.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

32.2 *Stabilized output quantity*

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the output impedance measurement at maximum rated value.

32.3 *Load*

The variable influence quantity for the output impedance measurement is the load which is varied or modulated in sinusoidal fashion about a fixed value equal to 50% of its specified maximum or rated value.

The modulation amplitude shall be no larger than is sufficient for the measurement of the sinusoidal response variations in the stabilized output quantity, but shall not exceed 100%. That is, the peak value of the varying load shall not exceed the maximum rating of the power supply, nor shall it go below zero or become negative.

32.4 *Modulation frequency*

The load shall be modulated over a sufficient band of frequencies so as to encompass any frequency for which information is required. In any event, the band of modulation frequencies shall be sufficient so as to clearly define the *slope* (rate-of-change) of output impedance versus frequency.

32.5 *Number of measurements*

Plotting points shall be sufficiently close so as to adequately depict irregularities or discontinuities in the output impedance slope.

33. Equipment required

33.1 A *source of primary energy* for the power supply of sufficient rating that the modulated loading imposed by the power supply does not result in significant change in source voltage. Particularly, source voltage changes in synchronism with the modulation waveform, multiplied by the source effect, shall contribute to a cumulative error less than one-tenth of the specified output impedance at the frequency.

33.2 A *means for loading* the power supply capable of being modulated over the required frequency range.

a) *For voltage-stabilized power supplies*

The load may take the form of a low impedance power amplifier able to swing the required current and suitably decoupled from the d.c. voltage of the power supply, *in parallel* with a resistive load set to draw 50% of the rated current.

b) Pour les alimentations stabilisées en courant

La charge peut prendre la forme d'un amplificateur de puissance à forte impédance capable de suivre les variations de tension requises, convenablement découplé par rapport au courant continu de l'alimentation et raccordé *en série* à une charge résistive prévue pour supporter 50% de la tension nominale.

33.3 Un dispositif de contrôle du courant

On suggère une résistance aux bornes de laquelle apparaisse une tension proportionnelle à l'amplitude du courant alternatif. La résistance de contrôle du courant doit être suffisamment non réactive pour qu'une comparaison établie entre son impédance à la plus haute fréquence de modulation et son impédance à la plus basse fréquence de modulation fasse apparaître une différence inférieure à 10% de la résistance en courant continu.

33.4 Un générateur de signaux sinusoïdaux couvrant la plage de fréquences requise et d'amplitude de sortie suffisante pour commander la modulation de la charge.

33.5 Un dispositif d'observation, de préférence un oscilloscope ayant deux canaux identiques de sorte que la tension et le courant puissent être surveillés simultanément. Sa largeur de bande doit être suffisante pour couvrir la plage de fréquences utilisée. De même, sa résolution, sa sensibilité, sa stabilité et sa précision doivent pouvoir assurer une limite d'erreur n'excédant pas 10% de la valeur spécifiée pour l'impédance de sortie.

34. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en tension

Raccorder la charge et le dispositif de contrôle du courant à l'alimentation conformément à la figure 8, page 70. Régler l'amplitude du courant de modulation pour un rapport signal/bruit d'au moins 20 dB sur l'amplitude de la tension résultante ($E_{\sin}$), sans que le taux de modulation dépasse toutefois 100%. Ceci détermine, en général, la plus basse fréquence modulable. On peut obtenir un point supplémentaire de la courbe pour le courant continu à partir de la mesure de l'écart dû à la charge en calculant $\Delta E_{\sin}/\Delta I_{\sin}$ (voir la figure 1, page 66).

L'impédance de sortie s'obtient en mesurant l'amplitude du courant de modulation $I_{\sin}$, l'amplitude de la tension résultante $E_{\sin}$ et en calculant $Z_2 = E_{\sin}/I_{\sin}$.

Cette mesure est à répéter à des intervalles de fréquence répartis sur toute la bande de fréquences pour que le lieu des points d'impédance de sortie permette la construction d'une courbe continue. Le lieu des impédances peut se construire sur un papier log-log, de sorte que la pente de l'impédance en fonction de la fréquence, permette de connaître la réactance de sortie équivalente.

35. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en courant

Raccorder la charge et le dispositif de contrôle du courant à l'alimentation conformément à la figure 9, page 71. Régler l'amplitude de la tension de modulation pour un rapport signal/bruit d'au moins 20 dB sur l'amplitude du courant résultant ($I_{\sin}$), mais sans que le taux de modulation dépasse 100%. Ceci détermine, en général, la plus basse fréquence modulable. On peut obtenir un point supplémentaire de la courbe pour le courant continu à partir de la mesure de l'écart dû à la charge en calculant $\Delta E_{\sin}/\Delta I_{\sin}$.

L'impédance de sortie s'obtient en mesurant l'amplitude de la tension de modulation e_o , l'amplitude du courant résultant $I_{\sin}$ et en calculant $Z_2 = E_{\sin}/I_{\sin}$.

36. Variantes, précautions et analyse d'erreur

36.1 Il convient de veiller à ce que l'amplitude de la déviation périodique et aléatoire ne soit pas confondue avec le signal correspondant à la modulation de la grandeur de sortie stabilisée. L'emploi de filtres discriminatoires de fréquence peut faciliter les mesures.

36.2 On emploiera des fils torsadés courts pour les liaisons de la charge et du dispositif de mesure à l'alimentation dans un montage à quatre bornes. La réactance du circuit de mesure de la charge peut être déterminée et soustraite en répétant les mesures et en remplaçant l'alimentation stabilisée en tension par un court-circuit et l'alimentation stabilisée en courant par un circuit ouvert.

36.3 Le signal de modulation doit toujours être une sinusoïde sans distorsion apparente. Si une distorsion notable apparaît à quelque fréquence que ce soit, réduire l'amplitude de la modulation.

b) For current-stabilized power supplies

The load may take the form of a high impedance power amplifier, able to swing the required voltage, and suitably decoupled for the d.c. current of the power supply, *in series* with a resistive load set to support 50% of the rated voltage.

33.3 A current-monitoring means

A suggested means is a resistor chosen to develop a voltage proportional to the a.c. current amplitude. The current-monitoring resistor shall be sufficiently non-reactive that a comparison of its impedance at the highest modulation frequency, with its impedance at the lowest modulation frequency, exhibits a difference less than one-tenth of the d.c. resistance.

33.4 A sinewave generator having the required frequency range and sufficient output amplitude to drive the modulation of the load.

33.5 A means of observation, preferably an oscilloscope having two identical channels so that voltage and current may be monitored simultaneously. The bandwidth shall be sufficient for the frequency range being used. Resolution, sensitivity, stability and accuracy shall be sufficient to ensure a limit of error not in excess of 10% of the output impedance specification.

34. Set-up and procedure for voltage-stabilized power supplies

Connect the load and current-monitoring means to the power supply as shown in Figure 8, page 70. Modulation current amplitude should be adjusted for at least 20 dB signal-to-noise ratio for the responsive voltage amplitude ($E_{\sin}$) but must not exceed 100%. Usually, this will determine the lowest frequency that can be modulated. An additional plotting point at d.c. can be obtained from the load effect measurement by computing $\Delta E_{\sin}/\Delta I_{\sin}$ (see Figure 1, page 66).

The output impedance is obtained by measuring the modulating current amplitude $I_{\sin}$, the responsive voltage amplitude $E_{\sin}$, and the computing $Z_2 = E_{\sin}/I_{\sin}$.

This measurement is repeated at spaced frequency intervals over the frequency band to permit the drawing of a smooth curve through the locus of output impedance points. The impedance locus may be drawn on log-log graph paper so that the slope of the impedance versus frequency will permit identification of the equivalent output reactance.

35. Set-up and procedure for current-stabilized power supplies

Connect the load and current-monitoring means to the power supply as shown in Figure 9, page 71. Modulation voltage amplitude should be adjusted for at least 20 dB signal-to-noise ratio for the responsive current ($I_{\sin}$), but must not exceed 100%. Usually, this will determine the lowest frequency that can be modulated. An additional plotting point at d.c. can be obtained from the load effect measurement by computing $\Delta E_{\sin}/\Delta I_{\sin}$.

The output impedance is obtained by measuring the modulating voltage amplitude e_o , the responsive current amplitude $I_{\sin}$ and the computing $Z_2 = E_{\sin}/I_{\sin}$.

36. Alternates, precautions and error analysis

36.1 Care shall be exercised so that the PARD amplitude is not mistaken for the responsive signal in the stabilized output quantity. The use of frequency discriminatory filters may aid measurement.

36.2 Use short, twisted wires to connect the load and measuring means in a 4-terminal connection to the power supply. Reactance in the load or measuring circuit may be determined and discounted by repeating the measurements on a short-circuit in place of the voltage stabilized power supply, and an open circuit in place of the current stabilized power supply.

36.3 The modulation signal must always be in the form of a low distortion sinusoid. Reduce the modulation amplitude if observable distortion appears at any frequency.

36.4 Pour les mesures effectuées sur les alimentations à courant limité ou à tension limitée ou sur les alimentations à transition automatique, il convient de veiller à ce que la grandeur de sortie commandée ne soit limitée pour aucune amplitude de modulation et à ce que la charge ne tombe pas en dessous de zéro.

SECTION SIX — ÉCART DÛ À LA TEMPÉRATURE

37. Définition

L'écart dû à la température est la modification établie de la grandeur de sortie stabilisée de l'alimentation à la suite d'une variation de la température ambiante. Après que la température a varié, il se produit deux écarts successifs affectant la grandeur de sortie (voir l'article 6).

- 1) Une perturbation transitoire de la sortie et un rétablissement ; voir la section sept.
- 2) L'écart stable dû à la température.

Cette procédure concerne la mesure du coefficient d'écart dû à la température, qui est la variation maximale établie de la grandeur de sortie stabilisée par unité de température (habituellement 1 °C).

38. Conditions de mesure

38.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

38.2 Environnement

Température: dans cet essai, la variable d'influence est la température que l'on doit faire varier par intervalles de 10 °C sur toute la plage de température spécifiée.

38.3 Grandeur de sortie stabilisée

Si l'alimentation stabilisée offre un choix de réglages de la valeur de sortie, on effectuera les mesures du coefficient d'écart dû à la température à la valeur maximale nominale, puis à la valeur minimale de la grandeur de sortie stabilisée. Si cette valeur minimale est nulle, on effectuera la mesure à 1% de la valeur maximale.

38.4 Charge

Méthode I: régler la charge à sa valeur maximale nominale.

Méthode II: faire fonctionner l'alimentation avec la charge propre à réduire au mieux l'échauffement propre.

38.5 Alimentation à sorties multiples

Méthode I: effectuer la mesure du coefficient d'écart dû à la température avec toutes les sorties chargées à leur valeur maximale.

Méthode II: effectuer la mesure de l'écart dû à la température avec les charges de sorties propres à réduire au mieux l'échauffement propre.

39. Appareillage requis

39.1 Un dispositif de contrôle de la température ambiante couvrant la plage des températures spécifiées, par intervalles de 10 °C, à 1 °C près.

39.2 Un dispositif permettant de détecter les modifications de la grandeur de sortie stabilisée de façon à pouvoir déterminer le moment (t_2) auquel l'équilibre thermique est atteint. Un dispositif d'enregistrement continu des mesures, un enregistreur à déroulement continu par exemple, est recommandé. Cet appareil doit posséder une résolution, une stabilité et une précision suffisantes pour que cette erreur, combinée en valeur absolue avec les autres écarts, donne une limite d'erreur qui ne dépasse pas 10% de la valeur spécifiée pour le coefficient (d'écart dû à la) de température.

39.3 Pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif de contrôle du courant est nécessaire. On suggère, à cet effet, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec une limite d'erreur ne dépassant pas 10% de la valeur spécifiée pour le coefficient d'écart dû à la température.

36.4 For measurements on voltage-limited or current-limited or automatic crossover power supplies, care should be taken to ensure that the controlled output quantity is not limited for any modulation amplitude, nor should the load be permitted to go below zero.

SECTION SIX — TEMPERATURE EFFECT

37. Definition

The *temperature effect* is the steady-state change of a power supply's stabilized output quantity following a change in the ambient temperature. After temperature is varied, there are two ensuing, time-separable output effects (see Clause 6).

- 1) A transient output perturbation and recovery; see Section Seven.
- 2) The steady-state temperature effect.

This procedure is concerned with the measurement of the temperature effect coefficient, the maximum steady-state change in stabilized output quantity per unit of temperature (usually 1 °C).

38. Conditions of measurement

38.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

38.2 Environment

Temperature: the variable influence quantity for this test is the temperature which is to be varied in increments of 10 °C over the specified temperature range.

