

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60214

Troisième édition
Third edition
1989-07

Changeurs de prises en charge

On-load tap-changers



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60214: 1989

Numéros des publications

Les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000 dès le 1er janvier 1997.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à 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**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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.

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

Information on the 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**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

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.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60214**

Troisième édition
Third edition
1989-07

Changeurs de prises en charge

On-load tap-changers

© IEC 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembeé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch

IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
Articles	
SECTION UN - GENERALITES	
1. Domaine d'application	6
2. Conditions de service	6
3. Renseignements à fournir à l'appel d'offre et à la commande	8
SECTION DEUX - DEFINITIONS	
4. Définitions concernant les changeurs de prises en charge (à l'exclusion des mécanismes d'entraînement à moteur)	8
5. Définitions concernant les mécanismes d'entraînement à moteur ..	16
SECTION TROIS - PRESCRIPTIONS POUR LES CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE	
6. Caractéristiques	20
7. Conception et construction	22
8. Essais de type	24
9. Essais individuels	48
10. Plaque indicatrice	50
SECTION QUATRE - PRESCRIPTIONS POUR LES MECANISMES D'ENTRAINEMENT A MOTEUR POUR CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE	
11. Conception et construction	50
12. Essais de type	54
13. Essais individuels	56
14. Plaque indicatrice	58
ANNEXE A - Informations complémentaires sur les conditions de fonctionnement concernant uniquement les changeurs de prises à résistances de passage	60
ANNEXE B - Méthode de détermination de la température équivalente d'une résistance de passage en utilisant une puissance transmise sous forme d'impulsions de courant	68
ANNEXE C - Circuits équivalents pour les essais d'endurance et de pouvoir de coupure	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
SECTION ONE - GENERAL	
1. Scope	7
2. Service conditions	7
3. Information required with enquiries and orders	9
SECTION TWO - DEFINITIONS	
4. Definitions relating to on-load tap-changers (excluding motor-drive mechanisms)	9
5. Definitions relating to motor-drive mechanisms	17
SECTION THREE - REQUIREMENTS FOR ON-LOAD TAP-CHANGERS	
6. Rating	21
7. Design and construction	23
8. Type tests	25
9. Routine tests	49
10. Nameplate	51
SECTION FOUR - REQUIREMENTS FOR MOTOR-DRIVE MECHANISMS FOR ON-LOAD TAP-CHANGERS	
11. Design and construction	51
12. Type tests	55
13. Routine tests	57
14. Nameplate	59
APPENDIX A - Supplementary information on switching duty relating to tap-changers with resistor transition only	61
APPENDIX B - Method of determining the equivalent temperature of the transition resistor using power pulse currents	69
APPENDIX C - Simulated circuits for service duty and breaking capacity tests	71

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 4) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand il est déclaré qu'un matériel est conforme à l'une de ses recommandations.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 14B: Changeurs de prises de réglage en charge, du Comité d'Etudes n° 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette troisième édition de la Publication 214 de la CEI remplace la deuxième édition, parue en 1976.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
14B(BC)14	14B(BC)17

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

Publications n° 60: Techniques des essais à haute tension.

76-1 (1976): Transformateurs de puissance, Première partie: Généralités.

76-3 (1980): Troisième partie: Niveaux d'isolement et essais diélectriques.

137 (1984): Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.

144 (1963): Degrés de protection des enveloppes pour l'appareillage à basse tension.

270 (1981): Mesure des décharges partielles.

296 (1982): Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion.

354 (1972): Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile.

542 (1976): Guide d'application pour changeurs de prises en charge.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ON-LOAD TAP-CHANGERS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.
- 4) The IEC has not laid down any procedure concerning marking as an indication of approval and has no responsibility when an item of equipment is declared to comply with one of its recommendations.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 14B: On-load tap-changers, of IEC Technical Committee No. 14: Power transformers.

This third edition of IEC Publication 214 replaces the second edition issued in 1976.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
14B(C0)14	14B(C0)17

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 60: High-voltage test techniques.

76-1 (1976): Power transformers, Part 1: General.

76-3 (1980): Part 3: Insulation levels and dielectric tests.

137 (1984): Bushings for alternating voltages above 1 000 V.

144 (1963): Degrees of protection of enclosures for low-voltage switchgear and controlgear.

270 (1981): Partial discharge measurements.

296 (1982): Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.

354 (1972): Loading guide for oil-immersed transformers.

542 (1976): Application guide for on-load tap-changers.

CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE

SECTION UN - GENERALITES

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux changeurs de prises en charge* pour les transformateurs de puissance, et à leurs mécanismes d'entraînement à moteur. Elle concerne principalement les changeurs de prises immergés dans de l'huile de transformateur conforme à la Publication 296 de la CEI, mais peut également être utilisée pour les changeurs de prises à isolement dans un gaz, dans la mesure où les conditions le permettent.

Note. - Pour les besoins de cette norme, un liquide d'isolation de synthèse est considéré comme de l'huile. Un liquide d'isolation de synthèse ne peut être utilisé pour un changeur de prises que s'il est adapté à la conception du changeur de prises.

Les changeurs de prises pour transformateurs de locomotives électriques ne sont pas compris dans la présente norme.

Pour choisir un changeur de prises pour une application particulière, il est recommandé de se référer à la Publication 542 de la CEI.

2. Conditions de service

a) Température de l'environnement du changeur de prises

A moins que des conditions plus sévères ne soient spécifiées par l'acheteur, les changeurs de prises sont considérés comme pouvant être utilisés dans les limites de température données au tableau 1.

Tableau 1 - Température de l'environnement du changeur de prises

Environnement du changeur de prises	Température	
	Minimale	Maximale
Air	-25 °C	40 °C
Huile	-25 °C	100 °C

* Voir la note au paragraphe 4.1.

ON-LOAD TAP-CHANGERS

SECTION ONE - GENERAL

1. Scope

This standard applies to on-load tap-changers* for power transformers and their motor-drive mechanisms. It relates mainly to tap-changers immersed in transformer oil according to IEC Publication 296, but may also be used for gas-insulated tap-changers in so far as conditions are applicable.

Note.- For the purpose of this standard, a synthetic insulating liquid is regarded as an oil. A synthetic insulating liquid can be used for a tap-changer only if it is compatible with the tap-changer design.

Tap-changers for transformers for railway rolling stock are excluded from this standard.

In selecting a tap-changer for a particular application, reference should be made to IEC Publication 542.

2. Service conditions

a) *Temperature of tap-changer environment*

Unless more onerous conditions are specified by the purchaser, tap-changers are regarded as suitable for operation over the ranges of temperature given in Table 1.

Table 1 - Temperature of tap-changer environment

Tap-changer environment	Temperature	
	Minimum	Maximum
Air	-25 °C	40 °C
Oil	-25 °C	100 °C

* See Note to Sub-clause 4.1.

Notes 1.- L'environnement du changeur de prises est le milieu entourant immédiatement l'ensemble du changeur de prises, c'est-à-dire que si ce dernier est enfermé dans une enveloppe extérieure séparée, prévue pour montage à l'extérieur de la cuve du transformateur, l'environnement du changeur de prises est l'"Air"; si l'ensemble du changeur de prises est prévu pour être monté à l'intérieur de la cuve principale du transformateur et non dans une enveloppe extérieure séparée, alors l'environnement du changeur de prises est l'"Huile" (c'est-à-dire l'huile de la cuve du transformateur).

2.- La valeur de 100 °C mentionnée ci-dessus correspond à une température ambiante maximale de 40 °C comme spécifié dans la Publication 76 de la CEI.

b) Température de l'environnement des mécanismes d'entraînement à moteur

A moins que des conditions plus sévères ne soient spécifiées par l'acheteur, les mécanismes d'entraînement à moteur sont considérés comme pouvant être utilisés à toute température ambiante comprise entre -25 °C et 40 °C.

Note.- Pour des conditions d'environnement plus sévères concernant les mécanismes d'entraînement à moteur et les changeurs de prises, il convient de se référer aux points 5 et 6 du paragraphe 5.3 de la Publication 542 de la CEI.

c) Conditions de surcharge

Les changeurs de prises qui répondent aux prescriptions de cette norme et qui, de plus, sont choisis et installés en conformité avec le paragraphe 2.3.2 de la Publication 542 de la CEI acceptent les conditions de charge du transformateur telles qu'elles sont définies dans la Publication 354 de la CEI où les températures de l'huile sont indiquées.

3. Renseignements à fournir à l'appel d'offre et à la commande

Pour les renseignements à fournir à l'appel d'offre et à la commande, voir la Publication 542 de la CEI.

SECTION DEUX - DEFINITIONS

4. Définitions concernant les changeurs de prises en charge (à l'exclusion des mécanismes d'entraînement à moteur)

Pour les besoins de la présente norme, les définitions ci-après sont applicables:

4.1 Changeur de prises en charge

Dispositif destiné à changer les connexions aux prises d'un enroulement et pouvant être manoeuvré lorsque le transformateur est sous tension ou en charge. Généralement, ce dispositif comprend un commutateur (voir paragraphe 4.3) avec impédance de passage (voir paragraphe 4.6) et un sélecteur de prises (voir paragraphe 4.2) qui peut

Notes 1.- The tap-changer environment is the medium immediately surrounding the complete tap-changer, i.e., if the latter is enclosed in a separate external container, intended for mounting outside the transformer tank, the tap-changer environment is "Air"; if the complete tap-changer is intended for mounting inside the main transformer tank and not in a separate external container, then the tap-changer environment is "Oil" (i.e. the oil in the transformer tank).

2.- The value of 100 °C quoted above is based on a maximum ambient temperature of 40 °C as specified in IEC Publication 76.

b) Temperature of motor-drive mechanism environment

Unless more onerous conditions are specified by the purchaser, motor-drive mechanisms are regarded as being suitable for operation in any ambient temperature between -25 °C and 40 °C.

Note.- For more onerous conditions for tap-changer or motor-drive mechanism environments, reference should be made to IEC Publication 542, Sub-clause 5.3, Items 5 and 6.

c) Overload conditions

Tap-changers which comply with this standard and are selected and installed in accordance with Sub-clause 2.3.2 of IEC Publication 542 are compatible with loading of the transformer according to IEC Publication 354, where the oil temperatures are detailed.

3. Information required with enquiries and orders

For the information required with enquiries and orders, see IEC Publication 542.

SECTION TWO - DEFINITIONS

4. Definitions relating to on-load tap-changers (excluding motor-drive mechanisms)

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

4.1 On-load tap-changer

A device for changing the tapping connections of a winding, suitable for operation whilst the transformer is energized or on load. Generally, it consists of a diverter switch (see Sub-clause 4.3) with a transition impedance (see Sub-clause 4.6) and a tap selector (see

être avec ou sans présélecteur (voir paragraphe 4.5), l'ensemble étant manoeuvré par le mécanisme d'entraînement (voir paragraphe 4.7). Dans certains types de changeurs de prises, les fonctions du commutateur et du sélecteur de prises sont combinées dans un sélecteur en charge (voir paragraphe 4.4).

Note. - L'ensemble de la présente norme ne traitant que des changeurs de prises en charge, ce terme est abrégé en "changeur de prises" dans la suite de cette publication.

4.2 Sélecteur de prises

Dispositif destiné à être parcouru par le courant, mais non à l'établir ou à le couper, utilisé avec un commutateur pour établir à l'avance les connexions aux prises de réglage.

4.3 Commutateur

Dispositif de coupure utilisé avec un sélecteur de prises pour conduire, établir et couper les courants dans les circuits qui ont été établis à l'avance.

Note. - Les commutateurs du type à ressort comprennent un dispositif d'accumulation d'énergie indépendant pour leur manoeuvre.

4.4 Sélecteur en charge

Dispositif de coupure pouvant établir, supporter et couper les courants en combinant les fonctions d'un sélecteur de prises et d'un commutateur.

4.5 Présélecteur

Dispositif destiné à être parcouru par le courant, mais non à l'établir ou le couper, utilisé avec un sélecteur de prises ou un sélecteur en charge pour permettre d'utiliser ses contacts, et les prises qui lui sont reliées, plus d'une fois au cours du déplacement d'une position extrême à l'autre.

4.5.1 Sélecteur de prises à réglage grossier

Présélecteur qui met en contact l'enroulement de réglage avec l'enroulement grossier, ou l'enroulement principal.

4.5.2 Inverseur

Présélecteur qui met en contact l'enroulement principal avec l'une ou l'autre des extrémités de l'enroulement de réglage.

4.6 Impédance de passage

Résistance ou bobine d'inductance comprenant un ou plusieurs éléments reliant la prise en service à celle à mettre en service afin de transférer la charge d'une prise à l'autre sans interrompre le courant de charge ni le modifier sensiblement, tout en limitant le courant de circulation pendant le temps où les deux prises sont reliées.

Sub-clause 4.2) which can be with or without a change-over selector (see Sub-clause 4.5), the whole being operated by the driving mechanism (see Sub-clause 4.7). In some forms of tap-changers, the functions of the diverter switch and the tap selector are combined in a selector switch (see Sub-clause 4.4).

Note.— As the whole of this standard deals only with on-load tap-changers, the expression is shortened to "tap-changer" in the remainder of this publication.

4.2 *Tap selector*

A device designed to carry, but not to make or break, current, used in conjunction with a diverter switch, to select tapping connections.

4.3 *Diverter switch*

A switching device used in conjunction with a tap selector to carry, make and break currents in circuits which have already been selected.

Note.— Diverter switches of spring-operated type include an independent means of storing energy for their operation.

4.4 *Selector switch*

A switching device capable of making, carrying and breaking current, combining the duties of a tap selector and a diverter switch.

4.5 *Change-over selector*

A device designed to carry, but not to make or break, current, used in conjunction with a tap selector or selector switch to enable its contacts, and the connected tapplings, to be used more than once when moving from one extreme position to the other.

4.5.1 *Coarse change-over selector*

A change-over selector connecting the tapped winding to either the coarse winding or the main winding.

