

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 353

Première édition — First edition

1971

Circuits-bouchons

Line traps



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60353:1971

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

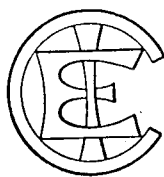
Publication 353

Première édition — First edition

1971

Circuits-bouchons

Line traps



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
SECTION UN – GÉNÉRALITÉS	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Conditions de service	6
4. Prescriptions complémentaires	8
SECTION DEUX – DÉFINITIONS	
5. Définitions générales	8
6. Définitions relatives au blocage	8
7. Courants	10
SECTION TROIS – PRESCRIPTIONS	
8. Prescriptions générales	12
9. Prescriptions relatives au blocage	12
10. Prescriptions relatives au service permanent	12
11. Tenue aux courts-circuits	14
12. Inductance de la bobine principale	14
13. Niveau d'isolement	14
14. Résistance à la traction des organes de suspension	16
SECTION QUATRE – MARQUES ET INDICATIONS	
15. Plaque signalétique de la bobine principale	16
16. Plaque signalétique du dispositif d'accord	18
17. Plaque signalétique du dispositif de protection	18
SECTION CINQ – ESSAIS	
18. Conditions générales	18
19. Essais de type	18
20. Essais individuels	22
ANNEXE – Valeurs recommandées	26
FIGURES	28

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE – GENERAL	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Service conditions	7
4. Supplementary requirements	9
SECTION TWO – DEFINITIONS	
5. General	9
6. Blocking terms	9
7. Currents	11
SECTION THREE – REQUIREMENTS	
8. General requirements	13
9. Blocking requirements	13
10. Continuous service requirements	13
11. Ability to withstand short-circuit	15
12. Inductance of the main coil	15
13. Insulation level	15
14. Tensile strength of the suspension system	17
SECTION FOUR – RATING PLATES	
15. Rating plate of main coil	17
16. Rating plate of tuning device	19
17. Rating plate of protective device	19
SECTION FIVE – TESTS	
18. General conditions	19
19. Type tests	19
20. Routine tests	23
APPENDIX – Recommended values	27
FIGURES	28

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CIRCUITS-BOUCHONS

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 57 de la CEI : Systèmes à courants porteurs pour lignes de transport d'énergie. Elle est basée sur un rapport du Comité d'Etudes N° 14 de la CIGRE daté de février 1962.

Des projets furent discutés lors des réunions tenues à Bruxelles en 1966 et à Prague en 1967. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1969.

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

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pologne
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
France	Union des Républiques Socialistes
Israël	Soviétiques
Italie	

Le Comité national suédois a émis un vote négatif parce que certains des essais préconisés (voir articles 13 et 19) impliquent la mesure de tensions d'ondes de choc dont la durée du front de $0,05 \mu\text{s}$ à $0,2 \mu\text{s}$ n'est pas compatible avec les méthodes de mesure reconnues et l'exactitude requise par la Publication 60 (1962) de la CEI.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LINE TRAPS

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

PREFACE

This Recommendation has been prepared by IEC Technical Committee No. 57, Power Line Carrier Systems. It is based on a report of CIGRE Study Committee No. 14, dated February 1962.

Drafts were discussed at the meetings held in Brussels in 1966 and in Prague in 1967. As a result of this latter meeting, a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Norway
Belgium	Poland
Czechoslovakia	Switzerland
Denmark	Turkey
Finland	Union of Soviet Socialist Republics
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Israel	
Italy	

The Swedish National Committee has cast a negative vote because certain tests specified (Clauses 13 and 19) would involve measurement of impulse voltages with a front time of 0.05 μ s to 0.2 μ s, which is not compatible with recognized measuring techniques and accuracy according to IEC Publication 60 (1962).