38.3 Stabilized output quantity

If the power supply offers a selection of output settings, conduct the temperature effect (coefficient) measurements at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum value is zero, conduct the measurement at 1% of maximum value.

38.4 Load

Method I: set the load to maximum rated value.

Method II: operate the power supply so loaded as to minimize the self-heating.

38.5 Multiple output power supplies

Method I: conduct the temperature effect (coefficient) measurement with all outputs loaded to their maximum output.

Method II: conduct the temperature effect measurement with all outputs so loaded as to minimize the self-heating.

39. Equipment required

39.1 A means for controlling the environmental temperature over the range of temperatures specified in 10 °C increments, accurate to 1 °C.

39.2 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity such that the time (t_2) at which thermal equilibrium is achieved can be determined. A device that makes a continuous record of its readings, such as a strip-chart recorder, is recommended. Said means is to have sufficient resolution, stability and accuracy so that its error, combined in absolute magnitude with all other effects, ensures a limit of error not to exceed 10 % of the temperature effect (coefficient) specification.

39.3 For measurements on current-stabilized power supplies, a current monitoring means is required. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with a limit of error not to exceed 10% of the temperature effect coefficient specification.

40. Montage et mode opératoire

40.1 Pour les alimentations stabilisées en tension

Raccorder la charge et le dispositif de contrôle à l'alimentation à l'aide d'un montage à quatre bornes et placer l'alimentation dans un milieu à température régulée.

40.2 Pour les alimentations stabilisées en courant

Raccorder le dispositif de contrôle du courant de façon que son indication soit proportionnelle au courant de sortie. L'appareil de mesure doit être raccordé au dispositif de contrôle à l'aide d'un montage à quatre bornes. L'alimentation est placée dans un milieu à température régulée. Les éléments du dispositif de contrôle du courant doivent demeurer à l'extérieur de ce milieu à température variable.

40.3 La mesure de l'écart dû à la température s'effectue en faisant croître la température ambiante par échelons de 10 ± 1 °C, de la plus basse à la plus haute valeur spécifiée, puis en la faisant décroître de la plus haute à la plus basse valeur spécifiée par échelons de 10 °C.

Sauf spécification contraire, la plage des températures dans laquelle les mesures du coefficient d'écart dû à la température doivent être effectuées est la même que la plage des températures de fonctionnement de l'alimentation.

40.4 A chaque échelon, la température doit être maintenue à la valeur fixée dans les limites de ± 1 °C jusqu'à ce que la valeur de la grandeur de sortie ait atteint l'équilibre (t_2 , figure 11, page 73). Dans l'optique de cet essai, on doit considérer que l'équilibre est atteint lorsque la grandeur de sortie stabilisée ne varie plus que de moins de 5% de la modification totale sur une période de 10 min.

40.5 Le coefficient d'écart dû à la température s'exprime comme la variation de la grandeur de sortie stabilisée mesurée à t_2 par rapport à t_0 , divisée par 10 (°C). L'ensemble des observations recueillies pour les températures croissantes et décroissantes aux deux valeurs de réglage de la grandeur de sortie stabilisée constituent l'ensemble des mesures du coefficient d'écart dû à la température que l'on doit exprimer en termes de la plus grande variation, en centièmes par unité de température (% par °C) ou comme la plus grande variation de la grandeur de sortie stabilisée, par unité de température ($\Delta\gamma/\Delta\theta$).

40.6 La mesure du coefficient d'écart dû à la température est dite avoir été effectuée selon la méthode I si elle a été faite dans un milieu à température régulée, à pleine charge.

40.7 En cas de manque de moyens ou si les dimensions de l'alimentation rendent impossible la pratique d'un essai à pleine charge dans un milieu à température régulée, on effectuera l'essai avec l'alimentation chargée de façon à réduire le plus possible l'échauffement propre. Cette méthode constitue la méthode II.

41. Variantes, précautions et analyse d'erreur

41.1 Pour les alimentations stabilisées en courant, le dispositif de contrôle du courant doit être placé à l'extérieur de l'enceinte d'essai.

41.2 Pour les mesures effectuées à des températures élevées, il convient de respecter les spécifications du constructeur relatives à la dissipation afin que la température de l'alimentation reste dans les limites prescrites.

41.3 Lors des mesures du coefficient de température, il faut tenir compte des erreurs dues à la dérive de l'appareillage.

SECTION SEPT — PERFORMANCES EN RÉGIME TRANSITOIRE

42. Généralités

Les performances en régime transitoire d'une alimentation décrivent le comportement de sa grandeur de sortie stabilisée à la suite immédiate d'une variation en échelon d'une variable d'influence quelconque. On caractérise les performances en régime transitoire par la mesure de l'amplitude de la perturbation de la grandeur de sortie stabilisée, et du temps de rétablissement.

40. Set-up and procedure

40.1 For voltage-stabilized power supplies

Connect the load and monitoring equipment to the power supply with a 4-terminal connection and place the power supply in a temperature-controlled environment.

40.2 For current-stabilized power supplies

Connect the current monitoring means so as to make its indication proportional to the output current. Measuring equipment shall be connected to the monitoring device by means of a 4-terminal connection. The power supply is placed in a temperature-controlled environment. The current-monitoring elements must remain outside of the variable-temperature environment.

40.3 The temperature effect measurement is accomplished by raising the temperature of the environment in steps of 10 ± 1 °C from the lowest specified temperature to the highest specified temperature, and then reducing the temperature of the environment in steps of 10 °C from the highest specified temperature to the lowest specified temperature.

If not otherwise specified, the range of temperatures over which the temperature effect coefficient measurements are to be made are equal to the operating temperature range of the power supply.

40.4 At each step, the temperature shall be held constant ± 1 °C until the value of the output quantity has reached equilibrium (t_2 , Figure 11, page 73). For the purpose of this test, it shall be considered that equilibrium is reached when the stabilized output quantity varies by an amount less than 5% of the total change over a 10 min period.

40.5 Express the temperature effect coefficient as the measured change in the stabilized output quantity at t_2 , compared with t_0 , divided by 10 (°C). The set of observations for ascending and descending temperatures at the two settings of the stabilized output quantity constitute the set of temperature effect coefficient measurements which shall be reported in terms of the largest percentage change per unit of temperature (% per °C) or the largest measured change in the units of the stabilized output quantity per unit of temperature ($\Delta\gamma/\Delta\theta$).

40.6 Identify the temperature effect (coefficient) measurement as being in accordance with Method I, if it is accomplished in a temperature-controlled environment, fully loaded.

40.7 In the event that lack of facilities or power supply size make a fully loaded sample test inside a temperature-controlled chamber impractical, tests may be conducted with the power supply so loaded as to minimize the self-heating. If this method is used, it must be reported as Method II.

41. Alternates, precautions and error analysis

41.1 For current stabilized power supplies, the current monitoring means shall be placed in an environment outside of the test chamber.

41.2 For measurements at high temperatures, care shall be exercised to ensure compliance with manufacturer's requirements concerning heat flow so as to ensure that the local temperature of the power supply is within specified bounds.

41.3 Errors caused by drift perturbations shall be accounted for in making the temperature-coefficient measurements.

SECTION SEVEN — TRANSIENT PERFORMANCE MEASUREMENT

42. General

A power supply's transient performance describes the behaviour of its stabilized output quantity immediately following a step change in any influence quantity. A transient performance measurement includes both the amplitude of the disturbance in the stabilized output quantity and the time for its recovery.

Les variables d'influence pour lesquelles on peut effectuer des mesures de performances en régime transitoire comprennent, entre autres :

- les variations en échelon de la charge;
- les variations en échelon de la tension de source;
- les variations en échelon de la température ambiante.

Pour les besoins de ces essais, une variation en échelon sera provoquée dans la variable d'influence dans un intervalle de temps inférieur ou égal à un dixième du temps de rétablissement spécifié; elle sera uniforme, sans dépassement ni oscillation.

43. Domaine d'application

Ces prescriptions sont difficiles à observer pour les puissances élevées. Aussi le domaine d'application de cette section est-il limité au cas où on dispose de l'appareillage requis.

44. Conditions de mesure

44.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de mesure » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

44.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de la grandeur de sortie, effectuer les mesures en régime transitoire à la valeur maximale nominale.

44.3 Charge: si la variable d'influence ne doit pas être variable, régler la charge à la valeur spécifiée maximale.

44.4 Alimentations à sorties multiples: effectuer les mesures en régime transitoire en réglant et chargeant toutes les sorties à leur valeur maximale nominale.

45. Appareillage requis

45.1 Si la tension de source est la variable d'influence qui doit varier soudainement, il est nécessaire de prévoir un dispositif provoquant une variation en échelon entre les tensions de source minimale et maximale nominales. L'intervalle peut être celui des deux tensions extrêmes, ou celui entre la tension moyenne et l'une ou l'autre de ces valeurs extrêmes.

45.2 Si la charge est la variable d'influence qui doit varier soudainement, il doit être possible de faire varier le dispositif de charge de façon soudaine entre les valeurs minimale et maximale de la charge. Si le moyen retenu est mécanique, il doit être capable de couper franchement le circuit de charge sans entretenir d'arc. A cause des difficultés rencontrées à cet égard, un dispositif électronique de commutation est recommandé.

45.3 Si la température est la variable d'influence qui doit varier soudainement, un dispositif de commande d'ambiance sera nécessaire, il sera capable de provoquer des variations rapides de température dans les limites d'une plage spécifiée.

45.4 Un dispositif destiné à mesurer l'amplitude de l'écart transitoire et le temps nécessaire à son rétablissement. L'appareil de mesure recommandé est l'oscilloscope, étalonné en amplitude et base de temps, d'une résolution et d'une précision suffisantes pour assurer une limite d'erreur inférieure ou égale à 10% des spécifications relatives aux écarts transitoires. Pour la mesure de phénomènes transitoires plus lents (par exemple les performances en température transitoire), on peut remplacer l'oscilloscope par un enregistreur à déroulement continu.

45.5 Pour les mesures effectuées sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif de contrôle du courant est nécessaire. On suggère, à cette fin, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec une limite d'erreur inférieure ou égale à 10% des spécifications relatives aux écarts transitoires.

46. Montage et mode opératoire

Chaque mesure doit être effectuée une fois dans chaque sens de l'échelon de la variation de la variable d'influence. Par exemple, on effectuera des mesures séparées sur les transitoires provoqués par la mise *sous charge* et *hors charge*. Les transitoires associés à l'application et à l'interruption de la tension de source, les temps de réponse à la mise *en* et *hors service* peuvent n'être mesurés que dans le sens approprié de la variation de leur variable d'influence.

Influence quantities for which transient performance measurements may be made include, but are not limited to:

- step load changes;
- step source voltage changes;
- step changes in ambient temperature.

For the purpose of this test, a step change in an influence quantity shall be effected in a time interval no greater than one-tenth of the specified recovery time and shall be monotonic, having no overshoot or ringing.

43. Scope

It is realized that these requirements may be difficult to meet for high-power units. Accordingly, the scope of this section is limited to cases where adequate equipment is available.

44. Conditions of measurement

44.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

44.2 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the transient measurement at maximum rated value.

44.3 Load: if the influence quantity cannot be stepped, set to maximum specified value.

44.4 Multiple output power supplies: conduct transient measurements with all outputs set and loaded to their maximum rated value.

45. Equipment required

45.1 If the source voltage is the influence quantity to be stepped suddenly, a mechanism to provide a step change between the minimum and the maximum rated source voltages will be required. These may either be the two voltage extremes or from the mid-voltage to either extreme.

45.2 If load is the influence quantity to be stepped suddenly, the loading means shall be capable of being changed abruptly between the minimum and maximum values of load. If mechanical means are chosen, they must be capable of interrupting the load circuit without sustaining an arc. Because of the difficulty in doing this, electronic load switching means are recommended.

45.3 If temperature is the influence quantity being stepped suddenly, a controlled environment will be required, capable of executing fast changes in temperature over a specified temperature range.

45.4 A means for measuring the amplitude of the transient effect and time required for its recovery. An oscilloscope is the recommended instrument, calibrated in the amplitude and time base, with sufficient accuracy and resolution as to ensure a limit of error not to exceed 10% of the transient effect specifications. For measurement of slower transients (e.g. temperature transient performance), a strip-chart recorder may be substituted for the oscilloscope.

45.5 For measurements on current-stabilized power supplies, a current-monitoring means is required. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with a limit of error not to exceed 10% of the transient effect specifications.