4.5.2 *Reversing change-over selector*

A change-over selector connecting one or other end of the tapped winding to the main winding.

4.6 *Transition impedance*

A resistor or reactor consisting of one or more units bridging the tapping in use and tapping next to be used, for the purpose of transferring load from one tapping to the other without interruption or appreciable change in the load current, at the same time limiting the circulating current for the period that both tapplings are used.

4.7 *Mécanisme d'entraînement*

Dispositif qui assure le mouvement du changeur de prises.

Note.- Le mécanisme peut comprendre un dispositif d'accumulation d'énergie indépendant pour réaliser entièrement l'opération.

4.8 *Jeu de contacts*

Paire ou combinaison de paires de contacts individuels fixes et mobiles manoeuvrant pratiquement en même temps.

4.9 *Contacts du commutateur et du sélecteur en charge*

4.9.1 *Contacts principaux*

Jeu de contacts conduisant le courant traversant, pour lequel il n'y a pas d'impédance de passage entre l'enroulement du transformateur et les contacts, et qui ne commute aucun courant.

4.9.2 *Contacts principaux de coupure*

Jeu de contacts pour lequel il n'y a pas d'impédance de passage entre l'enroulement du transformateur et les contacts, et qui établit et coupe le courant.

4.9.3 *Contacts de passage*

Jeu de contacts connecté en série à une impédance de passage, qui établit et coupe le courant.

Note.- Dans le cas de changeurs de prises avec bobine d'inductance de passage, ce jeu de contacts est utilisé dans de nombreux cas pour conduire le courant traversant dans une position de réglage établie.

4.10 *Courant de circulation*

Part du courant circulant dans l'impédance de passage pendant le temps où deux prises sont reliées au cours d'un changement de prises et qui est provoqué par la différence de tension entre les prises.

4.11 *Courant commuté*

Courant qu'il est prévu de couper durant une commutation par chaque jeu de contacts principaux de coupure ou de contacts de passage du commutateur ou du sélecteur en charge.

4.12 *Tension de rétablissement*

Tension à fréquence industrielle qui apparaît aux bornes de chaque jeu de contacts principaux de coupure ou de passage du commutateur ou du sélecteur en charge après que ces contacts ont coupé le courant commuté.

4.7 *Driving mechanism*

The means by which the drive to the tap-changer is actuated.

Note.— The mechanism may include an independent means of storing energy to control the operation.

4.8 *Set of contacts*

A pair of individual fixed and moving contacts or a combination of such pairs operating substantially simultaneously.

4.9 *Diverter switch and selector switch contacts*

4.9.1 *Main contacts*

A set of through-current carrying contacts which has no transition impedance between the transformer winding and the contacts and does not switch any current.

4.9.2 *Main switching contacts*

A set of contacts which has no transition impedance between the transformer winding and the contacts and makes and breaks current.

4.9.3 *Transition contacts*

A set of contacts which is connected in series with a transition impedance and makes and breaks current.

Note.— In the case of reactor transition tap-changers, this set of contacts is used, in many instances, to carry the through-current in the full tap position.

4.10 *Circulating current*

That part of the current which flows through the transition impedance at the time when two tappings are bridged during a tap-change operation and which is due to the voltage difference between the tappings.

4.11 *Switched current*

The prospective current to be broken during switching operation by each set of main switching or transition contacts incorporated in the diverter switch or selector switch.

4.12 *Recovery voltage*

The power-frequency voltage which appears across each set of main switching or transition contacts of the diverter switch or selector switch after these contacts have broken the switched current.

4.13 *Opération de changement de prises*

Succession complète des manoeuvres du commencement à la fin du transfert du courant traversant d'une prise de l'enroulement à une prise adjacente.

4.14 *Cycle de fonctionnement*

Succession des opérations du changeur de prises d'une extrémité de son étendue de réglage à l'autre et son retour à sa position initiale.

4.15 *Niveau d'isolement*

Ensemble des valeurs des tensions de tenue au choc et à fréquence industrielle à la terre et entre phases, s'il y a lieu, et entre toutes pièces entre lesquelles l'isolation est nécessaire.

4.16 *Courant traversant assigné (I_u)*

Courant passant à travers le changeur de prises vers le circuit extérieur, que l'appareil est capable de transférer d'une prise à l'autre, à la tension d'échelon assignée correspondante, et qu'il peut conduire en service continu, en respectant les exigences de la présente norme.

Note.— Pour la relation existant entre un courant traversant assigné et la tension d'échelon correspondante, voir le paragraphe 6.2.

4.17 *Courant traversant assigné maximal (I_{um})*

Courant traversant assigné correspondant à la fois aux conditions d'échauffement des contacts (paragraphe 8.1) et à l'essai d'endurance (paragraphe 8.2.1).

4.18 *Tension d'échelon assignée (U_i)*

Pour chaque valeur du courant traversant assigné, tension maximale admissible entre bornes destinées à être reliées à des prises successives du transformateur.

Note.— Si une tension d'échelon assignée est indiquée pour un courant traversant assigné donné, elle est appelée "tension d'échelon assignée correspondante".

4.19 *Tension d'échelon assignée maximale (U_{im})*

Plus grande valeur de la tension d'échelon assignée pour laquelle le changeur de prises est conçu.

4.20 *Fréquence assignée*

Fréquence du courant alternatif pour laquelle le changeur de prises est conçu.

4.13 *Tap-change operation*

A complete sequence of events from the initiation to the completion of the transition of the through-current from one tap of the winding to an adjacent one.

4.14 *Cycle of operation*

The movement of the tap-changer from one end of its range to the other and the return to its original position.

4.15 *Insulation level*

The withstand values of the impulse and power-frequency test voltages to earth, and where appropriate between the phases, and between those parts where insulation is required.

4.16 *Rated through-current (I_u)*

The current flowing through the tap-changer towards the external circuit, which the apparatus is capable of transferring from one tapping to the other at the relevant rated step voltage and which can be carried continuously while meeting the requirements of this standard.

Note.— Concerning the relationship between a rated through-current and the relevant step voltage, see Sub-clause 6.2.

4.17 *Maximum rated through-current (I_{um})*

The rated through-current for which both the temperature rise of the contacts (Sub-clause 8.1) and the service duty test (Sub-clause 8.2.1) apply.

4.18 *Rated step voltage (U_s)*

For each value of rated through-current, the highest permissible voltage between terminals which are intended to be connected to successive tappings of a transformer.

Note.— If a rated step voltage is given in connection with a rated through-current, it is called "relevant rated step voltage".

4.19 *Maximum rated step voltage (U_{im})*

The highest value of the rated step voltage for which the tap-changer is designed.

4.20 *Rated frequency*

The frequency of the alternating current for which the tap-changer is designed.

4.21 *Nombre de positions de réglage d'un changeur de prises*

4.21.1 *Nombre de positions de réglage disponibles*

Plus grand nombre de positions de réglage pendant un demi-cycle de fonctionnement, pour lequel un changeur de prises peut être employé en fonction de sa conception.

4.21.2 *Nombre de positions de réglage de service*

Nombre de positions de réglage pour un demi-cycle de fonctionnement, pour lequel le changeur de prises est utilisé dans le transformateur.

Note pour les paragraphes 4.21.1 et 4.21.2:

Ces données sont généralement exprimées en valeurs $\pm$ du nombre considéré, par exemple ± 11 positions; elles sont également valables en principe pour le mécanisme d'entraînement à moteur.

Quand on applique le terme "nombre de positions de réglage" à un transformateur, ce terme se rapporte toujours au nombre de positions de réglage de service du changeur de prises.

4.22 *Essai de type*

Essai effectué sur un changeur de prises ou ses éléments constitutants, ou sur une série de changeurs de prises ou d'éléments du même type, pour prouver leur conformité à la norme.

Note.- Une série de changeurs de prises est un ensemble de changeurs de prises de conception identique et ayant les mêmes caractéristiques à l'exception des niveaux d'isolement à la terre, et éventuellement entre phases, du nombre de positions et de la valeur de l'impédance de passage.

4.23 *Essai individuel*

Essai effectué sur chaque changeur de prises terminé dont le type constructif a été vérifié par l'essai de type, en vue d'établir que le changeur de prises n'a pas de défauts de fabrication.

5. *Définitions concernant les mécanismes d'entraînement à moteur*

5.1 *Mécanisme d'entraînement à moteur*

Mécanisme d'entraînement tel que défini au paragraphe 4.7 comprenant un moteur électrique et des circuits de commande et de contrôle.

5.2 *Dispositif de marche cran par cran*

Dispositifs électriques et mécaniques arrêtant le mécanisme d'entraînement à moteur après l'exécution d'un changement de prises, indépendamment de l'action du dispositif de commande.

4.21 *Number of tapping positions of the tap-changer*

4.21.1 *Number of inherent tapping positions*

The highest number of tapping positions for half a cycle of operation for which a tap-changer can be used according to its design.

4.21.2 *Number of service tapping positions*

The number of tapping positions for half a cycle of operation for which a tap-changer is used in a transformer.

Note to Sub-clauses 4.21.1 and 4.21.2:

These terms are generally given as the $\pm$ values of the relevant numbers, e.g. ± 11 positions; they are in principle valid also for the motor-drive mechanism.

When using the term "number of tapping positions" in connection with a transformer, this always refers to the number of service tapping positions of the tap-changer.

4.22 *Type test*

A test made on a tap-changer or the components of a tap-changer, or a range of tap-changers or components all based on the same design, to prove compliance with the standard.

Note.- A range of tap-changers is a number of tap-changers based on the same design and having the same characteristics, with the exception of the insulation levels to earth and possibly between phases, the number of steps and the value of the transition impedance.

4.23 *Routine test*

A test made on each completed tap-changer, the design of which has been verified by type test, to establish that the tap-changer is without manufacturing defects.

5. *Definitions relating to motor-drive mechanisms*

5.1 *Motor-drive mechanism*

A driving mechanism as in Sub-clause 4.7 which incorporates an electric motor and control circuit.

5.2 *Step-by-step control*

Electrical and mechanical devices stopping the motor-drive mechanism after completion of a tap-change, independently of the operating sequence of the control switch.

5.3 *Indicateur de position de prise*

Dispositif électrique et/ou mécanique indiquant sur quelle prise se trouve le changeur de prises.

5.4 *Indication de changement de prise en cours*

Dispositif indiquant que le mécanisme d'entraînement à moteur est en marche.

5.5 *Dispositifs de fin de course*

5.5.1 *Interrupteur de fin de course*

Dispositif électromécanique empêchant la manoeuvre du changeur de prises au-delà des positions extrêmes, mais permettant des manoeuvres dans le sens opposé.

5.5.2 *Fin de course mécanique*

Dispositif mécanique empêchant matériellement la manoeuvre du changeur de prises au-delà des positions extrêmes mais permettant la manoeuvre dans le sens opposé.

5.6 *Dispositif de commande de marche en parallèle*

Dispositif de commande électrique destiné à faire manoeuvrer tous les changeurs de prises vers la position désirée et à éviter toute discordance des mécanismes d'entraînement à moteur, dans le cas de fonctionnement en parallèle de plusieurs transformateurs à prises.

Note.- De tels dispositifs sont aussi nécessaires dans le cas de transformateurs monophasés constituant un groupe triphasé quand chaque changeur de prises monophasé est actionné par son propre mécanisme d'entraînement à moteur.

5.7 *Dispositif de déclenchement d'urgence*

Dispositif électrique et/ou mécanique destiné à arrêter, à tout instant, le mécanisme d'entraînement à moteur, de telle façon qu'une action particulière doive intervenir avant que le changement de prises suivant ne puisse commencer.

5.8 *Dispositif de blocage sur surintensité du courant*

Dispositif électrique empêchant ou interrompant la manoeuvre du mécanisme d'entraînement à moteur pendant le temps où une surintensité du courant dépassant une valeur fixée circule dans les enroulements du transformateur.

Note.- Quand les commutateurs de changeur de prises sont actionnés par un système d'énergie à ressort, l'interruption du fonctionnement du mécanisme d'entraînement à moteur n'empêchera pas le fonctionnement du commutateur si le déclenchement à ressort a été actionné.

5.3 *Tap position indicator*

An electrical and/or mechanical device for indicating the tap position of the tap-changer.

5.4 *Tap-change in progress indication*

A device indicating that the motor-drive mechanism is running.

5.5 *Limiting devices*

5.5.1 *Limit switches*

Electro-mechanical devices preventing operation of the tap-changer beyond either end position, but allowing operation in the opposite direction.

5.5.2 *Mechanical end stop*

A device which physically prevents operation of the tap-changer beyond either end position, but allows operation in the opposite direction.

5.6 *Parallel control devices*

Electrical control devices to move, in the case of parallel operation of several transformers with tapplings, all tap-changers to the required position and to avoid divergence of the respective motor-drive mechanisms.

Note.— Such devices would be necessary also in the case of single-phase transformers forming a three-phase bank when each single-phase tap-changer is fitted with its own motor-drive mechanism.

5.7 *Emergency tripping device*

An electrical and/or mechanical device for stopping the motor-drive mechanism at any time in such a way that a special action must be performed before the next tap-change operation can be started.

5.8 *Overcurrent blocking device*

An electrical device preventing or interrupting operation of the motor-drive mechanism for the period in which an overcurrent exceeding a preset value is flowing in the transformer winding.

Note.— Where diverter switches are actuated by spring energy systems, interruption of the operation of the motor-drive mechanism will not prevent operation of the diverter switch if the spring release has been actuated.

5.9 *Dispositif de redémarrage*

Dispositif mécanique et/ou électrique de redémarrage du mécanisme d'entraînement à moteur après une interruption de la tension d'alimentation permettant ainsi de terminer l'opération de changement de prises déjà amorcée.

5.10 *Compteur de manoeuvres*

Dispositif indiquant le nombre de changements de positions accomplis.

5.11 *Commande manuelle du mécanisme d'entraînement à moteur*

Manoeuvre manuelle du changeur de prises par un dispositif mécanique interdisant en même temps la manoeuvre par le moteur électrique.