CIRCUITS-BOUCHONS

SECTION UN – GÉNÉRALITÉS

1. **Domaine d'application**

Cette recommandation s'applique aux circuits-bouchons insérés dans les lignes à haute tension pour éviter toute perte excessive de puissance des signaux à courants porteurs, quelle que soit la configuration du réseau. Elle s'applique aux circuits-bouchons dont la bobine principale est conçue comme une inductance à air monophasée, du type sec, à refroidissement naturel par air.

Cette recommandation ne s'applique pas aux bobines d'inductance telles que les inductances série qui sont raccordées aux réseaux à haute tension pour d'autres usages.

2. **Objet**

L'objet de cette recommandation est d'établir des définitions, des prescriptions, des méthodes d'essai et de spécifier des valeurs nominales pour les circuits-bouchons.

3. **Conditions de service**

Cette recommandation donne des prescriptions détaillées pour l'emploi dans les conditions suivantes.

3.1 *Conditions normales*

Les conditions normales de service doivent être celles correspondant à l'emploi à l'extérieur. Les circuits-bouchons doivent assurer leur rôle, qu'ils soient exposés au soleil, à la pluie, au brouillard, à la grêle, au givre, à la neige, à la glace, etc. Dans le cas de conditions atmosphériques sévères telles qu'embruns, pollution industrielle, etc., un accord spécial devra intervenir entre constructeur et utilisateur.

3.2 *Altitude*

Altitude inférieure à 1 000 m.

3.3 *Température du milieu de refroidissement*

Sauf convention contraire établie entre constructeur et utilisateur, la température de l'air doit être comprise entre -25°C et $+40^{\circ}\text{C}$ et ne doit pas dépasser en moyenne:

+ 30°C pour la moyenne journalière;

+ 20°C pour la moyenne annuelle.

3.4 *Fréquence du réseau*

La valeur nominale de la fréquence du réseau est comprise entre zéro (courant continu) et 60 Hz inclusivement.

3.5 *Forme d'onde*

Pour les réseaux à courant alternatif, la forme d'onde du courant et de la tension à la fréquence du réseau est pratiquement sinusoïdale.

3.6 *Fréquence des courants porteurs*

La bande de fréquences des courants porteurs à l'intérieur de laquelle le circuit-bouchon répond aux prescriptions de blocage spécifiées fait l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

3.7 *Dispositions au cas où les conditions de service excèdent les valeurs normales*

Des recommandations complémentaires, lorsque l'altitude d'emploi dépasse celle fixée au paragraphe 3.2 ou que la température de l'air dépasse celle fixée au paragraphe 3.3, sont données aux articles 10 et 13.

LINE TRAPS

SECTION ONE – GENERAL

1. Scope

This Recommendation applies to line traps inserted into high-voltage transmission lines to prevent undue loss of carrier signal for all power system conditions. It refers to line traps in which the main coil is designed as a single-phase, air-cored inductor of dry type with natural air cooling.

This Recommendation does not apply to inductors, for example series reactors, which are connected to high-voltage transmission systems for other purposes.

2. Object

The object of this Recommendation is to establish definitions, requirements, methods of test and ratings for line traps.

3. Service conditions

This Recommendation gives detailed requirements for use under the following conditions.

3.1 Standard conditions

The standard conditions shall be those for outdoor service. Line traps shall be capable of their function whether exposed to sunshine, rain, fog, hail, frost, snow, ice, etc. Severe atmospheric conditions such as salt spray, industrial pollution, etc., should be covered by special agreement between manufacturer and purchaser.

3.2 Altitude

The height above sea level shall not exceed 1 000 m.

3.3 Temperature of cooling medium

Unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser, the temperature of the air shall be between -25°C and $+40^{\circ}\text{C}$ and shall not exceed the following limits:

- + 30°C for the daily average;
- + 20°C for the annual average.

3.4 Power frequency

Power systems shall have a rated frequency between zero (d.c.) and 60 Hz inclusive.

3.5 Wave shape

The power-frequency current and voltage in a.c. systems shall have approximately sinusoidal wave shape.