46. Set-up and procedure

Each measurement shall be made once in each direction for a step change in the influence quantity. For example, separate measurements of the *load on* and the *load off* transient shall be made. The transients associated with the application and removal of source power, *start-up* and *turn-off decay* can be measured only in the appropriate direction of their influence quantities change.

46.1 *Ecart transitoire dû à la source*

Provoquer la variation en échelon du potentiel de la source d'alimentation. Mesurer l'amplitude de dépassement de la grandeur de sortie stabilisée. Mesurer le temps nécessaire au rétablissement thermique de la grandeur de sortie stabilisée dans la plage de rétablissement spécifiée. On doit veiller à ce que la tension d'alimentation qui varie soudainement ne présente ni dépassement ni dépression qui excèdent les limites nominales assignées à la source.

46.2 *Ecart transitoire dû à la charge*

Provoquer la variation en échelon de la charge entre les limites spécifiées. On doit veiller à ce que la charge qui varie soudainement ne présente pas de dépression en dessous de zéro ou dépassant 100%. Mesurer l'amplitude de dépassement de la grandeur de sortie stabilisée. Mesurer le temps nécessaire au rétablissement thermique de la grandeur de sortie stabilisée dans la plage de rétablissement spécifiée.

46.3 *Ecart transitoire dû à la température*

Provoquer la variation en échelon spécifiée de la température ambiante. Ceci peut être réalisé à l'aide d'une enceinte à température régulée apte à faire varier la température en un temps inférieur au dixième du temps de rétablissement spécifié pour l'écart transitoire dû à la température — ou cela peut être effectué manuellement en déplaçant physiquement le matériel d'un environnement à l'autre. Mesurer l'amplitude de dépassement de la grandeur de sortie stabilisée. Mesurer le temps nécessaire au rétablissement thermique de la grandeur de sortie stabilisée dans la plage de rétablissement spécifiée.

46.4 *Transitoire de mise sous tension initiale (échauffement préalable)*

Provoquer une application soudaine de la tension de source. Mesurer l'amplitude de dépassement ainsi que la durée nécessaire pour que la grandeur de sortie stabilisée atteigne la plage d'échauffement spécifiée.

46.5 *Réponse à la mise hors service*

Provoquer une interruption soudaine de la tension de source. Mesurer l'amplitude du dépassement et la durée nécessaire pour que la grandeur de sortie stabilisée tombe en dessous d'une valeur spécifiée.

46.6 *Autres caractéristiques transitoires*

Toutes les variables d'influence possèdent (théoriquement) une phase transitoire avant que l'écart qui leur est dû atteigne sa valeur stable. Pour la mesure, provoquer une variation en échelon de cette variable d'influence en maintenant les autres à une valeur de référence constante, ou à une valeur spécifiée, en procédant à la mesure de la grandeur de sortie stabilisée à l'aide d'appareils de mesure appropriés pour déterminer l'allure de sa variation dans le temps.

47. **Variantes, précautions et analyse d'erreur**

47.1 Si la décroissance transitoire présente une variation oscillatoire vers sa valeur finale (stable), mesurer la durée jusqu'au moment où la dernière oscillation retombe à l'intérieur de la plage de rétablissement définie.

47.2 Dans le cas d'écarts transitoires dus à la charge, on peut accroître la facilité de mesure en utilisant des échelons répétés. Pour produire des échelons de charge répétitifs destinés à l'observation sur oscilloscope par rapport au temps, on peut employer une modulation de la charge en créneaux. Ceci est préférable à une commutation mécanique en raison de la stabilité du cycle et de l'absence de rebondissements de contacts et/ou de crachements ou d'arcs. Les impératifs de la mesure nécessitent que la bande passante de l'amplificateur qui module la charge soit apte à permettre des flancs avant et arrière nets avec temps de montée et de descente inférieurs au dixième de la durée de rétablissement ainsi qu'une pente de palier inférieure à 5% aux conditions établies de mise en charge et hors charge. Eviter toute synchronisation sur la fréquence de la source.

47.3 Dans le cas des alimentations dont on estime que le temps de réponse est lent par rapport à la durée du bruit de commutation associé à la fermeture mécanique des contacts, il est possible d'utiliser ce genre de dispositif pour obtenir la variation en échelon de la charge qui est requise. De telles manœuvres mécaniques peuvent être utilisées dans le cas où le temps de réponse de l'alimentation est au moins 100 fois plus long que la durée des transitoires de commutation produits par les arcs et les rebondissements de contacts, ce qui évite que ces perturbations pénètrent dans la boucle de commande de contre-réaction de l'alimentation.

46.1 *Source effect transient*

Establish a step varying source potential. Measure the overshoot amplitude in the stabilized output quantity. Measure the time required for the stabilized output quantity to recover to within the specified transient recovery band. Care should be taken to ensure that the step-modulated source voltage exhibits no overshoot or undershoot that exceeds rated source limits.

46.2 *Load effect transient*

Establish a step varying load between specified limits. Care should be taken to ensure that the sudden step-modulated load exhibits no undershoot that would go below zero or past 100%. Measure the overshoot amplitude in the stabilized output quantity. Measure the time required for the stabilized output quantity to recover to within the specified transient recovery band.

46.3 *Temperature effect transient*

Establish the specified step change in ambient temperature. This may be accomplished by means of a temperature-controlled chamber whose ability to change temperature is such that the time required is less than one-tenth of the specified temperature transient recovery time—or may be accomplished by physically removing the operating equipment from one environment to another. Measure the overshoot amplitude in the stabilized output quantity. Measure the time required for the stabilized output quantity to recover to within the specified transient recovery band.

46.4 *Initial turn-on transient (warm-up)*

Establish a step turn-on of the source voltage. Measure the overshoot amplitude and time required for the stabilized output quantity to reach the specified warm-up band.

46.5 *Turn-off decay*

Establish a step turn-off of the source voltage. Measure the overshoot amplitude and time for the stabilized output to fall below a specified value.

46.6 *Other transients*

All influence quantities have (theoretically) a transient phase before the effect of their influence reaches steady-state value. To measure, establish a step change in that influence quantity with other influences at reference or specified constant value while measuring the stabilized output quantity with suitable instruments to determine its time-varying behaviour.

47. **Alternates, precautions and error analysis**

47.1 If the transient decay exhibits an oscillatory variation about its ultimate (steady-state) value, measure the time until the *last* excursion returns to the defined transient recovery band.

47.2 For load effect transients, the ease of measurement may be enhanced by the use of repetitive steps. To produce a repetitive step load for time-domain observation on an oscilloscope, square-wave load modulation may be employed. This is preferred to mechanical switching for reasons of cycle stability and lack of contact bounce and/or chatter or arcing. The requirements are that the modulated load's amplifier bandwidth be capable of producing clean leading and trailing edges with rise-and-fall times less than one-tenth of the specified transient recovery time and a tilt of less than 5% in the sustained load-on and load-off conditions. Avoid source frequency synchronization.

47.3 For power supplies whose response is expected to be slow relative to the duration of switching noise associated with mechanical closure, such means may be employed to obtain the required step change in load. Such mechanical switches can be used where the magnitude of the power supply's response is at least 100 times longer than the duration of switching transients consisting of arcing and contact bounce to prevent such noise from entering the supply's feedback control loop.

SECTION HUIT — EFFETS DE RÉTABLISSEMENT THERMIQUE

48. Définition

Un effet de rétablissement thermique est consécutif aux effets transitoires ou non d'une modification d'une variable d'influence. La phase de rétablissement thermique représente le retour à l'équilibre du système par rapport à son environnement à la suite de variations de ses conditions de fonctionnement; on l'observe habituellement quand une dissipation différente nécessite l'établissement d'un nouvel équilibre thermique.

49. Conditions de mesure

49.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

49.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de la sortie, les mesures portant sur les effets de rétablissement sont effectuées à la valeur maximale nominale.

49.3 Charge: si la variable d'influence n'est pas destinée à varier, régler la charge à la valeur maximale nominale.

49.4 Alimentations à sorties multiples: effectuer les mesures portant sur l'effet de rétablissement en réglant et en chargeant toutes les sorties à la valeur maximale nominale.

50. Appareillage requis

50.1 Si la tension de la source est la variable d'influence, il est nécessaire de disposer d'un moyen de faire varier la tension de la source entre les limites spécifiées, de caractéristiques telles que la charge représentée par l'alimentation n'induisse pas de variations notables de la tension ou de la forme d'onde de la source.

50.2 Si la charge est la variable d'influence, il est nécessaire de disposer d'un moyen de charger l'alimentation que l'on puisse commuter dans toute la plage de charge requise.

50.3 Un dispositif de détection des variations de la valeur de la grandeur de sortie stabilisée, capable d'afficher cette valeur en fonction du temps, de manière à pouvoir observer la phase de rétablissement thermique. Un enregistreur différentiel ou à zéro central avec bande défilante est recommandé.

50.4 Pour les mesures sur les alimentations stabilisées en courant, un dispositif convenable de contrôle du courant est nécessaire. On suggère, à cet effet, une résistance série à quatre bornes qui permette d'obtenir la plus faible chute de tension compatible avec la limite d'erreur de 10%.

51. Montage et mode opératoire

Pour les besoins de la mesure, l'effet de rétablissement thermique peut être séparé de l'écart dû au temps — ou dérive — par la méthode de corrélation, c'est-à-dire en montrant que l'effet est réversible quand la variable d'influence revient à sa valeur d'origine.

51.1 Effet de rétablissement thermique dû à la source: faire décroître la tension de source et mesurer l'amplitude de l'effet de source conformément aux prescriptions de l'article 14. Continuer d'observer la grandeur de sortie stabilisée jusqu'à stabilisation de la variation produite par les conditions nouvelles de dissipation, le cas échéant.

Ensuite faire croître la tension de source et mesurer l'effet de rétablissement thermique dans le sens inverse. Calculer la *moyenne* des variations dans les deux sens pour obtenir l'effet de rétablissement thermique dû à la source. Cette comparaison par effet réversible tendra à minimiser l'influence de l'écart dû au temps (dérive). Pour mieux séparer l'effet de rétablissement thermique de l'écart dû au temps, la mesure devrait être reprise au moins deux fois dans chaque sens.

51.2 Effet du rétablissement thermique dû à la charge

Disposer d'une charge variable du minimum au maximum (ou entre d'autres limites spécifiées) et mesurer l'amplitude de l'écart dû à la charge conformément à l'article 7. Observer de manière continue la grandeur de sortie stabilisée jusqu'à ce que la variation produite par l'altération des conditions de dissipation (le cas échéant) soit stabilisée. Faire passer la charge du maximum au minimum et mesurer l'effet de rétablissement thermique dans le

SECTION EIGHT — SETTLING EFFECTS

48. Definition

A settling effect follows the effects, whether transient or not, of a change in an influence quantity. The settling phase represents the re-establishment of system equilibrium with its environment following changed operating conditions and is usually observed when altered dissipation requires establishment of a new thermal equilibrium.

49. Conditions of measurement

49.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

49.2 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the settling effect measurements at maximum rated value.

49.3 Load: if the influence quantity is not intended to vary, set to the maximum rated value.

49.4 Multiple output power supplies: conduct the settling effect measurement with all outputs set and loaded to their maximum rated value.

50. Equipment required

50.1 If the source voltage is the variable influence quantity, a means is required capable of varying the magnitude of the source voltage between the specified limits and of sufficient rating so that the loading imposed by the power supply does not result in significant change in either source amplitude or distortion.

50.2 If load is the variable influence quantity, a means is required to load the supply, capable of switching through the range of required load.

50.3 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity and capable of displaying this value versus a time base so that the settling phase can be observed. A sensitive strip-chart recorder in a differential or back-out configuration is recommended.

50.4 For measurements on current-stabilized power supplies, a suitable current monitoring means is required. A suggested means is a 4-terminal resistor, chosen to drop the minimum voltage consistent with the 10% limit of error.

51. Set-up and procedure

The settling effect can be separated, for the purpose of measurement, from the time effect—or drift—by the method of correlation, i.e. by showing the effect to be reversible when the influence quantity is restored to its original value.

51.1 Source settling effect: establish a varying source potential from high to low and measure the amplitude of the source effect in accordance with Clause 14. Continue to observe the stabilized output quantity until the change induced by the altered power dissipation requirements (if any) have stabilized.

Reverse the source voltage change from low to high and measure the settling effect in the reverse direction. Calculate the *average* of the changes in both directions to obtain the source settling effect. The correlation of a reversible effect will tend to minimize the contributions of the time effect (drift). To further separate the settling effect from the time effect, the measurement should be repeated at least twice in each direction.