5.12 *Armoire du mécanisme d'entraînement à moteur*

Enceinte pour le logement du mécanisme d'entraînement à moteur.

SECTION TROIS - PRESCRIPTIONS POUR LES CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE

(à l'exclusion des prescriptions pour les mécanismes d'entraînement à moteur)

6. Caractéristiques

6.1 *Caractéristiques assignées*

Les caractéristiques assignées d'un changeur de prises sont:

- le courant traversant assigné;
- le courant traversant assigné maximal;
- la tension d'échelon assignée;
- la tension d'échelon assignée maximale;
- la fréquence assignée;
- le niveau d'isolement assigné.

6.2 *Corrélation entre le courant traversant assigné et la tension d'échelon assignée*

Dans la limite de la valeur du courant traversant assigné maximal d'un changeur de prises, il peut exister différentes associations des valeurs du courant traversant assigné et de la tension d'échelon assignée correspondante. Lorsqu'une valeur de la tension d'échelon assignée se réfère à une valeur particulière du courant traversant assigné, elle est appelée "tension d'échelon assignée correspondante".

5.9 *Restarting device*

A mechanical and/or electrical device restarting the motor-drive mechanism after an interruption of the supply voltage and thus completing a tap-change operation already initiated.

5.10 *Operation counter*

A device indicating the number of tap-changes accomplished.

5.11 *Manual operation of motor-drive mechanism*

Operation of the tap-changer manually by a mechanical device, blocking at the same time operation by the electric motor.

5.12 *Motor-drive cubicle*

A cubicle housing the motor-drive mechanism.

SECTION THREE - REQUIREMENTS FOR ON-LOAD TAP-CHANGERS

(excluding requirements for motor-drive mechanisms)

6. Rating

6.1 *Rated characteristics*

The rated characteristics of a tap-changer are:

- rated through-current;
- maximum rated through-current;
- rated step voltage;
- maximum rated step voltage;
- rated frequency;
- rated insulation level.

6.2 *Interrelation between rated through-current and rated step voltage*

Up to the maximum rated through-current of the tap-changer there may be different assigned combinations of values of rated through-current and corresponding rated step voltage. When a value of rated step voltage is referred to a specific value of rated through-current it is called the "relevant rated step voltage".

7. Conception et construction

7.1 Compartiments d'huile pour commutateurs et sélecteurs en charge

Les compartiments d'huile pour les commutateurs et sélecteurs en charge doivent être étanches à l'huile. S'il y a lieu, des valeurs de tenue à la pression et au vide doivent être fixées par le constructeur.

Note.- Si l'huile du transformateur doit être contrôlée par des analyses de gaz dissous, le compartiment d'huile du commutateur ou du sélecteur en charge devra être muni d'un conservateur d'huile ne présentant aucun contact avec le conservateur du transformateur, que ce soit par l'huile ou par l'air.

7.2 Indicateurs de niveau d'huile

Les compartiments d'huile pour commutateurs ou sélecteurs en charge équipés de volume d'expansion intégré ou de conservateurs séparés doivent être munis d'indicateurs de niveau d'huile.

7.3 Dispositifs de protection contre l'augmentation de la pression

Un ou plusieurs dispositifs parmi les suivants peuvent être utilisés:

7.3.1 Relais de contrôle du flux d'huile

Le relais de contrôle du flux d'huile, placé dans la tuyauterie entre la tête du changeur de prises et le conservateur d'huile, réagira à un flux d'huile déterminé au préalable, et permettra de mettre le transformateur hors tension.

7.3.2 Relais de surpression

Le relais de surpression réagira dans le cas où la pression dans le compartiment d'huile du commutateur ou du sélecteur en charge dépassera une valeur déterminée au préalable, et permettra de mettre le transformateur hors tension.

7.3.3 Dispositif limiteur de pression

Le dispositif limiteur de pression s'ouvrira lorsqu'une pression déterminée au préalable sera dépassée, et son ouverture protégera le compartiment d'huile du commutateur ou du sélecteur en charge.

7.4 Dispositifs de limitation pour la protection des changeurs de prises contre les surtensions transitoires

Pour les changeurs de prises comportant des dispositifs de limitation des surtensions transitoires, le constructeur du changeur de prises doit donner tous les détails sur les caractéristiques de protection ainsi que les limitations qui seront imposées durant l'essai du transformateur complet.

Quand des éclateurs sont utilisés, il faut prendre soin de vérifier que l'arc s'éteint automatiquement après amorçage.

7. Design and construction

7.1 *Oil compartments for diverter switches and selector switches*

The oil compartments for diverter switches and selector switches shall be oil-tight. Where appropriate, pressure and vacuum withstand values shall be declared by the manufacturer.

Note.— If the transformer oil is to be supervised by gas-in-oil analysis, the oil compartment of the diverter switch or selector switch should be provided with an oil conservator which has no connection to the conservator of the transformer on either the air or the oil side.

7.2 *Oil-level gauges*

Oil compartments for diverter or selector switches with integral expansion volume or separate conservators for these compartments, when fitted, shall be provided with oil-level gauges.

7.3 *Protective devices against increase of pressure*

One or more of the following protective devices may be applied:

7.3.1 *Oil-flow controlled relay*

The oil-flow controlled relay, installed in the pipe between tap-changer head and oil conservator, will respond at a predetermined oil flow and enable the transformer to be tripped.

7.3.2 *Overpressure relay*

The overpressure relay will respond in the event of the pressure in the diverter switch or selector switch oil compartment exceeding a predetermined value, and enable the transformer to be tripped.

7.3.3 *Pressure relief device*

The pressure relief device will open when a predetermined pressure is exceeded and its opening will protect the diverter switch or selector switch oil compartment.

7.4 *Limiting devices for the protection of tap-changers against transient overvoltages*

For tap-changers which incorporate limiting devices for transient overvoltages, the manufacturer of the tap-changer shall give full details of the protective characteristics, together with any limitations which will be imposed during tests on the completed transformer.

When spark gaps are used, care has to be taken to ensure that, after spark-over, the discharge is quenched automatically.

8. Essais de type

Les essais de type suivants doivent être exécutés sur des exemplaires des changeurs de prises correspondants, après leur fabrication complète, ou sur des composants équivalents, pourvu que le constructeur puisse démontrer que les conditions d'essai correspondantes et leurs résultats ne sont pas modifiés lorsqu'on n'essaie que les composants, à la place du changeur de prises en entier:

- échauffement des contacts (paragraphe 8.1);
- essais de coupure (paragraphe 8.2);
- essai au courant de court-circuit (paragraphe 8.3);
- essai des impédances de passage (paragraphe 8.4);
- essais mécaniques (paragraphe 8.5);
- essais diélectriques (paragraphe 8.6).

8.1 Echauffement des contacts

Des essais seront effectués pour vérifier que l'échauffement au-dessus du milieu ambiant de chaque type de contacts, qui, en service, sont parcourus en permanence par le courant, ne dépasse pas les valeurs données dans le tableau 2, lorsque les contacts parcourus par 1,2 fois le courant traversant assigné maximal ont atteint leur température d'équilibre.

Le fait de satisfaire à cette condition démontre l'aptitude à la surcharge, telle qu'elle est mentionnée au point c) de l'article 2.

Tableau 2 - Limites d'échauffement des contacts

Matériaux du contact	Dans l'air (K)	Dans l'huile (K)
Cuivre seul	35	20
Cuivre argenté	65	20
Autres matériaux	suivant accord	20

Lorsque le milieu environnant est de l'huile, l'essai doit être exécuté à la température ambiante.

La température du milieu environnant ne doit pas être mesurée à moins de 25 mm en dessous des contacts.

Les températures doivent être mesurées par thermocouples ou tout autre moyen convenable placés sur la surface des contacts aussi près que possible du point de contact.

La température est considérée comme étant à son point d'équilibre lorsque la différence de température entre le contact et le milieu environnant ne varie pas de plus de 1 K pendant 1 heure.

8. Type tests

The following type tests shall be performed on samples of the relevant tap-changers after their final development or on equivalent components provided that the manufacturer can demonstrate that the relevant test conditions and results are not influenced by testing only components instead of the complete tap-changer:

- temperature rise of contacts (Sub-clause 8.1);
- switching tests (Sub-clause 8.2);
- short-circuit current test (Sub-clause 8.3);
- transition impedance test (Sub-clause 8.4);
- mechanical tests (Sub-clause 8.5);
- dielectric tests (Sub-clause 8.6).

8.1 Temperature rise of contacts

Tests shall be performed to verify that the temperature rise above the medium surrounding each type of contact which carries current continuously in service does not exceed the values given in Table 2 when the contacts have reached a steady temperature when carrying 1.2 times the maximum rated through-current.

Meeting this condition proves the overload capacity as referred to in Item c) of Clause 2.

Table 2 - Contact temperature-rise limits

Contact material	In air (K)	In oil (K)
Plain copper	35	20
Silver-faced copper	65	20
Other materials	To be agreed	20

When the surrounding medium is oil, the test shall be performed at ambient temperature.

The temperature of the surrounding medium shall be measured at not less than 25 mm below the contacts.

The temperatures shall be measured by thermocouples or other suitable means positioned on the surface of the contacts as near the point of contact as is practicable.

The temperature is considered to be steady when the difference of the temperature between the contact and the surrounding medium does not change more than 1 K over an hour.

Note.- La section et l'isolation du conducteur amenant le courant au changeur de prises ou à ses composants pendant l'essai sera spécifiée.

8.2 Essais de coupure

Les essais de coupure, qui comprennent des essais d'endurance et des essais de pouvoir de coupure, doivent reproduire les conditions les plus sévères pour lesquelles le changeur de prises est défini.

Note.- Quand il s'agit de coupure sur inductance de passage, les conditions les plus sévères doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Dans le cas d'un cycle de fonctionnement en fanion asymétrique (voir annexe A, tableau A1), il est admis qu'il n'y a pas d'inversion du sens de transit de la puissance pendant le service.

L'attention est attirée sur l'annexe A, dans laquelle sont indiquées les conditions les plus sévères pour des commutations avec résistances de passage et ce pour la majorité des dispositions des contacts.

Les essais de coupure peuvent être limités au commutateur ou au sélecteur en charge indépendamment des autres parties, s'il est prouvé que les conditions de fonctionnement des contacts ne sont pas affectées par une telle limitation.

Si le commutateur ou le sélecteur en charge est muni de plusieurs jeux de contacts fonctionnant dans un ordre déterminé, il n'est pas admis d'essayer chaque jeu de contacts indépendamment des autres à moins qu'il ne soit prouvé que les conditions de fonctionnement de chaque jeu de contacts ne sont pas affectées par le fonctionnement des autres jeux de contacts.

Si les impédances de passage sont des résistances, celles-ci peuvent être placées en dehors de l'appareil si cela est nécessité par la construction du changeur de prises ou par le circuit d'essai, et elles peuvent avoir une capacité thermique plus grande que celle des résistances utilisées en service, sauf spécification contraire.

La valeur et le type des impédances de passage doivent être spécifiés.

Dans le cas d'un changeur de prises immergé dans l'huile, ni les contacts, ni l'huile du transformateur ne doivent être renouvelés au cours des essais.

Dans le cas de coupures triphasées, il suffit en général d'essayer les contacts d'une seule phase.

Si un changeur de prises déterminé a plus d'une combinaison de courant traversant assigné et de tension d'échelon assignée, il faudra effectuer au moins deux essais de pouvoir de coupure, l'un avec le courant traversant assigné maximal I_{um} et la tension d'échelon assignée correspondante U_i , l'autre avec la tension d'échelon assignée maximale U_u et le courant traversant assigné correspondant I_u .

Note.— The cross-section and insulation of the conductor carrying the current into the tap-changer or components under test should be stated.

8.2 Switching tests

Switching tests, which include service duty tests and breaking capacity tests, shall simulate the most onerous conditions for which the tap-changer is rated.

Note.— Where reactor transition switching is concerned, the most onerous conditions should be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

In the case of an asymmetrical pennant cycle (see Appendix A, Table A1), it is assumed that no reversal of power-flow occurs in service.

Attention is drawn to Appendix A, where the most onerous conditions for resistor transition switching are indicated for the majority of contact arrangements.

The switching tests may be limited to the diverter switch or selector switch after proving that the contact operating conditions are not affected by such limitation.

If the diverter switch or selector switch has several sets of contacts which operate in a definite sequence, it is not permitted to test each set of contacts separately from the others unless it can be proved that the operating conditions of any one set of contacts are not affected by the operation of the other sets of contacts.

Where resistors are used as transition impedances, these may be placed outside the apparatus if necessitated by the construction of the tap-changer or the test circuit, and they may have a higher thermal capacity than those which are employed in service, unless otherwise specified.

The value and type of the transition impedance shall be stated.

Contacts and transformer oil in the case of oil-immersed tap-changers shall not be renewed during the tests.

In the case of three-phase switches, it is normally sufficient to test the contacts of one phase.

If a particular tap-changer has more than one combination of rated through-current and rated step voltage, at least two breaking capacity tests shall be performed, one at maximum rated through-current I_{um} and its relevant step voltage U_i and one at the maximum rated step voltage U_{im} and its relevant rated through-current I_u .

L'interpolation peut être facilitée par la connaissance du point milieu de la courbe de courant en calculant ce point milieu X par la formule:

$$\frac{I_{um} + I_u}{2}(U_x) = \sqrt{U_i I_{um} \times U_{im} I_u}$$

Les dispositions d'essais doivent être telles que, à moins de spécifications contraires, le courant coupé, la tension de rétablissement et le produit de ces deux valeurs ne s'écartent pas de plus de -5% à +10% des valeurs calculées propres au cycle de commutation (voir annexe A, tableau A1) sous le courant traversant approprié et la tension d'échelon assignée correspondante.

8.2.1 Essai d'endurance

Cet essai doit être effectué selon l'une des méthodes décrites aux paragraphes suivants.

Après les essais, l'examen de l'usure des contacts ne doit laisser aucun doute sur l'aptitude du changeur de prises à assurer le service demandé.