3.6 Carrier frequency

The carrier-frequency band within which a line trap satisfies specified blocking requirements is subject to agreement between manufacturer and purchaser.

3.7 Provision for unusual service conditions

Supplementary recommendations in the event of the service altitude exceeding that given in Sub-clause 3.2 or the air temperature exceeding that given in Sub-clause 3.3 are given in Clauses 10 and 13.

4. Prescriptions complémentaires

Pour les prescriptions ne figurant pas dans la présente recommandation pour les circuits-bouchons, on consultera la Publication 289 de la CEI: Bobines d'inductance (section trois), ou la Publication 76 de la CEI: Transformateurs de puissance (deuxième édition). Dans tous les autres cas, des prescriptions spéciales doivent être spécifiées par accord entre constructeur et utilisateur.

SECTION DEUX – DÉFINITIONS

Les définitions ci-après sont applicables à la présente recommandation. Les autres termes utilisés ont la signification qui leur est attribuée dans la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International.

5. Définitions générales

5.1 Circuit-bouchon

Un circuit-bouchon est un appareil destiné à être placé en série dans une ligne à haute tension. Son impédance doit être négligeable à la fréquence du réseau, de façon à ne pas perturber le transport d'énergie, mais elle doit être relativement élevée dans toute bande de fréquence utilisable pour la transmission de courants porteurs.

Un circuit-bouchon comporte une bobine principale, un dispositif de protection et, généralement, un dispositif d'accord.

La figure 1, page 28, donne un exemple de schéma d'un circuit-bouchon.

5.2 Bobine principale

La bobine principale est la bobine d'inductance qui est traversée par le courant de la ligne.

Son inductance nominale L_N est la valeur à laquelle se rapportent les caractéristiques spécifiées du circuit-bouchon à la fréquence du réseau conformément au paragraphe 13.1.

5.3 Dispositif d'accord

Le dispositif d'accord a pour rôle de rendre l'impédance du circuit-bouchon relativement élevée pour une ou plusieurs fréquences ou bandes de fréquences. Il est constitué de condensateurs et, éventuellement, d'inductances et de résistances; il est raccordé en parallèle avec la bobine principale.

5.4 Dispositif de protection

Le dispositif de protection protège le circuit-bouchon contre les surtensions transitoires qui, en son absence, pourraient apparaître à ses bornes. Il est raccordé en parallèle avec le dispositif d'accord de la bobine principale.

Note. — Des dispositifs de protection supplémentaires peuvent également être placés dans les dispositifs d'accord en vue de protéger certains de leurs éléments.

6. Définitions relatives au blocage

Afin de rendre plus clair le texte des paragraphes de l'article 6, il est à noter que divers éléments du réseau, tels que transformateurs, jeux de barres, lignes, etc., représentent une impédance branchée entre ligne et terre, au-delà du circuit-bouchon. Cette impédance, en série avec l'impédance du circuit-bouchon, constitue une dérivation pour les signaux à courants porteurs. L'affaiblissement des signaux provoqué par cette dérivation dépend de la somme vectorielle de ces deux impédances. Dans le cas le plus défavorable, leurs composantes réactives peuvent se compenser, réduisant ainsi l'impédance de la dérivation à une valeur basse et, de ce fait, inacceptable.

4. Supplementary requirements

For requirements not included in this Recommendation for line traps, IEC Publication 289, Reactors (Section Three), or IEC Publication 76, Power Transformers (second edition), shall be consulted. In all other cases, it is recommended that special requirements shall be specified by agreement between manufacturer and purchaser.

SECTION TWO – DEFINITIONS

For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply. Other terms used have the meaning ascribed to them in IEC Publication 50, International Electrotechnical Vocabulary.

5. General

5.1 Line trap

A line trap is an apparatus intended for series insertion into a high-voltage line. Its impedance shall be negligible at the power frequency so as not to disturb the power transmission, but must be relatively high over any frequency band appropriate to carrier transmission.