51.2 Load settling effect

Establish a varying load from minimum to maximum (or through other specified limits) and measure the amplitude of the load effect in accordance with Clause 7. Continue to observe the stabilized output quantity until the change induced by the altered power dissipation requirements (if any) have stabilized. Reverse the load from maximum to minimum and measure the settling effect in the reverse direction. Calculate the *average* of the changes in both

sens inverse. Calculer la *moyenne* des variations dans les deux sens pour obtenir l'effet de rétablissement thermique dû à la charge. Ce rapport d'effet réversible tendra à minimiser la part de l'écart dû au temps (dérive). Pour mieux séparer l'effet de rétablissement thermique de l'écart dû au temps, la mesure doit être reprise au moins deux fois dans chaque sens.

51.3 Exprimer l'effet de rétablissement thermique avec les mêmes unités que celles qui sont employées pour les écarts individuels correspondants, et indiquer à la fois l'amplitude de l'effet de rétablissement thermique et l'intervalle de *temps* à partir de $(5\tau + 10 \text{ s})$ qui s'écoule lorsque les variations de la grandeur de sortie stabilisée sont dues uniquement à la dérive ou à la déviation périodique et aléatoire.

52. Variantes, précautions et analyse d'erreur

Si l'effet de rétablissement thermique n'est pas spécifié par le constructeur, il doit être supposé que son amplitude se situe dans les limites de la valeur donnée pour l'écart individuel stable ou dans la spécification concernant la dérive.

SECTION NEUF — ÉCARTS INDIVIDUELS DIVERS

53. Généralités

Les écarts individuels provoqués par d'autres causes que la charge, la source ou la température sont mesurés sous forme de variations de la grandeur de sortie stabilisée produites par celles d'une grandeur particulière, toutes les autres étant maintenues constantes ou à l'intérieur d'une plage de valeurs telles que leur influence cumulée sur la grandeur de sortie stabilisée soit inférieure à un dixième de l'écart individuel spécifié.

Comme les écarts individuels provoqués par d'autres causes que la charge, la source ou la température ne sont pas fréquents, une méthode d'essai peut être requise au cas où un constructeur ou un utilisateur d'alimentations spécifie, par exemple « écart dû aux chocs mécaniques » (variations de la grandeur de sortie stabilisée provoquées par un choc mécanique spécifié appliqué à l'alimentation) ou un écart dû à un champ magnétique, au rayonnement, etc.

54. Conditions de mesure

54.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

54.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de sortie, les mesures doivent être effectuées pour plusieurs valeurs de la grandeur de sortie stabilisée pour déterminer si l'écart (d'influence) que l'on mesure dépend du réglage de la grandeur de sortie dans une mesure significative. Si tel est le cas, on doit choisir et utiliser pour le reste des essais le réglage pour lequel l'effet de la variable d'influence est le plus sensible. Sinon, la mesure est effectuée en réglant la grandeur de sortie stabilisée à sa valeur maximale.

54.3 Charge: effectuer la mesure pour différentes valeurs de la charge de manière à déterminer si l'écart (d'influence) que l'on mesure dépend de la charge dans une mesure significative. Si c'est le cas, effectuer l'essai au point de charge le plus sensible, sinon pratiquer la mesure sous charge maximale.

54.4 Alimentations à sorties multiples: effectuer une série de mesures sur chaque sortie, toutes les autres étant réglées simultanément au minimum, puis au maximum, avec charges minimale et maximale.

55. Appareillage requis

55.1 Une source pouvant être réglée dans toute la plage nominale des tensions d'entrée de l'alimentation en essai.

55.2 Un dispositif variable pour charger l'alimentation.

55.3 Un moyen de détecter les variations de valeur de la grandeur de sortie stabilisée, possédant une limite d'erreur telle que l'erreur cumulée ne dépasse pas 10% de l'écart individuel spécifié.

directions to obtain the load settling effect. This correlation of a reversible effect will tend to minimize the contribution of the time effect (drift). To further separate the settling effect from the time effect, the measurement should be repeated at least twice in each direction.

51.3 Express the settling effect in the same units used to describe the respective individual effects and give both the amplitude of the settling effect and the *time* interval starting from $(5t_{\tau} + 10 \text{ s})$ to the time where changes in the stabilized output quantity are due only to drift or PARD.

52. Alternates, precautions and error analysis

If the settling effect is not specified by a manufacturer, it shall be assumed that the amplitude of the settling effect is within the value given for the individual steady-state effect or drift specification.

SECTION NINE — OTHER INDIVIDUAL EFFECTS

53. General

Individual effects other than load, source and temperature effects are measured as the change of the stabilized output quantity caused by changes in a particular influence quantity, with all other influence quantities being held constant or within a range of values such that their cumulative influence on the stabilized output quantity is less than one-tenth of the specified individual effect.

While individual effects other than load, source and temperature effects are uncommon, a method of testing may be required if a manufacturer or a user of power supplies specifies, for example “mechanical shock effect” (the change of a stabilized output quantity resulting from a specified mechanical shock applied to the power supply) or a magnetic field effect, or radiation effect, etc.

54. Conditions of measurement

54.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

54.2 Stabilized output quantity: If the power supply offers a selection of output settings, measurements should be made at several values of the stabilized output quantity to determine whether the output effect being measured depends on the output setting to a significant degree. If this is the case, the output setting which results in the greatest sensitivity to the specific influence quantity should be selected and used for the remainder of the tests. Otherwise, the measurement shall be made with the stabilized output quantity at maximum value.

54.3 Load: perform the measurement at several values of loading to determine whether the output effect being measured depends on the load to any significant degree. If so, conduct the test at the most sensitive load point; otherwise, conduct the measurement at maximum loading.

54.4 Multiple output power supplies: conduct a series of measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to the minimum and maximum amounts.

55. Equipment required

55.1 A source of primary energy for the power supply, capable of being varied over the rated input range of the power supply under test.

55.2 A variable means for loading the power supply.

55.3 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity, with a limit of error such that the cumulative error does not exceed 10% of the individual effect specification.

55.4 Un dispositif réglable pour fournir et, si nécessaire, faire varier la variable d'influence particulière traitée dans la spécification relative à l'écart individuel concerné.

56. Montage et mode opératoire

56.1 Les détails dépendent dans une grande mesure de la spécification relative à l'écart individuel à mesurer. Cependant, quel que soit le cas, la grandeur de sortie stabilisée et la variable d'influence de l'écart individuel devraient être explorées dans la plage nominale pour déterminer la plus mauvaise combinaison admissible des conditions de fonctionnement (les autres variables d'influence étant maintenues dans leurs conditions de référence); l'écart individuel doit être mesuré dans ces conditions, puis comparé à la valeur spécifiée.

57. Variantes, précautions et analyse d'erreur

Si l'effet particulier résulte d'une variation en échelon d'une variable d'influence quelconque, disjoindre la phase transitoire de la phase de rétablissement pour effectuer des mesures séparées.

SECTION DIX — ÉCARTS CUMULÉS

58. Définition

L'écart cumulé est la variation maximale de la valeur stable d'une grandeur de sortie stabilisée qui résulte de variations concomitantes de deux ou de plusieurs des variables d'influence suivantes:

- charge,
- tension de la source,
- fréquence de la source,
- température.

Une mesure d'écart cumulé dépend de l'association spécifiée des quatre variables d'influence ci-dessus (écart cumulé dû à la charge et à la tension de la source d'alimentation; écart cumulé dû à la charge, à la tension de source et à la température, etc.). Remarque que cette définition de l'écart cumulé ne comprend pas la déviation périodique et aléatoire, la dérive, les effets de rétablissement thermique ou les écarts de rétablissement thermique (voir la section onze).

59. Conditions de mesure

59.1 Les grandeurs d'influence autres que les deux, trois ou quatre directement associées pour créer un écart cumulé doivent être conformes aux spécifications figurant dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

59.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de sortie, effectuer la mesure à la valeur maximale nominale puis la reprendre pour la valeur minimale nominale. Si cette dernière valeur est nulle, effectuer cette mesure à 1% de la valeur maximale.

59.3 Charge: si la charge est choisie comme l'une des composantes de l'écart cumulé, on utilise dans ce cas deux valeurs de charge pour effectuer cet essai, charge minimale et charge maximale.

Si la charge ne fait pas partie des composantes de l'écart cumulé, elle doit alors être réglée à sa valeur maximale nominale.

59.4 Tension de source

Si la tension de source est choisie comme l'une des composantes de l'écart cumulé, on utilise dans ce cas trois tensions de source pour effectuer l'essai d'écart cumulé. L'une de ces valeurs est la tension de source réglée à la valeur spécifiée la plus basse, la deuxième est la valeur nominale de source et la troisième la valeur maximale nominale.

Si la tension de source ne fait pas partie des composantes de l'écart cumulé, elle doit alors être réglée à sa valeur de référence.

55.4 A controlled means of providing and, if necessary, varying the particular influence quantity dealt with in the individual effect specification.

56. Set-up and procedure

56.1 The details are strongly dependent upon the particular individual effect specification being tested. In any case, however, the stabilized output quantity and the individual effect influence quantity should be scanned through the rated range to determine the worst permissible combination of operating conditions (with other influence quantities under reference conditions); it is under these conditions that the individual effect is to be measured and compared with the specified value.

57. Alternates, precautions and error analysis

If the particular effect is the result of a step change in any influence quantity, separate the transient phase and settling phase for separate measurement.

SECTION TEN — COMBINED EFFECTS

58. Definition

Combined effect is measured as the maximum change in the steady-state value of a stabilized output quantity resulting from concurrent changes in two or more of the following influence quantities:

- load,
- source voltage,
- source frequency,
- temperature.

A measurement of combined effect depends upon which of the four influence quantities are named as included in the specification (load and source voltage combined effect; combined effect of load, source voltage and temperature, etc.). Notice that the definition of combined effect does not include PARD, drift, settling effects or settling deviations (see Section Eleven).

59. Conditions of measurement

59.1 Influence quantities other than the two, three or four directly involved in combined effect shall be as specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

59.2 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the measurement at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum rated value is zero, conduct the measurement at 1% of maximum value.

59.3 Load: if the load is chosen as one of the components of combined effect, then two load settings are used to perform the combined effect test: minimum load and maximum load.

If the load is not chosen as one of the components of combined effect, then the load should be set at maximum rated value.

59.4 Source voltage

If the source voltage is chosen as one of the components of the combined effect, then three source voltages are used to perform the combined effect test. One is with the source voltage set to the lowest specified value, the second is with the source voltage set to the nominal value and the third is set to the maximum rated value.

If the source voltage is not chosen as one of the components of combined effect, then the source voltage should be set at its reference value.

59.5 Fréquence de la source

Si la fréquence de la source est choisie comme l'une des composantes de l'écart cumulé, on utilise alors deux fréquences de source pour effectuer l'essai d'écart cumulé: les fréquences minimale et maximale nominales.

Si la fréquence de la source ne fait pas partie des composantes de l'écart cumulé, on utilise dans ce cas une source à fréquence nominale spécifiée, ou à une fréquence nominale quelconque dans les limites de la plage nominale de fréquence.

59.6 Température

Si la température est choisie comme l'une des composantes de l'écart cumulé, on utilise alors deux températures pour effectuer l'essai d'écart cumulé: les températures minimale et maximale nominales.

Si la température ne fait pas partie des composantes de l'écart cumulé, la température ambiante doit alors être maintenue au cours de la mesure à sa valeur de référence spécifiée.

59.7 Alimentations à sorties multiples

Effectuer une série de mesures sur chaque sortie, toutes les autres étant réglées simultanément à leur valeur minimale, puis à leur valeur maximale avec charges minimale et maximale.

60. Appareillage requis

60.1 Une source pouvant être réglée dans toute la plage nominale des tensions d'entrée de l'alimentation.

60.2 Un dispositif variable pour charger l'alimentation.

60.3 Un moyen de détecter les variations de valeur de la grandeur de sortie stabilisée.

60.4 Un dispositif réglable pour fournir et, si nécessaire, faire varier la variable d'influence particulière traitée dans la spécification relative à l'écart individuel concerné.

61. Montage et mode opératoire

Etablir une liste complète des permutations de mesure en deux groupes, chacun pour chaque réglage de sortie. Pour chaque groupe, on pratique un ensemble de mesures. A l'intérieur de chaque groupe, on choisit, dans ces ensembles de mesure, les valeurs extrêmes dont on calcule la différence. La plus grande de ces deux différences donne la valeur mesurée de l'écart cumulé.