Note.— Les résultats de cet essai peuvent être utilisés par le constructeur pour apporter la preuve que les contacts utilisés pour établir et couper le courant peuvent accomplir, sans être remplacés, le nombre de changements de prises annoncé par le constructeur, au courant traversant assigné et à la tension d'échelon assignée correspondante.

8.2.1.1 Essai d'endurance à la tension d'échelon assignée

Les contacts des commutateurs et des sélecteurs en charge doivent être soumis à un nombre de manoeuvres correspondant à 50 000 changements de prises en service normal en étant parcourus par un courant au moins égal au courant traversant assigné maximal et soumis à la tension d'échelon assignée correspondante.

De façon à se rapprocher des conditions de service, les essais des sélecteurs en charge seront effectués avec un maximum de huit changements de positions (non comprises les positions rejetées), disposées de part et d'autre du présélecteur si le changeur de prises comporte un tel dispositif incorporé.

La comparaison des oscillogrammes relevés à intervalles réguliers au cours de l'essai doit montrer que les caractéristiques du changeur de prises ne présentent pas de modifications significatives de nature à compromettre le fonctionnement de l'appareil. Vingt oscillogrammes seront relevés au début de l'essai, puis 20 toutes les 12 500 manoeuvres, soit un total de 100 oscillogrammes.

Note.— En général, il suffit de comparer les séries d'oscillogrammes relevés au début et à la fin de l'essai.

Interpolation may be facilitated by obtaining the mid-current point of the curve between the extremes by calculating this mid-point X as:

$$\frac{I_{um} + I_u}{2}(U_x) = \sqrt{U_i I_{um} \times U_{im} I_u}$$

The arrangement for testing shall be such that, except where otherwise specified, neither the switched current, nor the recovery voltage, nor the product of these shall, in any case, vary more than -5% to +10% of the calculated values appropriate to the switching cycle (see Appendix A, Table A1) at the appropriate through-current and relevant rated step voltage.

8.2.1 *Service duty test*

This test shall be performed in accordance with one of the sub-clauses below.

After the tests, inspections of contact wear shall take place, the results of these leaving no doubt as to the suitability of the tap-changer for service.

Note.— The results of this test may be used by the manufacturer to demonstrate that the contacts used for making and breaking current are capable of performing, without replacement of the contacts, the number of tap-change operations declared by the manufacturer at the rated through-current and at the relevant rated step voltage.

8.2.1.1 *Service duty test at rated step voltage*

The contacts on diverter switches and selector switches shall be subjected to a number of operations corresponding to 50 000 tap-change operations in normal service when carrying a current corresponding to not less than the maximum rated through-current and the relevant rated step voltage.

In order to approximate to service conditions, selector switches shall have the test performed over not more than eight tap-change positions (excluding dead positions), these being centrally disposed about the change-over selector if such is incorporated in the tap-changer design.

Comparison of oscillograms taken at regular intervals during the test shall show that there is no significant alteration in the characteristics of the tap-changer in such a way as to endanger the operation of the apparatus. Twenty oscillograms shall be taken at the start of the test, and 20 after each succeeding 12 500 operations, making a total of 100 oscillograms.

Note.— Generally, it is sufficient to compare the series of oscillograms taken at the beginning and at the end of the test.

8.2.1.2 Essai d'endurance sous tension d'échelon réduite

Un essai sous une tension d'échelon réduite peut être exécuté dans les conditions suivantes:

- a) 100 manoeuvres doivent être exécutées avec le courant traversant assigné maximal et sous la tension d'échelon assignée correspondante, les contacts étant neufs et l'huile du transformateur propre. Chaque manoeuvre doit être enregistrée sur oscillographe.
- b) Quand les oscillogrammes enregistrés au point a) prouvent qu'aucune durée d'arc ne dépasse $1,2/2 f$ s (f étant la fréquence assignée en hertz), le nombre de manoeuvres de l'essai d'endurance tel que défini au point d) doit être de 50 000.
- c) Quand les oscillogrammes enregistrés au point a) prouvent que des durées d'arc supérieures à $1,2/2 f$ s apparaissent, le nombre de manoeuvres de l'essai d'endurance tel que défini au point d) doit être augmenté de la quantité suivante:

$$\frac{2 S}{100} \times 50\,000$$

où:

S = nombre total de demi-périodes du courant d'arc qui dépassent $1,1/2 f$ s, au cours des 100 manoeuvres du point a) ci-dessus.

- d) Un essai d'endurance de 50 000 manoeuvres, augmenté s'il y a lieu du nombre de manoeuvres résultant du point c), doit être exécuté avec un courant correspondant au moins au courant traversant assigné maximal et à une tension d'échelon réduite. Cette tension sera déterminée pour que le courant coupé ne soit pas inférieur au courant apparaissant durant les manoeuvres à la tension d'échelon assignée correspondante; à plus forte raison, aucune interruption de courant ne doit se produire. Afin d'obtenir les conditions d'essai spécifiées, la valeur de l'impédance de passage sera modifiée d'une manière appropriée.
- e) Sans changement des contacts et de l'huile, 100 manoeuvres doivent être exécutées avec le courant traversant assigné maximal et à la tension d'échelon assignée correspondante, chaque manoeuvre étant enregistrée sur oscillographe. La comparaison de ces oscillogrammes avec ceux qui ont été pris lors des séquences de manoeuvres effectuées au point a) ne doit montrer aucune altération des caractéristiques de changeur de prises qui puisse mettre en danger la manoeuvre de l'appareil.

La suite des essais spécifiée ci-dessus est destinée à conduire pratiquement à la même usure des contacts que celle qui résulte de 50 000 manoeuvres sous le courant traversant assigné maximal et sous la tension d'échelon assignée correspondante.

8.2.1.2 Service duty test at reduced step voltage

A test at reduced step voltage may be performed under the following conditions:

- a) 100 operations at the maximum rated through-current and the relevant rated step voltage shall be performed with new contacts in clean transformer oil. Each operation shall be oscillographically recorded.
- b) When the oscillograms taken at a) indicate that no arcing time exceeds $1,2/2 f s$ (f being the rated frequency in hertz), then the number of operations of the service duty test as in d) shall be 50 000.
- c) When the oscillograms taken at a) indicate that arcing times in excess of $1,2/2 f s$ are occurring, then the number of operations of the service duty test as in d) shall be increased by the following amount:

$$\frac{2 S}{100} \times 50\,000$$

where:

S = total number of half-cycles of arcing current, in the 100 operations from Item a) above, which exceed $1,1/2 f s$.

- d) A service duty test of 50 000 operations, increased by the number of operations resulting from Item c) if applicable, shall be performed with a current not less than the maximum rated through-current and at reduced step voltage. This voltage shall be such that the switched current is not less than that occurring during operations at the relevant rated step voltage; furthermore, current chopping shall not occur. In order to obtain the specified test conditions, the value of the transition impedance shall be suitably modified.
- e) Without change of contacts or oil, 100 operations shall be performed at the maximum rated through-current and the relevant rated step voltage, each operation being oscillographically recorded. Comparison of these oscillograms with those taken in the series of operations under Item a) shall show no alteration in the characteristics of the tap-changer such as might endanger the operation of the apparatus.

The test sequence specified above is designed to give substantially the same contact erosion as would occur during 50 000 operations at maximum rated through-current and the relevant rated step voltage.

8.2.1.3 Essai d'endurance pour sélecteur en charge

Les essais peuvent être effectués soit suivant le paragraphe 8.2.1.1 ou suivant le paragraphe 8.2.1.2.

Quand les sélecteurs en charge utilisent le cycle de fonctionnement en fanion asymétrique et, compte tenu du fait que les courants de charge et de circulation avec leurs tensions de rétablissement propres sont vectoriellement soustractifs, les conditions de coupure les plus sévères du contact principal de coupure apparaissent à pleine charge et à vide (voir annexe A, tableau A1).

La majorité des transformateurs ne fonctionnent pas normalement à pleine charge en service et, en conséquence, il y a toujours une usure par arc dans des conditions de courants soustractifs. C'est pourquoi, pour approcher de plus près les conditions de service normales pendant l'essai, 25 000 manoeuvres seront effectuées dans les conditions de pleine charge et 25 000 manoeuvres seront effectuées à vide.

8.2.2 Essai de pouvoir de coupure

On doit effectuer 40 manoeuvres avec un courant égal à deux fois le courant traversant assigné maximal et sous tension d'échelon assignée correspondante.

Les oscillogrammes relevés pour chaque manoeuvre doivent montrer que la durée d'arc n'est en aucun cas de nature à compromettre le fonctionnement de l'appareil.

L'essai de pouvoir de coupure doit être effectué, si possible, avec une impédance de passage de mêmes caractéristiques ohmiques et thermiques que l'impédance utilisée en service. Si cela n'est pas possible, l'impédance utilisée en service sera essayée séparément dans les conditions du paragraphe 8.4.1, mais avec un courant égal à deux fois le courant traversant assigné maximal et cela une seule fois.

8.2.3 Circuits d'essais équivalents

Les essais prévus aux paragraphes 8.2.1.1, 8.2.1.2, 8.2.1.3 et 8.2.2 peuvent être effectués avec des circuits équivalents à condition qu'il soit prouvé que les conditions d'essais sont pratiquement équivalentes. Deux circuits d'essais équivalents, qu'il est possible d'utiliser, sont décrits dans l'annexe C.

8.3 Essai au courant de court-circuit

Tous les contacts de différents types parcourus en permanence par le courant doivent subir l'action de courants de court-circuit d'une durée de 2 s ($\pm 10\%$) chacun. Dans le cas de changeurs de prises immergés dans l'huile, l'essai sera effectué dans de l'huile de transformateur.

Pour les changeurs de prises triphasés, il est suffisant d'essayer les contacts d'une phase seulement, sauf spécification contraire.

Trois applications doivent être faites avec une pointe de courant initiale de 2,5 fois ($\pm 5\%$) la valeur efficace du courant d'essai de court-circuit. Les contacts ne doivent pas être déplacés entre ces applications.

8.2.1.3 *Service duty test for selector switches*

The tests may be performed as specified in either Sub-clause 8.2.1.1 or Sub-clause 8.2.1.2.

When selector switches are designed for asymmetrical pennant cycle switching, owing to the load and circulating currents together with their associated recovery voltages being vectorially subtractive, the most onerous switching duties for the main switching contact occur at full-load and at no-load (see Appendix A, Table A1).

In service, most transformers do not normally operate at full-load and, in consequence, there is always arc-erosion in the subtractive condition. Therefore, in order to approximate more closely to service conditions, the test shall be performed with 25 000 operations at full-load parameters and 25 000 operations at no-load parameters.

8.2.2 *Breaking capacity test*

Forty operations shall be performed at a current corresponding to twice the maximum rated through-current and at the relevant rated step voltage.

The oscillograms taken for each operation shall indicate that in no case is the arcing time such as to endanger the operation of the apparatus.

The breaking capacity test shall be performed, if possible, with a transition impedance of the same thermal and ohmic design as that to be employed in service. If this is not possible, the impedance as used in service shall be tested separately in accordance with Sub-clause 8.4.1, but with twice the maximum rated through-current for one operation only.

8.2.3 *Simulated test circuits*

The tests under Sub-clauses 8.2.1.1, 8.2.1.2, 8.2.1.3 and 8.2.2 may be performed with simulated circuits providing it is proven that the test conditions are substantially equivalent. Two simulated test circuits which are possible for use are described in Appendix C.

8.3 *Short-circuit current test*

All contacts of different design carrying current continuously shall be subject to short-circuit currents, each of 2 s ($\pm 10\%$) duration. In the case of oil-immersed tap-changers, the test shall be performed in transformer oil.

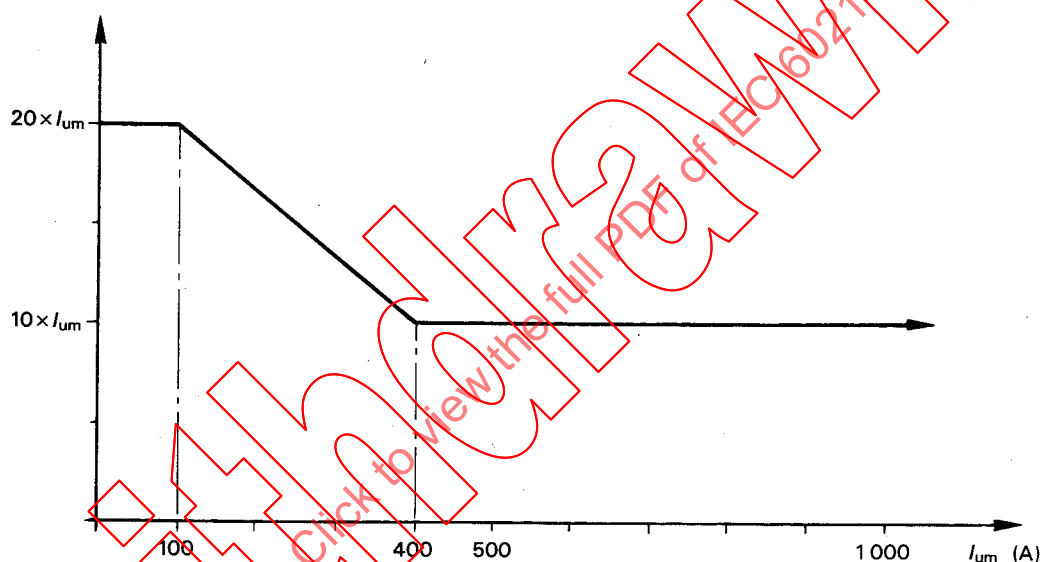
In the case of three-phase tap-changers, it is sufficient to test the contacts of one phase only unless otherwise specified.

Three applications shall be made with an initial peak current of 2.5 ($\pm 5\%$) times the r.m.s. value of the short-circuit test current. The contacts shall not be moved between these applications.