A line trap consists of a main coil with a protective device and, usually, a tuning device.

Figure 1, page 28, shows an example of a line trap circuit.

5.2 Main coil

The main coil is the inductor which carries the power-frequency current.

Its rated inductance L_N is that value which corresponds to the power-frequency voltage developed according to Sub-clause 13.1.

5.3 Tuning device

The tuning device serves the purpose of obtaining a relatively high line trap impedance for one or more frequencies or frequency bands. It is constituted by capacitors with, possibly, inductors and resistors, and is shunt-connected to the main coil.

5.4 Protective device

The protective device protects the line trap against transient overvoltages which may otherwise occur across it. It is shunt-connected to the tuning device and the main coil.

Note. – Additional protective devices may be associated with tuning devices to protect individual components.

6. Blocking terms

As an explanatory comment on the sub-clauses of Clause 6, it is noted that various power system elements such as transformers, busbars, lines, etc. represent an impedance connected beyond the line trap between line and earth. This impedance in series with the impedance of a line trap constitutes a shunt across the carrier-frequency signal path. The loss in signal power resulting from this shunt depends upon the vectorial sum of the two constituent impedances. In the most unfavourable case, the reactive components of the two impedances may neutralise each other and thus reduce the total shunt impedance to an unacceptably low value.

Pour éviter cette éventualité, et, en outre, celle de variations de l'impédance de dérivation qui résulteraient de manœuvres sur le réseau, les dispositifs d'accord des circuits-bouchons peuvent comporter un élément résistant, et l'efficacité du circuit-bouchon peut être évaluée en fonction de sa résistance effective seule.

6.1 Impédance de blocage

L'impédance de blocage Z_b est l'impédance complexe du circuit-bouchon complet à l'intérieur d'un domaine spécifié de fréquences des courants porteurs.

La valeur de la composante résistante de l'impédance de blocage est appelée impédance de blocage nominale Z_{bN} .

6.2 Affaiblissement de mise en dérivation

L'affaiblissement de mise en dérivation A_t d'un circuit-bouchon est la mesure de l'affaiblissement subi par un signal à courants porteurs du fait du caractère fini de l'aptitude au blocage du circuit-bouchon. Il est défini par le rapport des tensions aux bornes d'une impédance égale à l'impédance caractéristique de la ligne, en parallèle avec laquelle le circuit-bouchon est connecté, puis déconnecté. Il s'exprime en népers (Np) mais peut aussi s'exprimer en décibels (dB).

La valeur de l'affaiblissement de mise en dérivation obtenue par la connexion en parallèle de la composante résistante seule de l'impédance du circuit-bouchon est appelée affaiblissement de mise en dérivation nominale A_{tN} .

6.3 Largeur de bande

La largeur de bande, suivant le critère retenu pour le blocage, est soit le domaine de fréquence Δf_1 à l'intérieur duquel l'impédance de blocage n'est pas inférieure à une valeur spécifiée, soit le domaine de fréquence Δf_2 à l'intérieur duquel l'affaiblissement de mise en dérivation ne dépasse pas une valeur spécifiée (figure 2, page 29).

La largeur de bande définie au moyen de l'impédance de blocage nominale ou de l'affaiblissement de mise en dérivation nominal est appelée largeur de bande nominale (Δf_{1N} ou Δf_{2N}).

6.4 Fréquence centrale

La fréquence centrale f_c est la moyenne géométrique des fréquences extrêmes de la largeur de bande.

La moyenne géométrique des fréquences limites de la largeur de bande nominale est appelée fréquence centrale nominale f_{cN} .

7. Courants

7.1 Courant nominal permanent

C'est la valeur efficace la plus élevée I_N du courant à la fréquence nominale spécifiée f_{pN} du réseau, que la bobine principale peut supporter sans interruption sans que les limites d'échauffement soient dépassées.