62. Variantes, précautions et analyse d'erreur

62.1 Pour chacune des variables d'influence qui font partie de la spécification relative à l'écart cumulé, se reporter à l'article « Variantes, précautions et analyse d'erreur » de la méthode d'essai relative à la spécification d'écart individuel, pour les remarques qui s'y appliquent. Par exemple, si les écarts dus à la charge font partie des composantes de l'écart cumulé, se reporter à l'article 12 pour y trouver les remarques afférentes, etc.

62.2 Bien qu'il ne soit pas habituellement vérifié que l'écart cumulé soit égal à la somme des écarts individuels qui le composent, dans certains cas, des conditions pratiques obligeront d'adopter une méthode de remplacement qui implique uniquement $2n$ mesures, soit un ensemble de n mesures pour chacune des deux valeurs de sortie extrêmes nominales, où n est le nombre d'écarts individuels qui composent la spécification de l'écart cumulé. Dans ce cas, les valeurs pour chacun des ensembles de n mesures sont additionnées et la somme la plus élevée est choisie comme écart cumulé mesuré. Comme il arrive habituellement que cette méthode de remplacement donne un résultat du même ordre ou plus grand (plutôt que plus petit) que celui qui est donné par la méthode préférentielle de mesure ci-dessus, la méthode de remplacement donne, dans la plupart des cas, un résultat qui peut être considéré comme une estimation prudente, voire pessimiste, de l'aptitude de l'alimentation à sa fonction.

59.5 *Source frequency*

If the source frequency is chosen as one of the components of combined effect, then two source frequencies are used to perform the combined effect test: the minimum and maximum rated nominal source frequencies.

If source frequency is not chosen as one of the components of combined effect, then a source should be employed which has the nominal frequency value specified, or any of the nominal values which may lie within the rated frequency band.

59.6 *Temperature*

If temperature is chosen as one of the components of combined effect, then two temperatures are used to perform the combined effect measurement: the minimum and maximum rated temperatures.

If temperature is not chosen as one of the components of combined effect, then the ambient temperature to be maintained during the measurement is the specified reference value.

59.7 *Multiple output power supplies*

Conduct a series of measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to minimum and maximum amounts.

60. **Equipment required**

60.1 A source of primary energy for the power supply, capable of being varied over the rated input range of the power supply.

60.2 A variable means for loading the power supply.

60.3 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity.

60.4 A controlled means of providing and, if necessary, varying the particular influence quantity dealt with in the individual effect specification.

61. **Set-up and procedure**

Establish a list of all measurement permutations in two groups, one for each output setting. For each group, a set of measurements is made. Within each group, the minimum and maximum values are selected from the set of measurements, and their difference is computed. The larger of these two differences is the measured value of the combined effect.

62. **Alternates, precautions and error analysis**

62.1 For each of the influence quantities which are named as components of the combined effect specification, refer to the "Alternates, precautions and error analysis" clause of the test procedure for that individual effect specification for applicable comments. For example, if load effects are named as one of the components of combined effects, refer to Clause 12 for applicable comments, etc.

62.2 Although it is not generally true that combined effect equals the sum of its component individual effects, practical considerations in some cases will dictate the use of an alternate procedure involving only $2n$ measurements, a set of n measurements at each of the two output values (minimum and maximum rated), where n is the number of individual effect components contained in the combined effect specification. In such cases, the magnitudes of each of the set of n measurements are added, and the larger sum is selected as the measured combined effect. Since it is more common for this alternate method to yield a result which is similar or larger (rather than smaller) than the preferred measurement method, this alternate method yields in most cases a result which can be considered a conservative or pessimistic appraisal of the power supply's performance capability.

SECTION ONZE — ÉCART GLOBAL

63. Définition

L'écart global est la modification maximale de la valeur établie de la grandeur de sortie stabilisée qui découle de changements concomitants de toutes les variables d'influence dans les limites de leurs plages nominales de variation.

64. Conditions de mesure

Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

65. Appareillage requis

Se reporter aux méthodes de mesure relatives aux écarts individuels.

66. Montage et mode opératoire

Etant donné le plus grand nombre de variables et d'écarts d'influence possibles, une technique de mesure qui suivrait strictement les termes de la définition impliquerait un grand nombre de combinaisons des conditions de mesure, assorties d'une vaste gamme de grandeurs de sortie à mesurer pour chacune de ces conditions. Pour réduire ce travail (et obtenir un résultat de mesure en général assez précis et plus susceptible de correspondre à une estimation prudente), la méthode suivante est recommandée.

Mesurer l'écart cumulé résultant de l'influence des variations de la charge, de la tension et de la fréquence de source et de la température, conformément à la méthode figurant à la section dix.

Mesurer la déviation périodique et aléatoire conformément aux prescriptions de la section trois.

Mesurer la dérive conformément aux prescriptions de la section quatre.

Mesurer les effets de rétablissement thermique conformément aux prescriptions de la section huit.

Mesurer l'écart individuel associé aux autres variables d'influence spécifiées conformément aux prescriptions de la section neuf.

Additionner les valeurs résultant des mesures effectuées pour l'écart cumulé, la déviation périodique et aléatoire, la dérive, les effets de rétablissement thermique et les autres écarts individuels. Le résultat est la valeur calculée de l'écart global.

SECTION DOUZE — MESURE DES GRANDEURS SE RAPPORTANT À LA SOURCE D'ALIMENTATION

67. Définition

Les grandeurs se rapportant à la source d'alimentation sont les suivantes:

- courant d'appel;
- courant nominal de source;
- rendement;
- facteur de puissance, facteur de déphasage;
- distorsion du courant de source.

Toutes les grandeurs mentionnées ci-dessus sont mesurées dans les conditions de régime établi à l'exception du courant d'appel que l'on mesure au cours de la durée de mise en route.

SECTION ELEVEN — TOTAL EFFECT

63. Definition

Total effect is the maximum change in the steady-state value of the stabilized output quantity resulting from concurrent changes in all influence quantities within their rated ranges.

64. Conditions of measurement

Quantities not described are as specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

65. Equipment required

Refer to individual measurement procedures.

66. Set-up and procedure

Because of the larger number of possible influence quantities and output effects, a measurement technique which follows strictly from the definition would involve a large number of combinations of measurement conditions with a large number of output quantities to be measured at each condition. To reduce this task (and obtain a measurement result which is normally accurate and more likely to err on the conservative side), the following procedure is recommended.

Measure the combined effect resulting from the influence of load, source voltage, source frequency and temperature changes, following the procedure of Section Ten.

Measure PARD per Section Three.

Measure drift per Section Four.

Measure settling effects per Section Eight.

Measure the individual effect associated with any other influence quantities which are specified per Section Nine.

Add the magnitudes of the results of the measurements for the combined effect, PARD, drift, settling effects and other individual effects. The result is the computed value for total effect.

SECTION TWELVE — MEASUREMENT OF QUANTITIES RELATED TO THE SOURCE

67. Definition

The following quantities related to the source are:

- inrush current;
- rated source current;
- efficiency;
- power factor, displacement factor;
- source current distortion.

All the above quantities are measured under steady-state operating conditions with the exception of the inrush current, which is measured during the start-up time.

68. Conditions de mesure

68.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

68.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de sortie, effectuer les mesures à la valeur maximale nominale. Si la valeur minimale est nulle, effectuer les mesures à 50% de la valeur maximale.

68.3 Charge: on utilise un minimum de deux valeurs de charge pour effectuer ces essais: la charge maximale nominale et 50% de celle-ci.

68.4 Alimentations à sorties multiples: effectuer une série de mesures, toutes les sorties étant réglées simultanément à 100% et (si cela est possible) à 50% et chargées simultanément à pleine charge nominale; puis à 50% de la charge maximale nominale.

69. Appareillage requis

69.1 Une source d'énergie appropriée.

69.2 Un dispositif destiné à charger l'alimentation, capable de dissiper la puissance de sortie et susceptible d'être réglé pour fournir les valeurs de charge demandées.

69.3 Un dispositif pour mesurer la valeur efficace (en alternatif) ou moyenne (en continu) en régime établi de la tension et du courant de source, de la distorsion et de la puissance active fournie par la source.

69.4 Un dispositif destiné à mesurer la valeur de crête instantanée du courant d'appel de source, sa durée et sa forme d'onde. L'impédance totale de l'appareillage, ajoutée à l'impédance propre de la source, ne doit pas provoquer lors de l'appel de courant une chute de tension maximale instantanée aux bornes de l'alimentation supérieure à 10% de la valeur nominale sous charge nulle. La résolution, la stabilité et la précision de tous les appareils de mesure doivent être suffisantes pour assurer une limite d'erreur inférieure à 10% de la tolérance figurant dans la spécification.

69.5 Un dispositif destiné à mesurer la puissance de sortie avec une résolution, une stabilité et une précision suffisantes pour assurer une limite d'erreur inférieure à 10% de la tolérance figurant dans la spécification.

70. Montage et mode opératoire

70.1 Connecter la source, la charge et l'appareillage à l'alimentation comme l'indique la figure 12, page 74.

70.2 Déterminer les valeurs nominales du courant de source, du rendement, du facteur de puissance et de la distorsion du courant de source en mesurant la tension et le courant de source, la tension et le courant de sortie, la distorsion du courant de source et la puissance active de source (ces deux derniers paramètres en alternatif seulement) conformément aux conditions de charge et de source en régime établi de l'article 68. Calculer le rendement et le facteur de puissance comme suit, à partir des valeurs mesurées:

$$\text{rendement (en pour-cent)} = \frac{\text{tension de sortie} \times \text{courant de sortie}}{\text{puissance active de source}} \times 100$$

$$\text{facteur de puissance} = \frac{\text{puissance active de source}}{\text{tension de source} \times \text{courant de source}}$$

Pour les sources d'alimentation en courant continu, la puissance active de source est le produit de la tension et du courant de source (le facteur de puissance est égal à 1).

70.3 Mesurer le courant d'appel en appliquant la tension de source à l'alimentation au moyen d'un interrupteur à enclenchement instantané et en mesurant la valeur maximale de crête instantanée de l'impulsion ou des impulsions du courant de source, sa période et sa forme d'onde. La valeur efficace est calculée à partir de ces résultats de mesure. Pour les sources en courant alternatif, la valeur maximale de crête peut être une fonction de l'angle de déphasage de la tension de source à l'enclenchement. Pour obtenir la valeur efficace maximale de crête, se reporter aux méthodes données au paragraphe 71.3.

68. Conditions of measurement

68.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

68.2 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the measurement at maximum rated value. If the minimum value is zero, conduct the measurement at 50% of maximum value.

68.3 Load: at least two load settings are used to perform these tests: maximum rated load and 50% of maximum rated load.

68.4 Multiple output power supplies: conduct a series of measurements with all outputs set simultaneously to the 100% and (if applicable) 50% points and loaded simultaneously to full and to 50% of maximum rated load.

69. Equipment required

69.1 An appropriate source of primary energy.

69.2 A means of loading the power supply, capable of dissipating the output power and able to be changed to provide the required values of load.

69.3 A means of measuring the steady-state r.m.s. (for a.c.) or mean (for d.c.) value of the source voltage and current, the waveform distortion and the active source power.

69.4 A means to measure the instantaneous peak value of the source inrush current, its duration and waveshape. The total impedance of the instrumentation when added to the source's own impedance shall cause, during the peak inrush current, a maximum instantaneous source voltage drop at the power supply terminals of less than 10% of the rated value at no load. The resolution, stability and accuracy of all the instrumentation must be sufficient to ensure a limit of error not to exceed 10% of the specification tolerance.

69.5 A means for measuring the output power with sufficient resolution, stability and accuracy to ensure a limit of error not to exceed 10% of the specification tolerance.

70. Set-up and procedure

70.1 Connect source, load and instrumentation to the power supply per Figure 12, page 74.

70.2 Determine rated source current, efficiency, power factor and source current distortion by measuring the source voltage, source current, output voltage, output current, source current distortion and active source power (the latter two for a.c. sources only) under the steady-state source and load conditions described in Clause 68. From the measured quantities, calculate efficiency and the power factor as follows:

$$\text{efficiency (in per cent)} = \frac{\text{output voltage} \times \text{output current}}{\text{active source power}} \times 100$$

$$\text{power factor} = \frac{\text{active source power}}{\text{source voltage} \times \text{source current}}$$

For d.c. sources, the active source power is the product of the source voltage and source current (power factor is unity).

70.3 Measure the inrush current by applying the source voltage to the power supply through an instantaneous switch and measuring the maximum instantaneous peak value of the source current pulse(s), its time duration and waveshape. The r.m.s. value is calculated from these data. For a.c. sources, the maximum peak value may be a function of the source voltage phase angle at turn-on. To obtain the true maximum peak value, see the procedures under Sub-clause 71.3.