S'il n'y a pas d'enclencheur synchrone et s'il n'est pas possible d'obtenir l'application de trois court-circuits avec une pointe de courant initiale de 2,5 fois la valeur efficace, l'essai suivant peut être employé.

La valeur efficace du courant de l'essai en court-circuit peut être augmentée jusqu'à ce que la valeur de crête soit obtenue pour les trois applications et la durée de l'essai peut être réduite. Quand on utilise cette méthode, le produit du carré de la valeur augmentée du courant efficace par la durée réduite de l'essai ne doit pas être inférieur au produit du carré de la valeur assignée du courant efficace de court-circuit par deux secondes.

La figure 1 donne les valeurs du courant d'essai de court-circuit qui doivent être appliquées.



913/88

Figure 1 — Courant de court-circuit, donné en multiple du courant traversant assigné maximal.

La tension d'essai en circuit ouvert doit être au moins égale à 50 V.

A la fin de l'essai, les contacts ne doivent pas être endommagés au point d'empêcher d'effectuer correctement les manoeuvres suivantes à la valeur du courant assigné. Les autres parties parcourues par le courant ne doivent pas présenter de traces de déformations mécaniques permanentes.

8.4 Essai des impédances de passage

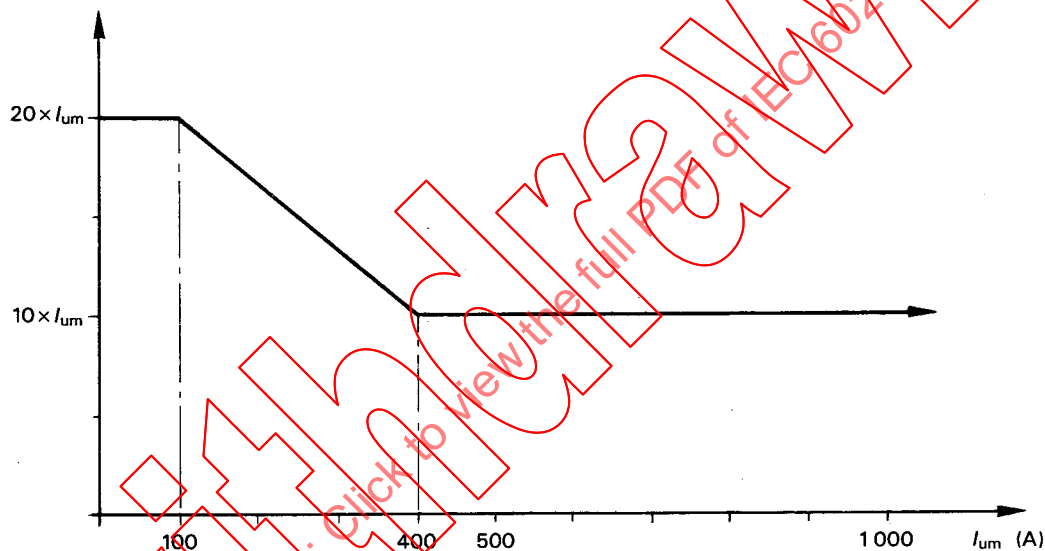
8.4.1 Résistances de passage

Pour satisfaire aux exigences de surcharge du point c) de l'article 2, l'essai doit être effectué à 1,5 fois le courant traversant assigné maximal et sous la tension d'échelon assignée correspondante.

When there are no facilities for point-on-wave switching and it is not possible to obtain three short-circuit applications with an initial peak current of 2.5 times the r.m.s. value, the following test may be used.

The r.m.s. value of the short-circuit test current may be increased so that the peak current is obtained for the three applications and the test duration reduced. When using this method, the product of the square of the increased r.m.s. current and the shorter test duration shall be not less than the product of the square of the rated short-circuit r.m.s. current and the two second duration.

The values of the short-circuit test current to be applied shall be as given in Figure 1.



913/88

Figure 1 - Short-circuit current as a multiple of the maximum rated through-current.

The open-circuit voltage for the test shall be at least 50 V.

At the conclusion of the test, the contacts shall not have been damaged so as to prevent continuing correct operation at rated current. Other current-carrying parts shall not show signs of permanent mechanical distortion.

8.4 Transition impedance test

8.4.1 Transition resistors

To meet the overload requirements of Item c) of Clause 2, the test shall be performed with 1.5 times the maximum rated through-current and at the relevant rated step voltage.

La résistance doit être montée comme elle l'est en service, dans le changeur de prises.

La résistance est mise sous tension par le fonctionnement du changeur de prises. Le nombre de manoeuvres doit être équivalent à la moitié d'un cycle de fonctionnement (voir paragraphe 4.14). Les manoeuvres doivent être ininterrompues, le mécanisme d'entraînement fonctionnant à vitesse normale.

La température de la résistance à la dernière manoeuvre doit être déterminée et notée.

L'échauffement au-dessus du milieu ambiant à 1,5 fois le courant traversant assigné maximal ne doit pas excéder 400 K pour les changeurs de prises dans l'air ou 350 K pour les changeurs de prises dans l'huile.

Cependant, la température des résistances et des parties en contact avec elles sera limitée à une valeur telle que les caractéristiques de l'ensemble ne soient pas dégradées.

S'il n'est pas possible de mesurer la température de la résistance de passage comme indiqué ci-dessus, on pourra utiliser la méthode donnée dans l'annexe B.

Note.- Dans les cas où le courant traversant assigné, ou la tension d'échelon assignée correspondante, est différent du courant traversant assigné maximal et de la tension d'échelon assignée correspondante, il est admis de calculer l'échauffement atteint par les résistances à partir des résultats de l'essai de type.

8.4.2 Bobines d'inductance de passage

Les bobines d'inductance de passage sont normalement essayées conformément à la spécification du transformateur avec lequel le changeur de prises est destiné à fonctionner.

Note.- Il y a lieu de prendre des précautions lors du calcul des bobines d'inductance de passage pour éviter de forts appels de courant lors de la commutation.

8.5 Essais mécaniques

8.5.1 Essai d'endurance mécanique

Si le changeur de prises est du type immergé dans l'huile, il devra être assemblé et rempli d'huile de transformateur propre, ou immergé dans une cuve d'essai remplie d'huile de transformateur propre et manoeuvré dans les conditions normales de service. Les contacts ne doivent pas être alimentés et la totalité de l'étendue de réglage doit être utilisée jusqu'à ce que 500 000 opérations de changements de prises soient exécutées. Au moins 50 000 opérations doivent être accomplies sur le présélecteur.

The resistor shall be mounted in the tap-changer as in service.

The resistor shall be loaded by operating the tap-changer. The number of operations shall be equivalent to one-half of an operation cycle (see Sub-clause 4.14). The operations shall be uninterrupted with the driving mechanism operating at its normal speed.

The temperature of the resistor at the final operation shall be recorded and determined.

The temperature rise above the surrounding medium at 1.5 times maximum rated through-current shall not exceed 400 K for air environment tap-changers or 350 K for oil environment tap-changers.

However, the temperature of resistors and of parts adjacent to them shall be limited to a value such that the characteristics of the assembly are not affected.

If it is not practicable to determine the temperature of the transition resistor according to the above, the method given in Appendix B may then be employed.

Note.— In cases where the rated through-current or the relevant rated step voltage is different from the maximum rated through-current and the relevant rated step voltage, it is permissible to calculate the thermal rating of the resistor from the results of the type test.

8.4.2 Transition reactors

Transition reactors are normally tested in accordance with the specification for the transformer with which the tap-changer is intended for use.

Note.— Precautions should be taken in the design of the transition reactors to avoid high inrush currents during switching.

8.5 Mechanical tests

8.5.1 Mechanical endurance test

If the tap-changer is of oil-immersed design, it shall be assembled and filled with clean transformer oil or immersed in a test tank filled with clean transformer oil, and operated as for normal service conditions. The contacts shall not be energized and the full range of tappings shall be utilized until 500 000 tap-change operations have been performed. At least 50 000 operations shall be carried out on the change-over selector.

Pour les changeurs de prises dont l'environnement est l'air, cet essai peut être effectué à la température ambiante. Pour les changeurs de prises dont l'environnement est l'huile, la moitié des opérations sera effectuée à une température égale ou supérieure à 75 °C et l'autre moitié à une température plus basse, par exemple durant les périodes d'échauffement ou de refroidissement, des cycles quotidiens de température pouvant être réalisés.

Dix oscillogrammes sans charge seront pris pour le commutateur et le sélecteur de prises ou le sélecteur en charge, et s'il y a lieu sur le présélecteur, au début et à la fin de l'essai d'endurance mécanique. La comparaison de ces enregistrements ne doit pas montrer de différence sensible.

Pour les deux types de changeurs de prises à environnement dans l'air et à environnement dans l'huile, 100 opérations seront effectuées à -25 °C sur le commutateur seul ou sur le sélecteur en charge, avec enregistrement oscillographique de la manoeuvre du commutateur ou du sélecteur en charge. La comparaison de ces oscillogrammes avec ceux qui ont été obtenus lors des essais effectués selon l'alinéa précédent doit prouver que l'appareil est adapté au service demandé.

Pendant l'essai, il ne doit être constaté ni défaut ni usure anormale des pièces mécaniques.

L'entretien normal prévu par les notices du constructeur peut être effectué durant cet essai.

Il est permis d'effectuer cet essai d'endurance mécanique séparément sur des commutateurs, sélecteurs en charge, sélecteurs de prises, ou autres parties du changeur de prises, pourvu que, dans chaque cas, l'essai reproduise mécaniquement les conditions de service normal.

8.5.2 *Essai de succession des opérations*

Un cycle complet de fonctionnement sera effectué avec le changeur de prises assemblé comme en service et rempli d'huile de transformateur propre s'il est du type immergé dans l'huile. Les temps successifs exacts des opérations de fonctionnement du sélecteur de prises, du présélecteur, du commutateur ou du sélecteur en charge seront enregistrés avec les contacts alimentés à la tension du dispositif d'enregistrement.

8.5.3 *Essai de tenue à la pression et au vide*

Des essais appropriés doivent être effectués sur l'enceinte et les traversées du changeur de prises pour démontrer les valeurs de tenue à la pression et au vide.

8.6 *Essais diélectriques*

8.6.1 *Généralités*

Les exigences diélectriques d'un changeur de prises dépendent de l'enroulement du transformateur auquel il est relié.

For air environment tap-changers, this test may be performed at ambient temperature. For oil environment tap-changers, half the number of operations shall be performed at a temperature of not less than 75 °C and half at a lower temperature, for example during the heating or cooling period, with daily temperature cycles being permitted.

Ten no-load oscillograms for the diverter switch and tap selector or the selector switch, and if applicable for the change-over selector, shall be taken at the start and finish of the mechanical endurance test. Comparison of these recordings shall show no significant difference.

For both air and oil environment tap-changers, 100 operations shall be performed at -25 °C with the diverter switch only or with a selector switch and the operation of the diverter switch or selector switch oscillographically recorded. Comparison of these oscillograms with those obtained in accordance with the previous paragraph shall show suitability for service.

During the test there shall be no failure or undue wear of the mechanical parts.

Normal servicing according to the manufacturer's handbook is permitted during the test.

It is permitted to perform this mechanical endurance test separately on diverter switches, selector switches, tap selectors, or other components of the tap-changer, provided that in each case the operation duplicates mechanically its normal service operation.

8.5.2 *Sequence test*

With the tap-changer assembled as in service and, if of oil-immersed design, in clean transformer oil, it shall be operated over one complete cycle of operations. With the contacts energized at the voltage of the recording equipment, the exact time sequence of operation of the tap selector, change-over selector, diverter switch or selector switch, as appropriate, shall be recorded.

8.5.3 *Pressure and vacuum tests*

Appropriate tests shall be performed on the compartment and bushings of the tap-changer to prove pressure and vacuum withstand values.

8.6 *Dielectric tests*

8.6.1 *General*

The dielectric requirements of a tap-changer depend on the transformer winding to which it is to be connected.

Le constructeur de transformateur est responsable non seulement du choix d'un changeur de prises de niveau d'isolement convenable, mais aussi du niveau d'isolement des connexions reliant le changeur de prises et les enroulements du transformateur.

Avant d'effectuer les essais décrits au paragraphe 8.6.3, les appareils du type immergés dans l'huile seront remplis d'huile de transformateur propre, ou immergés dans une cuve remplie d'huile de transformateur propre.

8.6.2 Classification

Pour faciliter le choix des essais diélectriques appropriés, les changeurs de prises doivent être classés selon le tableau 3.

Tableau 3 - Classe des changeurs de prises

Classe	Domaine d'emploi
I	Pour service au point neutre des enroulements
II	Pour service en tout autre emplacement que le point neutre des enroulements

8.6.3 Nature des essais

Le niveau d'isolement du changeur de prises doit être contrôlé par des essais diélectriques exécutés sur les distances d'isolement suivantes:

- 1) à la terre;
- 2) entre phases s'il y a lieu;
- 3) entre les premiers et derniers contacts du sélecteur de prises ou du sélecteur en charge et, s'il y a lieu, du présélecteur;
- 4) entre deux contacts quelconques électriquement voisins du sélecteur de prises ou du sélecteur en charge ou entre tous autres contacts suivant la disposition des contacts du changeur de prises;
- 5) entre les contacts du commutateur dans leur position finale d'ouverture.

8.6.4 Tensions d'essai

Classe I:

Pour l'essai 1), les tensions d'essai doivent être conformes aux valeurs appropriées du tableau 4. Pour les essais 2), 3), 4) et 5), les valeurs appropriées des tensions de tenue au choc de foudre et, s'il y a lieu, à fréquence industrielle pendant une courte durée, doivent être indiquées par le constructeur du changeur de prises.

The transformer manufacturer shall be responsible not only for selecting a tap-changer of the appropriate insulation level, but also for the insulation level of the connecting leads between the tap-changer and the windings of the transformer.

Apparatus of oil-immersed design shall be filled with clean transformer oil or immersed in a test tank filled with clean transformer oil before the tests detailed in Sub-clause 8.6.3 are performed.