7.2 Courant nominal de courte durée

C'est la valeur efficace en régime établi I_{sN} du courant de court-circuit que la bobine principale peut supporter pendant une durée spécifiée sans détérioration par effets thermiques ou mécaniques. La valeur de crête I_{sm} de la première demi-onde asymétrique du courant nominal de courte durée doit être prise égale à 2,55 fois la valeur efficace en régime établi.

In order to eliminate this possibility, and the further possibility of varying shunting effects arising out of system switching, the tuning devices of line traps may include a resistive element, and line trap performance can be assessed in terms of its effective resistance only.

6.1 *Blocking impedance*

The blocking impedance Z_b is the complex impedance of the complete line trap within a specified carrier-frequency range.

The value of the resistive component of the blocking impedance is termed: rated blocking impedance Z_{bN} .

6.2 *Tapping loss*

The tapping loss A_t of a line trap is a measure of the loss of power sustained by a carrier-frequency signal due to the finite blocking ability of the line trap. It is defined in terms of the ratio of the signal voltages across an impedance equal to the characteristic impedance of the line with and without shunt connection of the line trap. It is expressed in nepers (Np) but may also be expressed in decibels (dB).

The value of the tapping loss as determined by shunt connection of the resistive component only of the line trap impedance is termed: rated tapping loss A_{tN} .

6.3 *Bandwidth*

The bandwidth, according to the blocking criterion adopted, is either that frequency range Δf_1 within which the blocking impedance does not fall short of a specified value or that frequency range Δf_2 within which the tapping loss does not exceed a specified value (Figure 2, page 29).

Bandwidth expressed in terms of rated blocking impedance or rated tapping loss is termed: rated bandwidth (Δf_{1N} or Δf_{2N}).

6.4 *Centre frequency*

The centre frequency f_c is the geometric mean of the bandwidth limit frequencies.

The mean frequency derived from the rated bandwidth is termed: rated centre frequency f_{cN} .

7. **Currents**

7.1 *Rated continuous current*

The rated continuous current I_N is the maximum r.m.s. value of the current flowing continuously at the specified rated power frequency, f_{pN} , through the main coil without causing the limits of temperature rise to be exceeded.

7.2 *Rated short-time current*

The rated short-time current I_{sN} is the r.m.s. value of the steady-state component of the short-circuit current flowing for a specified time through the main coil without damage, either thermal or mechanical, being caused. The asymmetrical peak value I_{sm} of the first half-wave of the rated short-time current shall be assumed to be 2.55 times the r.m.s. value.

SECTION TROIS – PRESCRIPTIONS

8. Prescriptions générales

8.1 Dispositif d'accord

Le dispositif d'accord doit être réalisé de façon à permettre son remplacement sans qu'il soit nécessaire de déplacer le circuit-bouchon. Il doit être conçu et réalisé de telle sorte qu'aucune modification appréciable des caractéristiques de blocage et qu'aucune détérioration physique ne l'affectent, qu'elles soient dues à l'échauffement ou à l'induction magnétique produit par la bobine principale quand celle-ci est traversée par le courant nominal permanent ou le courant nominal de courte durée.

8.2 Dispositif de protection

Il est recommandé d'utiliser des parafoudres pour réseaux à courant alternatif du type à résistance variable répondant aux spécifications de la Publication 99-1 de la CEN: Parafoudres, Première partie: Parafoudres à résistance variable pour réseaux à courant alternatif.

Il est recommandé de choisir un courant nominal de décharge égal à celui des parafoudres du poste installés derrière le circuit-bouchon et qui ne soit en aucun cas inférieur à 5 kA.

Le dispositif de protection doit être conçu et réalisé de telle sorte qu'aucune modification appréciable de son rôle de protection et qu'aucune détérioration physique ne l'affectent, qu'elles soient dues à l'échauffement ou à l'induction magnétique produit par la bobine principale quand celle-ci est traversée par le courant nominal permanent ou le courant nominal de courte durée. Il ne doit ni entrer en fonctionnement ni s'y maintenir à la suite d'une sollicitation fugitive, pour la tension à la fréquence du réseau correspondant au courant nominal de courte durée.