71. Variantes, précautions et analyse d'erreur

71.1 Pour s'assurer que la puissance active de source est convenablement mesurée dans le cas d'une alimentation en courant alternatif, l'appareillage de mesure utilisé devrait mesurer cette puissance en présence de la distorsion (mesurée) du courant de source et du déphasage, avec les prescriptions de précision du paragraphe 69.3.

71.2 Les alimentations dont le rendement et/ou le facteur de puissance varient dans une mesure appréciable en fonction de la charge peuvent nécessiter l'établissement de courbes pour décrire cette fonction. Dans ce cas, la charge devra être réglée à un certain nombre de valeurs différentes pour que les valeurs mesurées permettent le tracé d'une ou de plusieurs courbes à la précision requise.

71.3 Plusieurs méthodes différentes peuvent être employées pour mesurer le courant d'appel en alternatif. En voici une liste partielle:

a) Méthode statistique: suivant les lois de la distribution du binôme, la probabilité (P_k) de mesurer au moins une fois une variante (P) parmi toutes les variantes possibles sur un nombre défini (n) d'essais est égale à:

$$P_k = 1 - (1 - P)^n$$

Cette formule est basée sur une variable indépendante, c'est-à-dire que la variation d'une seule grandeur déterminera fondamentalement le courant d'appel de crête maximal, toutes les autres grandeurs ne variant pas ou n'ayant qu'une influence négligeable. Dans ce cas, l'obtention de 90% de chances de succès de mesurer le courant d'appel de crête maximal avec une précision de 10% demandera d'effectuer un minimum de 22 essais de mise sous tension aléatoire, car

$$1 - (1 - 0,1)^{22} = 0,9$$

Si le circuit est tel que deux ou plusieurs grandeurs variables influencent le courant d'appel de crête maximal, le nombre d'essais aléatoires de mise sous tension devra être au minimum égal à 22 multiplié par le nombre de grandeurs variables; par exemple si les variables sont la tension de la source et l'induction rémanente d'un transformateur, le nombre minimal de mises sous tension est 44.

b) Méthode du commutateur synchrone: la source est mise en service par un interrupteur commandé sur un certain nombre d'angles de déphasage prédéterminés de façon à faire apparaître la valeur maximale. L'interrupteur devrait se fermer totalement en un dixième au plus du temps de montée du courant d'appel. L'impédance représentée par l'interrupteur devrait être ajoutée à l'impédance série de l'appareillage de mesure et de la source. L'impédance totale devrait encore répondre aux prescriptions du paragraphe 69.4.

SECTION TREIZE — CAPACITÉ DE TRANSFERT

72. Définition

La capacité de transfert est la capacité mesurée entre les bornes d'entrée et les bornes de sortie spécifiées.

73. Conditions de mesure

L'alimentation ne doit plus être sous tension. Les seuls branchements externes à ses bornes de source, de commande et de sortie sont ceux des appareils de mesure.

74. Appareillage requis

Un générateur de signaux, un oscilloscope et une résistance de contrôle R_M (voir la figure 13, page 75).

75. Montage et mode opératoire (figure 13)

75.1 Les bornes de sortie sont court-circuitées et raccordées à l'une des bornes de l'appareil de contrôle, dont l'autre borne est raccordée à la terre. Les bornes de source sont raccordées ensemble à l'une des bornes du générateur de signaux dont l'autre borne est reliée à la terre. Les bornes du circuit de commande sont mises en court-circuit avec les bornes de sortie si elles sont reliées électriquement à la sortie en fonctionnement normal. Si elles

71. Alternates, precautions and error analysis

71.1 To ensure a proper measurement of the active source power for an a.c. source, the instrument used should measure power under the presence of the (measured) source current distortion and phase angle, to the accuracy requirement of Sub-clause 69.3.

71.2 Power supplies that have substantially varying efficiency and/or power factor as a function of load may require curves to describe this function. In such cases, the load will have to be set to a number of separate values such that the measured quantities will allow the plotting of a curve(s) to the required accuracy.

71.3 Several different methods can be used to measure the a.c. inrush current. A partial listing follows:

a) The statistical method: according to the rules of binominal distribution, the probability (P_k) of measuring at least once any one alternative (P) amongst all possible results in a number of dependent trials (n), is equal to:

$$P_k = 1 - (1 - P)^n$$

This formula is based on one independent variable, i.e. the change of only one quantity will basically determine the maximum peak inrush current, all other quantities either do not vary or their change will have no substantial influence. In such a case, a 90% chance of success in measuring the maximum peak inrush current to within a 10% accuracy demands that at least 22 random turn-on tests be made, because

$$1 - (1 - 0.1)^{22} = 0.9$$

Should the circuit be such that two or more variable quantities have influence over the maximum peak inrush current, the number of random turn-on tests have to be at least the number of variables multiplied by 22; e.g. if the variables are the source voltage and the residual induction of a transformer, the minimum number of turn-ons is 44.

b) The synchronous switch method: the source is turned on by a controlled switch at a number of predetermined phase angles in order to search out the maximum. The switch should close firmly in one-tenth or less of the inrush current rise time. The impedance represented by the switch should be added to the series impedance of the instrumentation and source. The total impedance should still meet Sub-clause 69.4.

SECTION THIRTEEN — CAPACITANCE TO SOURCE TERMINALS

72. Definition

Capacitance to source terminals is the capacitance measured between the specified source terminals and output terminals.

73. Conditions of measurement

The power supply shall be de-activated, with no outside connections to its source, control input and output terminals, except for connections to the test apparatus.

74. Equipment required

A signal generator, an oscilloscope and a monitoring resistor R_M (see Figure 13, page 75).

75. Set-up and procedure (Figure 13)

75.1 The output terminals are shorted together and connected to one side of the monitoring apparatus, the other side being connected to ground. The source terminals are shorted and connected to one side of the signal generator, the other side of which is connected to ground. Control input terminals are shorted to the output terminals if, in normal operation, they are conductively connected to the output. They are shorted to ground if they are inter-

sont isolées des bornes de sortie intérieurement et sont normalement raccordées à une terre locale ou éloignée, elles sont alors reliées à la terre. On ne les laissera déconnectées pour l'essai que si, en fonctionnement normal, elles ne sont pas reliées électriquement, soit à l'une des bornes de sortie, soit à la terre, à la masse ou au châssis de l'alimentation.

75.2 L'alimentation est raccordée à l'appareillage de mesure comme l'indique la figure 13. Un signal provenant d'un générateur est injecté entre les deux bornes court-circuitées d'entrée et la masse. Les bornes de sortie à courant continu sont court-circuitées et une résistance R_M insérée entre elles et la masse. Il peut y avoir une certaine capacité parasite en parallèle sur R_M et la méthode de mesure peut avoir à tenir compte de C_G , suivant la fréquence de mesure et la valeur des constantes mises en jeu. Pour R_M , employer une résistance de 1 k Ω . Pour contrôler la tension qui apparaît aux bornes de R_M , on devrait utiliser un oscilloscope de façon à éliminer ou négliger la réception de parasites et autres perturbations qui ne se rapportent pas à l'excitation provenant du générateur de signaux. En variante, un voltmètre accordé sur la même fréquence que le générateur de signaux peut être employé.

En utilisant le circuit équivalent représenté à la figure 13, calculer la valeur de C_s , connaissant les valeurs de R_M , C_G , V_X et de V_M . Il est commode de régler la fréquence d'entrée de manière à simplifier le processus.

Si (1) $R_M \ll X_{C_G}$, et (2) $R_M \ll X_{C_s}$,

$$\text{on a alors: } C_s = \frac{V_M}{V_X} \frac{1}{2\pi f R_M}$$

Vérifier que la condition (1) est satisfaite en s'assurant que, dans l'intervalle de mesure, V_M est inversement proportionnel à f , fréquence de l'excitation appliquée, et que V_M est proportionnel à R_M . La condition (2) sera remplie si la condition (1) est préalablement satisfaite et si $V_X \gg V_M$. Pour satisfaire à ces conditions et utiliser la relation simplifiée donnée ci-dessus pour C_s , il peut être nécessaire de régler R_M ou f jusqu'à trouver une combinaison convenable.

On doit vérifier finalement que V_M s'annule quand on réduit V_X à zéro, pour s'assurer que les signaux parasites n'influencent pas la mesure.

SECTION QUATORZE — CAPACITÉ PAR RAPPORT À LA MASSE

76. Définition

La capacité par rapport à la masse est la capacité mesurable entre une borne spécifiée (ou un jeu de bornes) et un point commun tel que la masse, le blindage ou la terre. La capacité par rapport à la masse que l'on rencontre le plus habituellement est la capacité entre sortie et masse.

77. Conditions de mesure

L'alimentation ne doit plus être sous tension. Les seuls branchements externes à ses bornes de source de commande et de sortie sont ceux des appareils de mesure.

78. Appareillage requis

Un pont d'impédance, un capacimètre ou un générateur de signaux, une résistance destinée à être montée en série, ainsi que les appareils de mesure appropriés aux mesures de la tension alternative aux bornes de la résistance et de la réactance capacitive de l'alimentation en essai.

79. Montage et mode opératoire

79.1 En général, la capacité par rapport à la masse est précisée pour un ensemble donné de bornes; si cet ensemble comporte plus d'une borne, elles devraient être court-circuitées pour la mesure. Toute borne qui ne fait pas l'objet de précisions devrait être identifiée en fonction de sa liaison électrique normale et être mise à la masse en conséquence, ou court-circuitée avec l'ensemble de bornes spécifiées, ou laissée libre.

nally isolated from the output terminals and are normally connected to a local or remote ground. They would be left unconnected for test purposes only if, in normal operation, they are not conductively connected to either one of the output terminals or the power supply ground, frame or chassis.

75.2 The power supply is connected to the test instruments as shown in Figure 13. A signal generator voltage is injected between chassis ground and the two shorted input terminals. The d.c. output terminals are shorted together and a resistor R_M is inserted between them and chassis ground. There may exist some stray capacity in shunt with R_M and the measurement method may have to take the effect of C_G into account, depending upon the frequency of measurement and the values of the constants involved. Use a 1 k Ω resistor for R_M . An oscilloscope should be used to monitor the voltage across R_M , in order that pick-up and other effects, not related to the excitation from the signal generator, can be eliminated or ignored. Alternatively, a voltmeter tuned to the same frequency as the signal generator may be used.

Using the equivalent circuit of Figure 13, compute the value for C_s , knowing the values of R_M , C_G , V_X and V_M . It is useful to adjust the input frequency so as to simplify the procedure.

If (1) $R_M \ll X_{C_G}$, and (2) $R_M \ll X_{C_s}$,

$$\text{then: } C_s = \frac{V_M}{V_X} \frac{1}{2\pi f R_M}$$

Check condition (1) by verifying that in the interval of measurement V_M is inversely proportional to f , the frequency of the applied excitation, and that V_M is proportional to R_M . Condition (2) will be met if condition (1) has first been satisfied and $V_X \gg V_M$. In order to satisfy these conditions and use the simple relationship for C_s given above, it may be necessary to adjust either R_M or f until a suitable combination is found.

As a final check that stray signals are not influencing the measurement, it should be verified that V_M goes to zero when V_X is reduced to zero.

SECTION FOURTEEN — CAPACITANCE TO FRAME

76. Definition

Capacitance to frame is the capacitance measurable between a specified terminal (or set of terminals) and a common point such as frame, guard or ground. The most commonly encountered capacitance to frame is the capacitance from output to frame.

77. Conditions of measurement

The power supply shall be de-activated, with no outside connections to its source, control input and output terminals, except for connections to the test apparatus.

78. Equipment required

An impedance bridge, a capacitance meter or a signal generator, series resistor and sufficient metering to facilitate a.c. voltage measurement across the resistor and the power supply capacitance being measured.

79. Set-up and procedure

79.1 In general, the capacitance to frame is specified with respect to a set of terminals; if there is more than one member of this set, they should be shorted together for test purposes. Any unspecified terminals should be evaluated with respect to their normal conductive connections and, accordingly, should be shorted to frame (ground), or shorted to the set of specified terminals, or left unconnected.