8.6.2 Classification

To permit selection of appropriate voltage tests, tap-changers shall be classified according to Table 3.

Table 3 - Classes of tap-changers

Class	Application
I	For use at the neutral point of windings
II	For use at a position other than the neutral point of windings

8.6.3 Nature of tests

The insulation level of the tap-changer shall be proved by dielectric tests performed on the following insulation distances:

- 1) to earth;
- 2) between phases if applicable;
- 3) between the first and last contacts of the tap selector or selector switch and, where fitted, of the change-over selector;
- 4) between any two adjacent contacts of the tap selector or selector switch or any other contacts relevant to the tap-changer contact configuration;
- 5) between diverter switch contacts in their final open position.

8.6.4 Test voltages

Class I

For test 1), the test voltages shall preferably comply with appropriate values from Table 4. For tests 2), 3), 4) and 5), appropriate withstand values of lightning impulse voltage and if applicable of short-duration power-frequency voltage shall be declared by the manufacturer of the tap-changer.

Classe II:

Pour les essais 1) et 2), les tensions d'essai doivent être conformes aux valeurs appropriées du tableau 4. Pour les essais 3), 4) et 5), les valeurs appropriées des tensions de tenue au choc de foudre et, s'il y a lieu, à fréquence industrielle pendant une courte durée, doivent être indiquées par le constructeur du changeur de prises.

Tableau 4 - Niveaux d'isolement

Série I (d'après la pratique courante en dehors de l'Amérique du Nord)

Tension la plus élevée pour le matériel U_m (valeur efficace) (kV)	Tension assignée de tenue à fréquence industrielle pendant une courte durée (valeur efficace) (kV)	Tension assignée de tenue au choc de foudre (valeur crête) (kV)	Tension assignée de tenue au choc de manoeuvre (valeur crête) (kV)
24	50	125	
36	70	170	
52	95	250	
72,5	140	325	
123	230	550	
145	275	650	
170	325	750	
245	395	950	
300	460	1050	850
362	510	1175	950
420	630	1425	1050

Tableau 4 - Niveaux d'isolement

Série II (d'après la pratique courante en Amérique du Nord)

Tension la plus élevée pour le matériel U_m (valeur efficace) (kV)	Tension assignée de tenue à fréquence industrielle pendant une courte durée (valeur efficace) (kV)	Tension assignée de tenue au choc de foudre (valeur crête) (kV)	Tension assignée de tenue au choc de manoeuvre (valeur crête) (kV)
26,4	50	150	
36,5	70	200	
72,5	140	350	
123	230	550	
145	275	650	
170	325	750	
245	395	900	
300	460	1050	850
362	510	1175	950
420	630	1425	1050

Les valeurs du tableau 4 sont fondées sur l'article 5 de la Publication 76-3 de la CEI.

Class II:

For tests 1) and 2), test voltages shall preferably comply with the appropriate values from Table 4. For tests 3), 4) and 5), appropriate withstand values of lightning impulse voltage and if applicable of short-duration power-frequency voltage shall be declared by the manufacturer of the tap-changer.

Table 4 - Insulation levels

Series I (based on current practice other than in North America)

Highest voltage for equipment U_m (r.m.s.) (kV)	Rated short-duration power frequency withstand voltage (r.m.s.) (kV)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak) (kV)	Rated switching impulse withstand voltage (peak) (kV)
24	50	125	
36	70	170	
52	95	250	
72.5	140	325	
123	230	550	
145	275	650	
170	325	750	
245	395	950	
300	460	1050	850
362	510	1175	950
420	630	1425	1050

Table 4 - Insulation levels

Series II (based on current practice in North America)

Highest voltage for equipment U_m (r.m.s.) (kV)	Rated short-duration power frequency withstand voltage (r.m.s.) (kV)	Rated lightning impulse withstand voltage (peak) (kV)	Rated switching impulse withstand voltage (peak) (kV)
26.4	50	150	
36.5	70	200	
72.5	140	350	
123	230	550	
145	275	650	
170	325	750	
245	395	900	
300	460	1050	850
362	510	1175	950
420	630	1425	1050

The values in Table 4 are based on Clause 5 of IEC Publication 76-3.

8.6.5 Application des tensions d'essai

Pour les essais diélectriques, le changeur de prises sera assemblé, disposé et séché suivant une méthode analogue à celle qui sera utilisée en service. Toutefois, il n'est pas nécessaire de matérialiser les connexions qui relient le changeur de prises aux enroulements du transformateur. Les essais peuvent être réalisés sur des éléments constitutifs séparés, sous réserve de démontrer que l'on se trouve dans les mêmes conditions diélectriques.

Pour l'essai 1) et l'essai 2) effectués sur des changeurs de prises de la classe II, les parties sous tension de chaque phase seront court-circuitées et reliées à la source de tension ou à la terre comme il convient.

Lorsque le changeur de prises comporte un isolement extérieur par rapport à la terre, cet isolement extérieur sera contrôlé selon les essais correspondants de la Publication 137 de la CEI.

8.6.6 Essai de tension à fréquence industrielle

L'essai sera effectué avec une tension alternative monophasée, conformément à la Publication 60 de la CEI, à la valeur spécifiée. La durée de chaque application de tension sera de 60 s.

8.6.7 Essai au choc de foudre

La forme de l'onde utilisée pour les essais doit être la forme normalisée (1,2/50 μ s) définie par la Publication 60 de la CEI. Chaque essai comprendra trois applications de tension de polarité positive et trois applications de tension de polarité négative, à la valeur demandée.

8.6.8 Essai de choc de manœuvre

Cet essai concerne les changeurs de prises de la classe II situés à toute extrémité de ligne des transformateurs dont U_m est supérieure ou égale à 300 kV. Il doit être effectué entre parties actives et parties mises à la terre du changeur de prises. La configuration d'essai doit être fixée par le constructeur du changeur de prises. La forme de l'onde de choc et le déroulement de l'essai doivent être tels qu'ils sont spécifiés aux paragraphes 14.1 et 14.2 de la Publication 76-3 de la CEI. La valeur de la tension de choc doit être choisie à partir du tableau 4.

8.6.9 Mesure des décharges partielles

- a) Pour les changeurs de prises de la classe II, dont la tension la plus élevée pour le matériel, U_m^* , est supérieure ou égale à 145 kV et qui sont montés sur des autotransformateurs dont U_m est supérieure ou égale à 300 kV, un essai doit être effectué entre parties actives et parties mises à la terre.

La configuration d'essai doit être fixée par le constructeur du changeur de prises.

* U_m : voir le paragraphe 1.1 de la Publication 76-3 de la CEI.

8.6.5 *Application of test voltages*

For the voltage tests, the tap-changer shall be assembled, arranged and dried-out in a manner similar to that in service. It is not, however, necessary to include leads for connecting the tap-changer to the windings of a transformer. Tests may be performed on separate components provided it can be shown that the same dielectric conditions apply.

For test 1) and test 2) in the case of Class II tap-changers, the live parts of each phase shall be short-circuited and connected either to the voltage source or to the earth as appropriate.

Where the tap-changer incorporates external insulation to earth, this external insulation shall be proved in accordance with the relevant tests included in IEC Publication 137.

8.6.6 *Power-frequency voltage test*

The test shall be performed with a single-phase alternating voltage in accordance with IEC Publication 60, at the required value. The duration of each test application shall be 60 s.

8.6.7 *Lightning impulse voltage test*

The wave for the test shall be the standard 1.2/50 μ s impulse as defined in IEC Publication 60. Each test shall comprise three voltage applications of positive polarity and three of negative polarity, at the required value.

8.6.8 *Switching impulse test*

This test is applicable to tap-changers of Class II located at any line of transformers of U_m 300 kV and above. The test shall be made between live and earthed parts of the tap-changer. The test configuration shall be stated by the tap-changer manufacturer. The impulse shape and test sequence shall be as specified in Sub-clauses 14.1 and 14.2 of IEC Publication 76-3. The impulse voltage shall be selected from Table 4.

8.6.9 *Measurement of partial discharges*

- a) For Class II tap-changers at a highest voltage for equipment, U_m^* of 145 kV and above, installed in auto-transformers with U_m 300 kV and above, a test shall be made between live parts and earthed parts of the tap-changer.

The test configuration shall be stated by the tap-changer manufacturer.

* U_m : see Sub-clause 1.1 of IEC Publication 76-3.

L'essai doit être effectué avec une tension alternative monophasée, conformément à la Publication 60 de la CEI.

La séquence d'application de la tension d'essai doit être conforme à la figure 2. La tension doit être appliquée à un niveau ne dépassant pas le tiers de U_2 , augmentée jusqu'à U_2 , maintenue à cette valeur pendant une durée de 5 min, portée à U_1 , et maintenue à cette valeur pendant une durée de 5 s, réduite immédiatement jusqu'à U_2 , sans coupure, et maintenue à cette valeur pendant une durée de 30 min; la tension est ensuite réduite jusqu'à une valeur inférieure au tiers de U_2 puis coupée.

La durée de l'essai est indépendante de la fréquence de la tension d'essai.

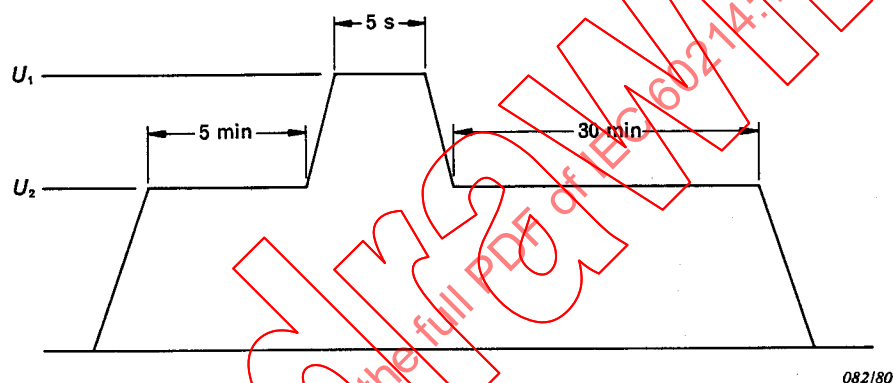


Figure 2 - Séquence d'application de la tension d'essai.

Pendant toute la durée d'application de la tension, les décharges partielles doivent être observées. La "charge apparente" q ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

U_1 doit être égale à $\sqrt{3} \times U_m / \sqrt{3} = U_m$

U_2 doit être égale à $1,5 U_m / \sqrt{3}$ avec valeur spécifiée de $q = 50 \text{ pC}$.

Note.- La valeur spécifiée de q est provisoire; elle est susceptible d'être revue, compte tenu de l'expérience acquise.

Les décharges partielles doivent être observées et mesurées comme indiqué ci-dessous. Des renseignements complémentaires sont donnés dans la Publication 270 de la CEI.

- Avant et après chaque application de la tension d'essai, le niveau de bruit de fond doit être noté.
- Le niveau de bruit de fond doit être inférieur à la moitié de la limite spécifiée pour la charge apparente q .
- Pendant l'augmentation de la tension jusqu'à U_2 et sa diminution à partir de U_2 , il convient de noter les valeurs des éventuelles tensions d'apparition et d'extinction des décharges.
- Une mesure doit être faite, et notée, pendant la première période à la tension U_2 .

The test shall be performed with a single-phase alternating voltage in accordance with IEC Publication 60.

The time sequence for the application of test voltage shall be as shown in Figure 2. The voltage shall be switched on at a level not higher than one-third of U_2 , raised to U_2 , held there for a duration of 5 min, raised to U_1 , held there for a duration of 5 s, immediately reduced again without interruption to U_2 , held there for a duration of 30 min, and reduced to a value below one-third of U_2 before switching off.

The duration of the test shall be independent of the test frequency.

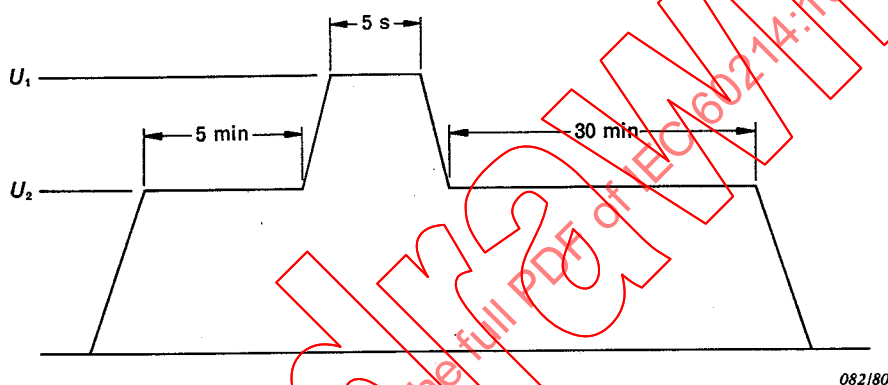


Figure 2 - Time sequence for the application of test voltage.

During the whole application of test voltage, partial discharges shall be monitored. The "apparent charge" q shall not be higher than the specified value.

U_1 shall be $\sqrt{3} \times U_m / \sqrt{3} = U_m$

U_2 shall be $1.5 U_m / \sqrt{3}$ with a specified value of $q = 50$ pC.

Note. The specified value of q is provisional and subject to review in the light of experience.

The partial discharges shall be observed and evaluated as follows. Further information may be obtained from IEC Publication 270.

- Before and after the application of test voltage, the background noise level shall be recorded.
- The background noise level shall be lower than half the specified limit for apparent charge q .
- During the raising of voltage up to level U_2 and reduction from U_2 down again, possible inception and extinction voltages should be noted.
- A reading shall be taken and noted during the first period at voltage U_2 .

- Les valeurs des décharges partielles pendant la courte application de la tension U_1 doivent être enregistrées, mais elles ne sont pas prises en compte pour la sanction.
- Pendant toute la durée de la deuxième période à la tension U_2 , le niveau des décharges partielles doit être observé en permanence et des mesures doivent être notées ou enregistrées de temps en temps.