9. Prescriptions relatives au blocage

L'établissement de prescriptions relatives au blocage est laissé à l'accord entre le constructeur et l'utilisateur. Aucune valeur n'est indiquée pour la variation admissible des caractéristiques de blocage à l'intérieur de la largeur de bande d'un circuit-bouchon.

Note. — Si l'on souhaite fixer une valeur pour la largeur de bande, il est suggéré d'adopter, à la fois pour l'affaiblissement de mise en dérivation et l'affaiblissement de mise en dérivation nominal, une valeur ne dépassant pas 0,3 Np (2,6 dB). Cet affaiblissement correspond à une impédance du circuit-bouchon égale à 1,41 fois l'impédance caractéristique de ligne. C'est le cas par exemple d'un circuit-bouchon de 570 Ω d'impédance sur une ligne de 400 Ω d'impédance caractéristique (impédance phase-terre d'une ligne à conducteurs simples).

10. Prescriptions relatives au service permanent

Aucune partie du circuit-bouchon ne doit être soumise à un échauffement supérieur aux limites spécifiées dans le tableau I, page 14, lorsque l'altitude ne dépasse pas la valeur stipulée au paragraphe 3.2 et lorsque la température de l'air ne dépasse pas les valeurs stipulées au paragraphe 3.3.

Si le circuit-bouchon est prévu pour des conditions d'utilisation dans lesquelles la température de l'air dépasse l'une des valeurs maximales indiquées au paragraphe 3.3 de 10 deg C au plus, l'échauffement admissible doit être réduit de:

- 5 deg C si ce dépassement est inférieur ou égal à 5 deg C;
- 10 deg C si ce dépassement est compris entre 5 deg C et 10 deg C.

Il n'y a pas de recommandation relative à l'échauffement lorsque la température de l'air dépasse de plus de 10 deg C les valeurs indiquées au paragraphe 3.3.

SECTION THREE – REQUIREMENTS

8. General requirements

8.1 *Tuning device*

The tuning device shall be arranged to permit interchange without removing the line trap. It shall be so designed and arranged that neither significant alteration in the line trap blocking characteristics nor physical damage shall result from either temperature rise or the magnetic field of the main coil at rated continuous current or rated short-time current.

8.2 *Protective device*

It is recommended to use non-linear resistor type arresters for alternating current systems according to IEC Publication 99-1, Lightning Arresters, Part 1: Non-linear Resistor Type Arresters for a.c. Systems.

It is recommended to choose the same nominal discharge current as that of the station arresters installed behind the line trap, but in no case less than 5 kA.

The protective device shall be so designed and arranged that neither significant alteration in its protective function nor physical damage shall result from either temperature rise or the magnetic field of the main coil at continuous rated current or rated short-time current. It shall neither enter into operation, nor remain in operation following transient actuation, for the power-frequency voltage developed across the line trap by the rated short-time current.

9. Blocking requirements

Specification with respect to blocking terms is left for agreement between manufacturer and purchaser. No values are given for the permissible variation of the blocking performance within the bandwidth of a line trap.

Note. — For the purpose of stating bandwidth, a maximum value of 0.3 Np (2.6 dB) is suggested for both tapping loss and rated tapping loss. This loss corresponds to a line trap impedance 1.41 times the characteristic impedance of a line. A typical case is that of a line trap of 570 Ω impedance in a line of 400 Ω characteristic impedance (the phase-earth impedance of a single-conductor line).

10. Continuous service requirements

The temperature rise of any part of a line trap under rated continuous current conditions shall not exceed the limits specified in Table I, page 15, with the altitude not exceeding the value stated in Sub-clause 3.2 and the air temperature not exceeding the values stated in Sub-clause 3.3.