Pour mesurer la capacité entre sortie et masse, les bornes de sortie sont court-circuitées et raccordées à l'une des bornes de l'appareil de mesure, tandis que les bornes de la source et celle de terre sont reliées à la masse ou au châssis, puis à l'autre borne de l'appareil de mesure. Les bornes du circuit de commande sont mises en court-circuit avec les bornes de sortie, si elles sont reliées électriquement à la sortie en fonctionnement normal. Si elles sont isolées des bornes de sortie intérieurement et sont normalement raccordées à une terre locale ou éloignée, elles sont alors reliées à la terre. On ne les laissera déconnectées pour l'essai que si, en fonctionnement normal, elles ne sont pas reliées électriquement soit à la borne de sortie, soit à la terre, à la masse ou au châssis de l'alimentation.

79.2 Effectuer les mesures conformément aux méthodes appropriées aux appareils particuliers composant l'appareillage d'essai.

79.3 Lorsqu'il est spécifié que l'alimentation n'est pas sous tension, un pont d'impédance ou un capacimètre donneront une bonne mesure. Si, cependant, on désire mesurer cette capacité avec l'alimentation sous tension, un pont d'impédance ou un capacimètre peuvent ne pas convenir, par suite des dommages qui pourraient être causés à l'instrument de mesure par la tension continue de sortie de l'alimentation (que l'on peut éliminer par un condensateur d'arrêt), ou par suite de la difficulté d'obtenir un résultat précis en présence de perturbations affectant la sortie de l'alimentation ou produites par des boucles de masse ou des trajets de pertes. La mesure de la *capacité par rapport à la masse*, pour une alimentation sous tension, est ainsi effectuée plus aisément avec un générateur de signaux, une résistance série et un condensateur d'arrêt (pour protéger le générateur de signaux contre la tension continue de sortie de l'alimentation) et un oscilloscope. Ce dernier est tout d'abord employé pour contrôler la tension alternative aux bornes de la résistance, puis entre la ou les bornes indiquées de l'alimentation et sa masse. Le rapport d'amplitude de ces deux mesures permet, connaissant la valeur de la résistance série, de calculer la réactance capacitive et, de là, la capacité par rapport à la masse. La trace observée sur l'oscilloscope révélera toute erreur de mesure attribuable aux parasites ou aux couplages intempestifs. Un signal sinusoïdal doit apparaître à la fois aux bornes de la résistance série et aux bornes de mesure.

SECTION QUINZE — COURANT DE FUITE

80. Définition

Le courant de fuite est le courant qui circule entre les bornes d'une sortie flottante de l'alimentation et une masse (cadre, châssis, écran ou terre).

80.1 Conditions de mesure

Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

80.2 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de sortie, effectuer la mesure du courant de fuite à la valeur maximale nominale.

80.3 Charge: effectuer la mesure du courant de fuite sans charge sur l'alimentation.

81. Appareillage requis

81.1 Un minimum de deux résistances de mesure non inductives.

81.2 Un dispositif destiné à mesurer la chute de tension aux bornes des résistances de mesure dont l'impédance d'entrée est environ 100 fois plus grande que la valeur choisie pour la résistance et dont la réponse en fréquence convient à la mesure des signaux de fuite à la fréquence de la source et jusqu'à l'harmonique du quatrième ordre. Si l'on désire mesurer le courant de fuite à haute fréquence et que la largeur de bande soit spécifiée, l'appareil de mesure et la résistance doivent être convenablement prévus.

82. Montage et mode opératoire

82.1 Connecter successivement les résistances de mesure entre chaque borne de sortie et la masse, ou le blindage ou la terre. Mesurer la tension aux bornes de la résistance de mesure pour déterminer l'intensité du courant. Reprendre la mesure avec la seconde résistance.

For measuring the capacitance from output to frame, the output terminals are shorted together and connected to one side of the test apparatus, while the source terminals and ground terminal are shorted to frame or chassis and then to the other side of the test apparatus. Control input terminals are shorted to the output terminals if, in normal operation, they are conductively connected to the output. They are shorted to ground if they are internally isolated from the output terminals and are normally connected to a local or remote ground. They would be left unconnected for test purposes only if, in normal operation, they are not conductively connected to either one of the output terminals or the power supply ground, frame or chassis.

79.2 Perform measurements in accordance with procedures suitable to the particular instruments included in the test apparatus.

79.3 An impedance bridge or capacitance meter will permit a satisfactory measurement if the capacitance is specified with the power supply de-energized. If it is desired to measure this capacitance with the power supply activated, an impedance bridge or capacitance meter may not be suitable, either because of possible damage to the measuring instrument, the power supply d.c. output potential (which might be eliminated with a blocking capacitor), or because of the difficulty of obtaining a precise measurement result in the presence of noise on the power supply output or noise arising from ground loop or stray paths. Thus, measurement of *capacitance to frame* for an activated power supply is most easily accomplished with a signal generator, a series resistor and blocking capacitor (to protect the signal generator from the power supply d.c. output voltage) and an oscilloscope. The oscilloscope is first used to monitor the a.c. voltage across the resistor and then across the designated power supply terminal(s) and frame. The ratio of the amplitude of these two measurements and the known value of the series resistor enables the calculation of the capacitive reactance and then the capacitance to frame. The oscilloscope display will reveal any measurement error attributable to noise or pick-up. A sinusoidal waveform must appear across both the series resistor and the terminals being measured.

SECTION FIFTEEN — COMMON-MODE CURRENT

80. Definition

The common-mode (leakage) current is that current which flows between the power supply's floating output terminals and a common point such as frame, chassis, ground or shield.

80.1 Conditions of measurement

Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

80.2 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the common-mode current measurement at maximum rated value.

80.3 Load: perform the common-mode current measurement with the power supply unloaded.

81. Equipment required

81.1 A minimum of two suitably non-reactive measuring resistors.

81.2 A means for measuring the voltage dropped across the measuring resistors which input impedance is 2-orders of magnitude greater than the selected value for the measuring resistor and whose frequency characteristic is suitable for the measurement of common-mode signals at source frequency and to the fourth harmonic.

If measurement of high-frequency common-mode current is desired and bandwidth is specified, then the measuring instrument and measuring resistor should be suitably rated.

82. Set-up and procedure

82.1 Connect the measuring resistors successively between each output terminal and frame, or guard or ground. Measure the voltage across the measuring resistor to determine the current flowing. Repeat with the second measuring resistor.

82.2 Choisir la valeur des résistances de mesure pour que le rapport de la tension à la résistance (le courant) soit constant pour les deux valeurs de résistance.

83. Variantes, précautions et analyse d'erreur

Les liaisons internes entre les bornes de sortie et la masse, le blindage ou la terre devraient être ouvertes pour les besoins de cette mesure, qu'elles soient résistives, capacitives ou inductives.

SECTION SEIZE — CONDITIONS DE LIMITATION

84. Généralités

Les conditions de limitation déterminent le comportement des mécanismes de protection destinés à limiter la valeur maximale de la grandeur de sortie non stabilisée. Pour une alimentation de tension, le courant est la grandeur non stabilisée à limiter; pour une alimentation en courant, c'est la tension qu'il convient de limiter. La conduite pratique de chaque essai dépendra du type de mécanisme de limitation utilisé dans l'alimentation à essayer. En général, les essais doivent être conçus de manière à obtenir les résultats suivants:

- Seuil de limitation: valeur de la grandeur de sortie non stabilisée, détectée par son effet sur la grandeur de sortie stabilisée.
- Valeur limitée maximale: valeur maximale de la grandeur de sortie non stabilisée pour toute valeur de la charge qui peut persister pendant une certaine durée (fixée à 1 s pour les besoins de cette mesure).
- Valeur de crête de la grandeur de sortie non stabilisée pour toute valeur de la charge. L'existence d'une valeur de crête implique un régime transitoire dont la durée doit aussi être déterminée.
- Valeur de la grandeur de sortie non stabilisée pour les conditions extrêmes de charge (courant de court-circuit ou tension à vide, selon le cas).

84.1 Les mécanismes de limitation peuvent appartenir à divers types généraux assortis de nombreuses caractéristiques particulières à chaque modèle.

- Types « coup par coup » qui nécessitent un réarmement manuel.
- Types « automatiques » qui rétablissent la grandeur de sortie stabilisée à la suite d'une décroissance de la grandeur de sortie non stabilisée en dessous du seuil de limitation.
- Combinaisons des types précités pour procurer une redondance de protection.

84.2 Exemples de mécanismes coup par coup

- Coupe-circuit à fusibles.
- Disjoncteurs du type « déclencheurs ».
- Court-circuiteurs.

84.3 Exemples de mécanismes automatiques

- Circuits qui réduisent la grandeur de sortie antérieurement stabilisée, de façon à limiter la grandeur de sortie précédemment non stabilisée.
- Circuits qui limitent la grandeur de sortie précédemment non stabilisée de manière à constituer un stabilisateur pour cette grandeur dans la plage des valeurs de charge, circuit connu sous l'appellation de circuit de transition automatique.
- Circuits qui réduisent proportionnellement deux grandeurs de sortie appelés limiteurs à caractéristique repliée avec maximum ou limiteurs à décrochage.
- Circuits à soudage qui, après coupure totale ou partielle de la grandeur de sortie, réappliquent périodiquement l'alimentation pour déterminer si la surcharge est toujours présente ou supprimée.

85. Mesure des seuils

85.1 Pour des alimentations stabilisées en tension: le seuil de limitation du courant est mesuré par la valeur du courant de sortie pour laquelle un mécanisme de limitation peut être détecté lorsque la tension stabilisée franchit la limite inférieure de sa plage spécifiée pour l'écart dû à la charge.

82.2 Choose the values of the measuring resistors so that the ratio of voltage to resistance (current) is constant for the two values of resistance.

83. Alternates, precautions and error analysis

Internal connections from any output terminals to frame, guard or ground must be disconnected for the purpose of this measurement whether they be resistive, capacitive or otherwise.

SECTION SIXTEEN — BOUNDARY CONDITION MEASUREMENTS

84. General

Boundary condition measurements encompass the performance of protective mechanisms which limit the maximum value of the unstabilized output quantity. For a voltage supply, the current is the unstabilized quantity to be bounded; for the current supply, voltage is the unstabilized quantity to be bounded. The actual conduct of each test will be dependent on the type of bounding mechanism employed in the power supply being tested. In general, the tests shall be designed to yield the following data:

- Limit threshold: the value of the unstabilized output quantity which is detected by its effect on the stabilized output quantity.
- Maximum limited value: the maximum value of the unstabilized output quantity for any value of load which can persist for an extended duration (defined as 1 s for the purposes of this measurement).
- The peak value of the unstabilized output quantity for any value of load. The existence of a peak implies a transient condition for which the duration must also be determined.
- The value of the unstabilized output quantity for the extremity of load (short-circuit current or open-circuit voltage, as the case may be).

84.1 Bounding mechanisms may be of several general types with many individual varieties within each type.

- “One-shot” types which require a manual reset or replacement.
- “Automatic” types which restore the stabilized output quantity following a reduction in the unstabilized output quantity below the limit threshold.
- Combinations of the automatic and one-shot types for protection redundancy.

84.2 Examples of one-shot mechanisms

- Fuses.
- Circuit-breakers of the “trip” style.
- Crowbars.

84.3 Examples of automatic mechanisms

- Circuits which reduce the heretofore stabilized output quantity in order to limit the previously unstabilized output quantity.
- Circuits which limit the previously unstabilized output quantity in such a way as to be considered a stabilizer of that quantity for a range of load values, known as an automatic crossover circuit.
- Circuits which reduce both output quantities in proportion to each other, known as foldback or re-entrant limiters.
- Sampling circuits which, having cut off all or part of the output, periodically re-apply power to determine the continued presence or not of an overload.

85. Threshold measurement

85.1 For voltage-stabilized power supplies: the current limit threshold is measured as the value of the output current for which limiting action can be detected by the departure of the stabilized voltage from its specified load-effect band.

85.2 Pour des alimentations stabilisées en courant: le seuil de limitation de tension est mesuré par la valeur de la tension de sortie pour laquelle un mécanisme de limitation peut être détecté lorsque le courant stabilisé franchit la limite inférieure de sa plage spécifiée pour l'écart dû à la charge.

86. Conditions de mesure

86.1 Les grandeurs qui ne sont pas décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

86.2 La mesure des seuils doit être effectuée en réglant l'amplitude de la tension de source à sa valeur minimale nominale, puis à sa valeur maximale nominale.

86.3 Grandeur de sortie stabilisée: si l'alimentation offre un choix de réglages de la valeur de sortie, effectuer les mesures de seuil à la valeur maximale nominale, puis reprendre les mesures à la valeur minimale nominale. Si cette dernière est nulle, effectuer cette mesure à 10% de la valeur maximale.