L'essai est satisfaisant si:

- il n'y a pas d'effondrement de la tension d'essai;
- le niveau permanent de la "charge apparente" mesuré pendant les 29 dernières minutes de la période de 30 min à la tension U_2 , reste inférieur à la valeur limite spécifiée et n'évolue pas de façon sensible avec une croissance continue.

Si la mesure de la charge apparente dépasse temporairement la limite spécifiée puis revient à une valeur inférieure à ce niveau, l'essai peut continuer, sans être interrompu, jusqu'à ce qu'on ait constaté des mesures acceptables pendant 30 min à partir de cet instant. Il convient de négliger des pointes élevées se produisant occasionnellement.

Note. - La procédure d'essai ci-dessus équivaut à l'essai de décharges partielles spécifié au paragraphe 11.4 de la Publication 76-3 de la CEI.

b) Il n'y a pas lieu d'essayer les changeurs de prises de la classe I.

8.7 Certificat d'essais de type

Le certificat doit comprendre:

- a) tous les détails du dispositif d'essai utilisé (c'est-à-dire montage, disposition, séchage) avec des croquis explicatifs si nécessaire;
- b) tous les détails de tous les essais effectués conformément aux paragraphes 8.1 à 8.6;
- c) s'il y a lieu, tous les détails des dispositifs de limitation des surtensions transitoires (voir paragraphe 7.4).

9. Essais individuels

Les essais individuels suivants doivent être exécutés sur chaque changeur de prises terminé:

- essai mécanique (paragraphe 9.1);
- essai de succession des opérations (paragraphe 9.2);
- essai diélectrique des circuits auxiliaires (paragraphe 9.3);
- essais sous pression et au vide (paragraphe 9.4).

Note. - L'attention est attirée sur les essais qu'il convient d'effectuer sur le changeur de prises après montage sur le transformateur suivant les détails donnés au paragraphe 8.8 de la Publication 76-1 de la CEI.

- Partial discharge values during the short application of voltage U_1 have to be recorded but are not used for judgement.
- During the whole of the second period at voltage U_2 , the partial discharge level shall be continuously observed and readings at intervals noted or recorded.

The test is successful if:

- no collapse of the test voltage occurs;
- the continuous level of "apparent charge" during the last 29 minutes of the 30 min application of voltage U_2 remains below the specified limit and does not show a significant, steadily rising trend.

If the apparent charge reading rises above the specified limit for a significant time and then returns below this level again, the test may continue without interruption until acceptable readings have been obtained for 30 min. Occasional high kicks should be disregarded.

Note.— The above test procedure is equivalent to the partial discharge test specified in Sub-clause 11.4 of IEC Publication 76-3.

b) The test is not required on Class I tap-changers.

8.7 Type-test certificate

The certificate shall include:

- a) full details of the test arrangements adopted (e.g. assembly, arrangement and drying out) with explanatory sketches as necessary;
- b) full details of all tests applied in accordance with Sub-clauses 8.1 to 8.6;
- c) full details of limiting devices for transient overvoltages, where appropriate (see Sub-clause 7.4).

9. Routine tests

The following routine tests shall be performed on each completed tap-changer:

- mechanical test (Sub-clause 9.1);
- sequence test (Sub-clause 9.2);
- auxiliary circuits insulation test (Sub-clause 9.3);
- pressure and vacuum tests (Sub-clause 9.4).

Note.— Attention is drawn to tests to be carried out on tap-changers after assembly on transformers, which are detailed in Sub-clause 8.8 of IEC Publication 76-1.

9.1 Essai mécanique

Le changeur de prises étant complètement assemblé, mais les contacts n'étant pas alimentés, dix cycles de fonctionnement complets doivent être effectués sans incident.

9.2 Essai de succession des opérations

Pendant le déroulement de l'essai mécanique individuel suivant le paragraphe 9.1, on procédera à l'enregistrement de la succession des opérations du changeur de prises, cet enregistrement étant fait sous forme d'oscillogrammes pour le commutateur ou le sélecteur en charge. Les résultats de ces enregistrements devront être pratiquement comparables à ceux qui ont été obtenus au cours des essais de succession des opérations du paragraphe 8.5.2.

9.3 Essai diélectrique des circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires du changeur de prises doivent supporter sans incident une tension d'essai à fréquence industrielle de 2 kV appliquée pendant 1 min entre toutes les bornes sous tension et le châssis.

9.4 Essais sous pression et au vide

Tous les compartiments contenant de l'huile doivent être soumis aux essais sous pression et au vide, aux valeurs déclarées par le constructeur.

10. Plaque indicatrice

Chaque changeur de prises sera muni d'une plaque indicatrice en matériau résistant aux intempéries, placée dans une position visible et portant au moins les indications ci-dessous. Les inscriptions doivent être faites d'une façon indélébile (par exemple gravure chimique, gravure mécanique ou poinçonnage):

- a) numéro et année de la norme nationale et/ou de cette norme de la CEI;
- b) nom du constructeur;
- c) numéro de série du constructeur;
- d) désignation du type du constructeur;
- e) année de fabrication.

SECTION QUATRE - PRESCRIPTIONS POUR LES MECANISMES D'ENTRAINEMENT A MOTEUR POUR CHANGEURS DE PRISES EN CHARGE

11. Conception et construction

11.1 Conformité des composants aux normes de la CEI

Sauf spécification contraire, les composants des mécanismes d'entraînement à moteur devront être conformes aux normes correspondantes de la CEI.

9.1 *Mechanical test*

With the tap-changer fully assembled but without the contacts energized, ten complete cycles of operation shall be performed without failure.

9.2 *Sequence test*

During the routine mechanical test under Sub-clause 9.1, a sequence of operations of the tap-changer shall be recorded, the operation of the diverter switch or selector switch being recorded oscillographically. The results of this recording shall be substantially in agreement with those of the sequence type test from Sub-clause 8.5.2.

9.3 *Auxiliary circuits insulation test*

The tap-changer auxiliary circuits shall withstand without failure a power-frequency test voltage of 2 kV applied for 1 min between all live terminals and the frame.

9.4 *Pressure and vacuum tests*

All oil-containing compartments shall be tested at the pressure and vacuum declared by the manufacturer.

10. *Nameplate*

Each tap-changer shall be provided with a nameplate of weather-proof material fitted in a visible position showing at least the items indicated below. The entries shall be indelibly marked (e.g. by etching, engraving or stamping):

- a) number and year of the national standard and/or of this IEC standard;
- b) manufacturer's name;
- c) manufacturer's serial number;
- d) manufacturer's type designation;
- e) year of manufacture.

SECTION FOUR - REQUIREMENTS FOR MOTOR-DRIVE MECHANISMS FOR ON-LOAD TAP-CHANGERS

11. *Design and construction*

11.1 *Compliance of component parts with IEC standards*

Unless otherwise specified, component parts of motor-drive mechanisms shall comply with the relevant IEC standards.

11.2 *Variation admissible de l'alimentation des auxiliaires*

Le moteur d'entraînement et le dispositif de contrôle du mécanisme d'entraînement à moteur doivent être conçus pour pouvoir fonctionner correctement entre les limites de 85% à 110% de la tension assignée et de 90% à 105% de la fréquence assignée pour le courant alternatif et de 80% à 110% de la tension assignée pour le courant continu.

11.3 *Dispositif de marche cran par cran*

Le schéma du dispositif de marche cran par cran doit être conçu de manière à ne permettre qu'un seul changement de tension dans le cas où les ordres sont maintenus, immédiatement répétés ou simultanés en provenance de différentes origines lors d'un changement de position de réglage. Cette exigence s'applique aussi dans le cas de défauts à la terre ou de rupture d'un fil de commande.

11.4 *Indicateur de position de réglage*

- 1) La position du changeur de prises sera indiquée sur le mécanisme d'entraînement à moteur par un dispositif fonctionnant mécaniquement. Cette indication de position sera visible à travers un hublot lorsque l'armoire du mécanisme d'entraînement à moteur est fermée.
- 2) Sur demande, un émetteur électrique de position à distance peut être fourni pour indiquer la position du changeur de prises dans la salle de commande.

11.5 *Indication du changement de prises en cours*

Sur demande, un dispositif adapté peut être installé pour permettre d'indiquer à distance que le mécanisme d'entraînement à moteur est en train d'effectuer un changement de position.

11.6 *Dispositifs de fin de course*

Tous les mécanismes d'entraînement à moteur seront munis de dispositifs de fin de course à la fois électriques et mécaniques. Les contacts du dispositif électrique seront branchés à la fois dans les circuits de commande et dans ceux du moteur.

11.7 *Dispositifs de marche en parallèle*

La fourniture de ces dispositifs doit faire l'objet d'un accord, l'acheteur étant responsable de la fourniture des renseignements nécessaires à une spécification correcte.

11.8 *Protection du sens de marche*

Sur demande, un dispositif pour empêcher le fonctionnement dans le mauvais sens d'un moteur triphasé peut être fourni après accord entre le constructeur et l'acheteur.

11.9 *Dispositif de blocage sur surintensité*

Si les conditions d'utilisation du transformateur l'exigent, ce dispositif peut être installé après accord entre le constructeur et l'acheteur.

11.2 *Permissible variation of auxiliary supply*

The driving motor and the electrical control of the motor-drive mechanism shall be designed to operate satisfactorily within the limits of 85% to 110% of rated voltage and 90% to 105% of rated frequency for an a.c. voltage and between 80% and 110% of rated voltage for a d.c. voltage.

11.3 *Step-by-step control*

The step-by-step circuit shall be designed in such a way as to operate the tap-changer by one complete voltage step only in the case of signals which may be continuous or immediately repetitive as well as simultaneous from separate sources within one tap-change operation. This requirement applies also in the case of earth faults or interruption of a control wire.

11.4 *Tap position indicator*

- 1) The position of the tap-changer shall be indicated on the motor-drive mechanism by means of a mechanically operated device. This tap position shall be visible through an inspection window while the motor-drive cubicle is closed.
- 2) If required, an electrical remote position transmitter may be provided for indicating the tap-changer position in the control room.

11.5 *Tap-change in progress indication*

If required, a suitable device may be fitted to operate a means of indicating at a remote point that the motor-drive mechanism is performing a tap-change operation.

11.6 *Limiting devices*

All motor-drive mechanisms shall be provided with both electrical and mechanical limiting devices. The contacts of the electrical limiting device shall be connected into the control and motor circuits.

11.7 *Parallel control devices*

Provision of the necessary devices is to be agreed, the purchaser being responsible for ensuring that the correct requirements are specified.

11.8 *Direction of rotation protection*

If required, a device for prevention of incorrect rotation of three-phase motors may be fitted by agreement between manufacturer and purchaser.

11.9 *Overcurrent blocking device*

If required by the operational conditions of the transformer, this device may be fitted by agreement between manufacturer and purchaser.

11.10 Dispositif de redémarrage

Sur demande, un dispositif électrique et/ou mécanique peut être fourni, qui complètera, après une interruption éventuelle de la tension d'alimentation, une opération de changement de prises déjà amorcée.

11.11 Compteur de manoeuvres

Un compteur à six chiffres sera fourni.

11.12 Fonctionnement manuel du mécanisme d'entraînement à moteur

Une manivelle amovible doit être fournie pour permettre le fonctionnement manuel du changeur de prises, avec un dispositif de blocage du moteur agissant avant la mise en place effective de la manivelle sur l'axe d'entraînement à main.

Le sens de rotation doit être indiqué à proximité du point de mise en place de la manivelle ainsi que le nombre de tours de manivelle nécessaires pour effectuer une opération de changement de prises.

Note.- La conception du mécanisme doit permettre la commande à main par un homme, sans effort anormal. On estime que cette condition est remplie si le couple maximal à appliquer à la manivelle ne dépasse pas 50 Nm.

11.13 Armoire du mécanisme d'entraînement à moteur

Le niveau de protection de l'armoire du mécanisme d'entraînement à moteur doit être conforme au degré IP44 suivant la Publication 144 de la CEI. Des moyens appropriés devant être utilisés pour prévenir la condensation.

Sur demande, d'autres degrés de protection suivant la Publication 144 de la CEI pourront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

12. Essais de type

12.1 Essai de tenue mécanique

L'arbre de sortie du mécanisme d'entraînement à moteur doit être soumis à la charge du plus gros changeur de prises pour lequel il a été conçu ou à une charge représentative équivalente déterminée par les conditions de service: 500 000 manoeuvres doivent être effectuées avec cette charge sur toute l'étendue de prises.

Note.- Un dispositif de refroidissement supplémentaire du moteur peut être utilisé pendant l'essai.

Durant cet essai, 10 000 manoeuvres seront effectuées à la tension minimale et 10 000 manoeuvres seront effectuées à la tension maximale, ces tensions étant celles définies au paragraphe 11.2. On effectuera également 100 manoeuvres à une température de -25 °C.

11.10 *Restarting device*

If required, an electrical and/or mechanical device may be provided which after a possible interruption of the supply voltage will complete a tap-change operation once it has been initiated.

11.11 *Operation counter*

A six-figure counter shall be provided.

11.12 *Manual operation of the motor-drive mechanism*

A removable crank shall be provided for manual operation of the tap-changer, with blocking of the motor-drive taking place before actual engagement of the crank with the manual operating shaft.

The direction of rotation shall be indicated adjacent to the hand crank engagement point and the number of crank rotations required for one tap-change operation shall be given.

Note.— The design of the mechanism should permit manual operation by one man without undue effort. It can be assumed that this condition is satisfied if the maximum torque which has to be applied to the crank handle does not exceed 50 Nm.

11.13 *Motor-drive cubicle*

The motor-drive cubicle shall meet the protection requirements of IP44 according to IEC Publication 144 and shall be protected against condensation by suitable means.

If required, other degrees of protection according to IEC Publication 144 may be agreed between manufacturer and purchaser.

12. *Type tests*

12.1 *Mechanical load test*

The motor-drive mechanism output shaft shall be loaded by the largest tap-changer for which it is designed or by an equivalent simulated load, based on service conditions; at such a load, 500 000 operations shall be performed across the whole tapping range.