86.4 Charge: la variable d'influence est, dans le cas de cet essai, la charge que l'on doit faire varier de sa valeur minimale à sa valeur de seuil.

86.5 Alimentations à sorties multiples: effectuer une série de mesures de seuil sur chaque sortie, toutes les autres étant réglées simultanément au minimum puis au maximum de leur valeur, sous charges maximale et minimale.

87. Appareillage requis

87.1 Une source dont la tension peut varier entre les limites spécifiées, de caractéristiques telles que la charge représentée par l'alimentation ne provoque pas de variations notables de la tension ou de la forme d'onde de la source.

87.2 Un dispositif destiné à charger l'alimentation capable de dissiper l'énergie de sortie et susceptible d'être réglé pour fournir les valeurs de charge requises.

87.3 Un dispositif pour détecter les variations de valeur de la grandeur de sortie stabilisée de façon à pouvoir déterminer le seuil de limitation.

87.4 Un dispositif pour mesurer la tension ou le courant de sortie, de précision, stabilité et résolution suffisantes pour assurer une limite d'erreur inférieure à 10% de la valeur admissible spécifiée pour le seuil.

88. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en tension

88.1 Connecter la charge et l'appareillage de contrôle de sortie à l'alimentation de façon que le courant absorbé par la charge n'affecte la valeur mesurée que d'une erreur négligeable.

88.2 Effectuer la mesure du seuil de limitation en faisant progressivement varier le courant de charge à partir de sa valeur minimale jusqu'à dépasser sa valeur maximale nominale. Noter la valeur du courant pour laquelle la tension de sortie stabilisée commence à franchir la limite inférieure de la plage des écarts dus à la charge, de la plage des écarts globaux ou de la plage de tolérance, selon le cas.

88.3 Si le limiteur de courant est réglable, reprendre cette mesure pour déterminer les valeurs extrêmes.

88.4 Pour chaque combinaison de tension de source et de puissance utile, mesurer le seuil de limitation du courant et son domaine de fonctionnement. Ces résultats constituent l'ensemble des mesures de seuil de limitation du courant.

89. Montage et mode opératoire pour les alimentations stabilisées en courant

89.1 Connecter le dispositif de contrôle du courant de façon que la tension à ses bornes soit exclusivement proportionnelle au courant de sortie.

85.2 For current-stabilized power supplies: the voltage limit threshold is measured as the value of the output voltage for which limiting action can be detected by the departure of the stabilized current from its specified load-effect band.

86. Conditions of measurement

86.1 Quantities not described are as those specified in Publication 478-2 under “Reference conditions” of Tables I and II, under “Tolerance G”.

86.2 Threshold measurements shall be made with the source voltage amplitude set to the lowest rated value and repeated with the source voltage amplitude set to the highest rated value.

86.3 Stabilized output quantity: if the power supply offers a selection of output settings, conduct the threshold measurement at maximum rated value and repeat with the stabilized output quantity set to minimum rated value. If the minimum rated value is zero, conduct the test to 10% of maximum value.

86.4 Load: the variable influence quantity for this test is the load which is to be varied from its minimum value to the threshold value.

86.5 Multiple output power supplies: conduct a series of threshold measurements for each output with all other outputs set simultaneously to minimum and then to maximum value and loaded to the minimum and maximum amounts.

87. Equipment required

87.1 A source of primary energy for the power supply capable of varying the magnitude of the source voltage between the specified limits and of sufficient rating so that the loading imposed by the power supply does not result in significant change in either source amplitude or distortion.

87.2 A means for loading the power supply capable of dissipating the output energy and able to be changed to provide the required values of load.

87.3 A means for detecting changes in the value of the stabilized output quantity so that the limit threshold can be determined.

87.4 A means for measuring the output voltage or current with sufficient resolution, stability and accuracy to ensure a limit of error not to exceed 10% of the threshold tolerance specification.

88. Set-up and procedure for voltage-stabilized power supplies

88.1 Connect load and output monitoring equipment to the power supply so that the current drawn by the load causes negligible error in the measured value.

88.2 Perform the limit threshold measurement by gradually varying the load current from its minimum value to and then past its rated maximum value. Record the value of the current at which limiting action is first detected as a reduction in the stabilized output voltage below the load-effect band, the total-effect band or tolerance band, as applicable.

88.3 If the current limiter is adjustable, repeat this measurement to determine the minimum and maximum values.

88.4 For each combination of source voltage and output setting, measure the current limit threshold and the range of its setting. These observations constitute the set of current limit threshold measurements.

89. Set-up and procedure for current-stabilized power supplies

89.1 Connect the current-monitoring means so that its terminal voltage is exclusively proportional to the output current.

89.2 Mesurer le seuil de limitation de tension en faisant progressivement varier la tension de charge à partir de sa valeur minimale jusqu'à dépasser sa valeur maximale nominale. Noter la valeur de la tension pour laquelle le courant de sortie stabilisée commence à franchir la limite inférieure de la plage des écarts dus à la charge de la plage des écarts globaux ou de la plage de tolérance, selon le cas.

89.3 Si le limiteur de tension est réglable, reprendre cette mesure pour déterminer les valeurs extrêmes.

89.4 Pour chaque combinaison donnée de tension de source et de grandeur de sortie, mesurer le seuil de limitation de tension et son domaine de fonctionnement. Ces résultats constituent l'ensemble des mesures de seuil de limitation de la tension.

90. Mesure des valeurs maximales limitées

Après que les valeurs des seuils de limitation en tension et en courant ont été déterminées par les méthodes ci-dessus, continuer à augmenter la charge (vers le court-circuit pour les alimentations stabilisées en tension et vers le circuit ouvert pour les alimentations stabilisées en courant).

Mesurer les valeurs maximales du courant de charge et de la tension de charge respectivement qui se manifestent pendant au moins 1 s. On obtient ainsi les valeurs maximales limitées.

91. Mesure de la valeur de la grandeur de sortie limitée dans les conditions de charge extrêmes

Augmenter la charge au maximum (respectivement court-circuit et circuit ouvert). Mesurer alors la valeur de la grandeur de sortie limitée. Pour de nombreux types d'alimentation à limitation de tension ou de courant, cette valeur sera identique à la valeur maximale limitée; dans le cas des alimentations protégées par des dispositifs à coup par coup ou par des limiteurs à décrochage de signal, la valeur peut être différente ou nulle.

92. Mesure de la valeur de crête de la grandeur de sortie limitée

Pour cette mesure, il est nécessaire de disposer de matériel supplémentaire.

- Un dispositif pour commuter soudainement la charge de sa valeur maximale nominale à sa condition extrême (circuit ouvert ou court-circuit).
- Un dispositif pour l'observation du comportement dans le temps de la grandeur de sortie limitée. L'oscilloscope est l'appareil recommandé.

Mode opératoire: commuter soudainement la charge de sa valeur maximale nominale à sa condition extrême appropriée en suivant les variations de la grandeur de sortie limitée. Noter l'amplitude du phénomène transitoire et le temps mis pour revenir à la valeur stable. (Ce moment peut être l'occasion d'armer un circuit de protection coup par coup comme un disjoncteur ou un coupe-circuit à fusibles.)

SECTION DIX-SEPT — NIVEAU ACOUSTIQUE

93. Définition

Le niveau acoustique ou niveau de bruit audible est la moyenne arithmétique de plusieurs lectures effectuées à l'aide du sonomètre, conforme à la Publication 179 de la CEI: Sonomètres de précision, réglé sur la courbe de réponse A. Le niveau de bruit est le niveau de pression acoustique exprimé en décibels par rapport à une pression de référence de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, pondéré artificiellement pour obtenir approximativement la réponse en fréquence de l'oreille humaine.

94. Conditions de mesure

94.1 Les grandeurs non décrites sont celles qui sont spécifiées dans la Publication 478-2 de la CEI aux « Conditions de référence » des tableaux I et II, sous « Tolérance G ».

94.2 Grandeur de sortie stabilisée: valeur maximale nominale.

89.2 Measure the voltage limit threshold by gradually varying the load voltage from its minimum value to and then past its rated maximum value. Record the value of the voltage at which limiting action is first detected as a reduction in the stabilized output current below the load-effect band, the total-effect band or tolerance band, as applicable.

89.3 If the voltage limiter is adjustable, repeat this measurement to determine the minimum and maximum values.

89.4 For each combination of source voltage and output setting, measure the voltage limit threshold and the range of its setting. These observations constitute the set of voltage limit threshold measurements.

90. Measurement of maximum limited values

After the threshold values for voltage and current are determined per procedures above, continue to increase the loading (towards short-circuit for the voltage stabilized power supplies and towards open circuit for the current-stabilized power supplies).

Measure the maximum values of the load current and load voltage respectively which exist for the minimum of 1 s. These are the maximum limited values.

91. Measurement of the value of the bounded output quantity for the extremity of load

Increase the loading to the respective extremities (respectively short-circuit and open circuit). Then, measure the value of the bounded output quantity. For many types of voltage limited/current limited power supplies, this value will be identical to the maximum limited value; for power supplies protected by one-shot devices or re-entrant limiters, the value may be different or zero.

92. Measurement of the peak value of the bounded output quantity

For this measurement, additional equipment will be required.

- Means for step switching the load from maximum rated load to its extremity (open circuit or short-circuit).
- Means for observing the time behaviour of the bounded output quantity. An oscilloscope is the recommended instrument.

Procedure: step-switch the load from its maximum rated value to the respective extremity while observing the bounded output quantity. Record the amplitude of the transient and the time required to decay to the steady-state value. (This may be the time required to activate a one-shot protector such as a circuit-breaker or fuse.)

SECTION SEVENTEEN — SOUND LEVEL

93. Definition

Audible sound level is the arithmetic average of several readings made with a sound level measuring instrument defined in IEC Publication 179, Precision Sound Level Meters, set to response Curve A. The sound level is a sound pressure level given in decibels above a reference pressure of $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, artificially weighted to approximate the frequency response of the human ear.

94. Conditions of measurement

94.1 Quantities not described are as those specified in IEC Publication 478-2 under "Reference conditions" of Tables I and II, under "Tolerance G".

94.2 Stabilized output quantity: maximum rated output.

94.3 Des mesures doivent être effectuées pour deux valeurs de la charge — nulle et maximale nominale.

94.4 Alimentations à sorties multiples: effectuer la mesure du niveau acoustique, toutes les sorties étant simultanément chargées et à vide.

95. Appareillage requis

95.1 Un local dont le niveau sonore ambiant se situe au moins à 4 dB et de préférence à plus de 10 dB en dessous des niveaux sonores associés de l'environnement et de l'alimentation. Il ne doit pas y avoir de surfaces réverbérant le son autres que le sol ou le plancher à moins de 3 m de l'alimentation. Les dimensions du local peuvent être plus exigües si murs et plafonds sont convenablement insonorisés. Une couche de caoutchouc-mousse de 2,5 cm sera disposée sur la surface d'appui de l'alimentation.

95.2 Un sonomètre conforme aux prescriptions de la Publication 179 de la CEI.

96. Montage et mode opératoire

96.1 Mettre l'alimentation sous la tension et la fréquence de référence sans y raccorder de charge. Tout dispositif de refroidissement forcé doit être en fonctionnement.

96.2 Effectuer cinq mesures du niveau de bruit à une distance de 30 cm (1 pied) de la surface de l'alimentation; quatre de ces mesures sont prises à des intervalles d'environ 90° autour de l'alimentation dans son plan médian horizontal et l'autre est prise au-dessus de l'alimentation. En gardant la distance spécifiée, faire varier la position du microphone pour obtenir la plus grande lecture de niveau acoustique.

96.3 Répéter ces mesures sous charge maximale.

96.4 Immédiatement avant et après les mesures mentionnées ci-dessus, déterminer le niveau sonore ambiant associé au niveau sonore de l'alimentation hors tension. Le niveau ambiant estimé est la moyenne de ces deux mesures.

97. Calcul du niveau acoustique

97.1 Correction des résultats de mesure

Si le niveau sonore ambiant est compris entre 4 dB et 10 dB au-dessous des valeurs mesurées, apporter la correction suivante:

Différence exprimée en décibels
entre le niveau mesuré avec
l'alimentation en fonctionnement
et le niveau ambiant

4
5
6
7
8
9
10
au-dessus de 10

Corrections exprimées en décibels
à apporter au niveau mesuré avec
l'alimentation en fonctionnement
pour obtenir le niveau sonore
propre de l'alimentation

—2,2
—1,7
—1,3
—1,0
—0,8
—0,6
—0,4
—0,0

97.2 Le niveau acoustique de l'alimentation est la moyenne arithmétique de cinq mesures corrigées.