Note.— Additional cooling of the motor-drive is permissible during this test.

During this test 10 000 operations shall be performed at the minimum voltage and 10 000 operations at the maximum voltage as specified in Sub-clause 11.2. Also, 100 operations shall be performed at a temperature of -25 °C.

Durant cet essai, on vérifiera que le fonctionnement est correct et conforme aux prescriptions du point 1), du paragraphe 11.4 et des paragraphes 11.6, 11.10, 11.11 et 11.12.

L'essai doit s'accomplir sans incident et sans usure anormale des parties mécaniques.

L'entretien normal prévu par la notice du constructeur peut être effectué pendant l'essai.

Pendant cet essai, le système de chauffage du mécanisme d'entraînement à moteur doit être coupé.

12.2 *Essai de dépassement des positions extrêmes*

Il doit être prouvé que, dans le cas d'un défaut des interrupteurs électriques de fin de course, les dispositifs de fin de course mécaniques empêchent des manoeuvres au-delà des positions extrêmes dans le cas d'un changement de position par la commande électrique et que le mécanisme d'entraînement à moteur n'est endommagé ni électriquement ni mécaniquement.

12.3 *Degré de protection de l'armoire du mécanisme d'entraînement à moteur*

Lorsque ces prescriptions sont applicables, l'armoire du mécanisme d'entraînement à moteur est essayée d'après les prescriptions de la Publication 144 de la CEI.

13. **Essais individuels**

13.1 *Essais mécaniques*

- 1) Dix cycles de fonctionnement en commande électrique seront exécutés sans incident par le mécanisme d'entraînement à moteur placé dans les conditions de service ou soumis à une charge représentative équivalente. Durant cet essai, on vérifiera que le fonctionnement est correct et conforme aux prescriptions de l'article 11 quand elles s'appliquent.
- 2) A la suite de l'essai selon le point 1) ci-dessus, on effectuera sans incident deux autres cycles de fonctionnement, l'un au niveau minimal, l'autre au niveau maximal de la tension assignée des auxiliaires.

Note. - Les essais mécaniques peuvent être effectués séparément sur le mécanisme d'entraînement à moteur ou conformément au paragraphe 9.1.

13.2 *Essai diélectrique des circuits auxiliaires*

Les circuits auxiliaires, sauf le moteur et les autres éléments qui sont essayés à des tensions d'essais inférieures suivant les normes de la CEI correspondantes, devront supporter une tension de 2 kV à fréquence industrielle appliquée pendant 1 min entre toutes les bornes sous tension et le châssis.

The correct functioning of the devices covered by Sub-clauses 11.4, Item 1), 11.6, 11.10, 11.11 and 11.12 shall be verified during this test.

The test shall be completed without failure or any undue wear of the mechanical parts.

Normal servicing according to the manufacturer's handbook is permitted during the test.

During this test the heating system of the motor-drive mechanism shall be switched off.

12.2 *Overrun test*

It shall be demonstrated that in the event of a failure of the electrical limit switches, the mechanical end stops prevent operation beyond the end positions when a motorized tap-change is performed and that the motor-drive mechanism will not suffer either electrical or mechanical damage.

12.3 *Degree of protection of motor-drive cubicle*

When applicable, the motor-drive cubicle shall be tested in accordance with IEC Publication 144.

13. *Routine tests*

13.1 *Mechanical tests*

- 1) The motor-drive mechanism in the service condition or with an equivalent simulated load shall be operated electrically for ten cycles of operation without failure. During this test, correct functioning in accordance with any requirements of Clause 11, where relevant, shall be checked.
- 2) After the test under Item 1) above, two further cycles of operation shall be performed, one at the minimum and one at the maximum level of the rated voltage of the auxiliary supply, also without failure.

Note.— The mechanical tests may be performed on the motor-drive mechanism separately or as under Sub-clause 9.1.

13.2 *Auxiliary circuits insulation test*

Auxiliary circuits, except the motor and other elements which are to be tested with lower test voltages according to the appropriate IEC standards, shall withstand a power-frequency voltage of 2 kV applied for 1 min between all live terminals and the frame.

14. Plaque indicatrice

Chaque mécanisme d'entraînement à moteur sera muni d'une plaque indicatrice en matériau résistant aux intempéries, placée dans une position visible et portant les indications ci-dessous. Les inscriptions doivent être faites d'une façon indélébile (par exemple gravure chimique, gravure mécanique ou poinçonnage):

- a) numéro et année de la norme nationale et/ou de cette norme de la CEI;
- b) nom du constructeur;
- c) numéro de série et désignation du type du constructeur;
- d) année de fabrication;
- e) tension assignée et fréquence assignée du moteur électrique;
- f) tension assignée et fréquence assignée de l'équipement de contrôle et de commande;

Note pour les points e) et f).— Dans le cas d'alimentation en courant continu, le symbole — sera utilisé à la place de l'indication de la fréquence assignée.

- g) nombre de positions de réglage de service.

14. Nameplate

Each motor-drive mechanism shall be provided with a nameplate of weatherproof material, fitted in a visible position showing the appropriate items indicated below. The entries shall be indelibly marked (e.g. by etching, engraving or stamping):

- a) number and year of the national standard and/or of this IEC standard;
- b) manufacturer's name;
- c) manufacturer's serial number and type designation;
- d) year of manufacture;
- e) rated voltage and rated frequency for the electric motor;
- f) rated voltage and rated frequency for the control equipment;

Note to Items e) and f).— In the case of direct current supply, the symbol **— —** should be used instead of the indication of the rated frequency.

- g) number of service tapping positions.

ANNEXE A

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT CONCERNANT UNIQUEMENT LES CHANGEURS DE PRISES A RESISTANCES DE PASSAGE

(Section trois, paragraphe 8.2)

A1. Définitions complémentaires

A1.1 Cycle de fonctionnement en drapeau*

Méthode d'exécution d'une opération de changement de prises dans laquelle le courant traversant est commuté des contacts principaux avant que le courant de circulation ne s'établisse.

Note. - Ce cycle exige que la sortie du courant traversant soit au point milieu de l'impédance de passage lorsque celle-ci est parcourue par le courant de circulation.

A1.2 Cycle de fonctionnement en fanion symétrique*

Méthode d'exécution d'une opération de changement de prises dans laquelle le courant de circulation s'établit avant que le courant traversant ne soit commuté des contacts principaux.

Note. - Ce cycle exige que la sortie du courant traversant soit au point milieu de l'impédance de passage lorsque celle-ci est parcourue par le courant de circulation.

A1.3 Cycle de fonctionnement en fanion asymétrique*

Méthode d'exécution d'une opération de changement de prises dans laquelle, pour un sens du mouvement de commutateur, le courant de circulation s'établit avant que le courant traversant ne soit commuté des contacts principaux, alors que dans l'autre sens du mouvement le courant traversant est commuté avant que le courant de circulation ne s'établisse.

Notes 1. - Ce cycle exige que la sortie du courant traversant soit établie à une extrémité de l'impédance de passage lorsque celle-ci est parcourue par le courant de circulation.

2.- Les changeurs de prises utilisant le cycle de fonctionnement en fanion asymétrique sont normalement utilisés pour des charges circulant dans un seul sens.

* L'origine de l'appellation "cycle de fonctionnement en drapeau" et "cycle de fonctionnement en fanion" provient de la forme du diagramme vectoriel qui explicite les tensions secondaires du transformateur lors du passage d'une prise à la prise voisine. Dans le "cycle de fonctionnement en drapeau" la variation de tension comprend quatre étapes tandis que dans le "cycle de fonctionnement en fanion" il n'apparaît que deux étapes (voir figures A1 à A3).

APPENDIX A

SUPPLEMENTARY INFORMATION ON SWITCHING DUTY
RELATING TO TAP-CHANGERS WITH RESISTOR TRANSITION ONLY

(Section Three, Sub-clause 8.2)

A1. Additional definitions

A1.1 *Flag cycle**

A method of performing a tap-change operation in which the through-current is diverted from the main contacts before the circulating current starts to flow.

Note.— This cycle requires that the through-current connection is at the midpoint of the transition impedance when this is carrying the circulating current.

A1.2 *Symmetrical pennant cycle**

A method of performing a tap-change operation in which the circulating current starts to flow before the through-current is diverted from the main contacts.

Note.— This cycle requires that the through-current connection is at the midpoint of the transition impedance when this is carrying the circulating current.

A1.3 *Asymmetrical pennant cycle**

A method of performing a tap-change operation in which, in one direction of movement of the switch, the circulating current starts to flow before the through-current is diverted from the main contacts, while in the other direction of movement the through-current is diverted before the circulating current starts to flow.

Notes 1.— This cycle requires that the through-current connection is at one end of the transition impedance when this is carrying circulating current.

2.— Tap-changers employing the asymmetrical pennant cycle are normally used with load flow in one direction only.

* The derivation of the designations "flag cycle" and "pennant cycle" arises from the appearance of the vector diagrams showing the change in output voltage of the transformer in moving from one tapping to the adjacent one. In the "flag cycle" the change of voltage comprises four steps, while in the "pennant cycle" only two steps occur (see Figures A1 to A3).

A2. Conditions de fonctionnement des contacts principaux et des contacts de passage

A2.1 Le tableau A1 montre les dispositions de principe des contacts utilisées pour les cycles de fonctionnement en drapeau et en fanion dans les commutateurs et les sélecteurs en charge. Pour chaque fonction, une seule paire de contacts a été représentée alors qu'en pratique cette paire de contacts peut représenter un jeu de contacts.

A2.2 Le tableau A1 donne également le nombre d'opérations de commutations de circuit exécutées, ainsi que les conditions de fonctionnement de chaque paire de contacts pour chaque combinaison de courant coupé et de tension de rétablissement durant un nombre de cycles de fonctionnement correspondant à N opérations de changement de prises.

A2.3 Dans les expressions du courant et de la tension du tableau A1 les signes + et - indiquent des additions et soustractions vectorielles et non pas algébriques. Les conditions de fonctionnement des contacts sont par conséquent affectées par le facteur de puissance de la charge du transformateur qui détermine l'angle de phase entre le courant traversant I et la tension d'échelon E . Le tableau A2 montre l'influence du facteur de puissance de la charge sur les conditions de fonctionnement des différents contacts.

A2.4 Si l'impédance de passage est divisée en deux parties, celles-ci sont supposées être égales entre elles et à la valeur R .

A2.5 Les dispositions montrées ne sont pas limitatives; d'autres dispositions existent et sont utilisées, par exemple les cycles de fonctionnement à résistances multiples qui sont une extension soit du cycle de fonctionnement en drapeau, soit du cycle de fonctionnement en fanion.

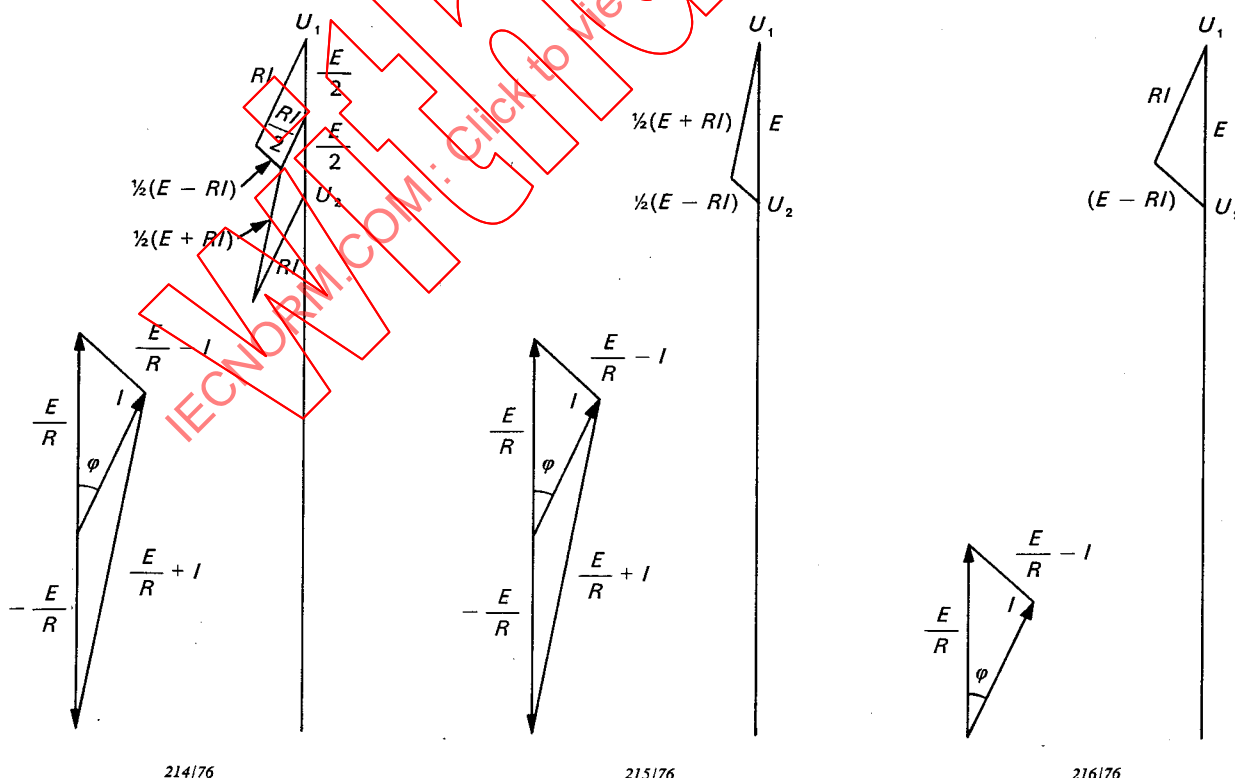


Figure A1 - Cycle de fonctionnement en drapeau

Figure A2 - Cycle de fonctionnement en fanion symétrique

Figure A3 - Cycle de fonctionnement en fanion asymétrique