If the line trap is intended for service where the temperature of the air exceeds one of the maximum values shown in Sub-clause 3.3 by not more than 10 deg C, the allowable temperature rise shall be reduced by:

- 5 deg C if the excess temperature is less than or equal to 5 deg C;
- 10 deg C if the excess temperature is greater than 5 deg C but not greater than 10 deg C.

No recommendations are given regarding the temperature rise where the temperature of the air exceeds the values given in Sub-Clause 3.3 by more than 10 deg C.

Pour les circuits-bouchons prévus pour une utilisation à une altitude supérieure à 1 000 m (voir paragraphe 3.2) mais essayés à une altitude inférieure, les limites d'échauffement données au tableau I sont réduites de 2,5% pour chaque tranche supplémentaire de 500 m de l'altitude d'utilisation prévue, au-dessus de 1 000 m.

Note. — Certaines parties d'un circuit-bouchon peuvent nécessiter des spécifications d'échauffement particulières, ou être susceptibles de supporter des échauffements spécifiés séparément, suivant leur position par rapport à la bobine principale.

Pour les parties métalliques ou les enroulements nus, l'échauffement ne doit pas dépasser les limites indiquées pour les matériaux isolants en contact avec eux. Pour les bornes, il convient de signaler la Publication 129 de la CEI : Sectionneurs à courant alternatif et sectionneurs de terre (tableau VI), en remarquant que les bornes d'un circuit-bouchon présentent, en général, en service une température plus élevée que ne présentent celles de sectionneurs, en raison de l'échauffement propre de la bobine principale.

TABLEAU I
Valeurs limites d'échauffement

Classe de températures	Echauffement en degrés Celsius mesuré par	
	Thermomètre (échauffement maximal)	Accroissement de résistance
Y	50	45
A	65	60
E	80	75
B	90	80
F	115	100
H	140	125
—	170	150*

* Pour certains matériaux isolants ne figurant pas dans cette classification, des échauffements dépassant 150 deg C peuvent être admis après accord entre constructeur et utilisateur.

11. Tenue aux courts-circuits

Le circuit-bouchon doit être conçu et réalisé de façon à supporter sans détérioration, dans les conditions de service, les effets dus à un court-circuit sur le réseau. Il doit être capable de supporter les contraintes électromagnétiques et les effets thermiques dus au courant nominal de courte durée appliqué pendant au moins une seconde, après avoir été soumis, pour la température maximale spécifiée de l'air, au courant nominal permanent.

Note. — En ce qui concerne les températures finales, il convient de se référer à la Publication 76 de la CEI (deuxième édition, article 26).

12. Inductance de la bobine principale

L'inductance de la bobine principale doit être mesurée à la fréquence du réseau ou à une fréquence quelconque ne dépassant pas 1 000 Hz. L'inductance apparente à la fréquence des courants porteurs est déduite de cette mesure et de la mesure de la fréquence propre de la bobine principale.

13. Niveau d'isolement

13.1 Isolement entre bornes du circuit-bouchon

Le niveau d'isolement requis entre les bornes du circuit-bouchon est régi par le niveau de protection du dispositif de protection. L'isolement de la bobine principale et celui du dispositif d'accord doivent être convenablement fixés en fonction de:

For line traps intended for operation at an altitude greater than 1 000 m (see Sub-clause 3.2) but tested at a lower altitude, the limits of temperature rise given in Table I are reduced by 2.5% for each 500 m above 1 000 m.

Note. — Certain parts of a line trap may require, or be capable of having, individual temperature specification, depending upon their position relative to the main coil.

For bare metallic parts or windings, the temperature rise shall not exceed the limits given for adjacent insulating materials. For terminals, attention is drawn to IEC Publication 129, Alternating Current Isolators (Disconnectors) and Earthing Switches (Table VI), noting that, in general, the terminals of line traps operate at a higher temperature than do those of isolators, because of the heat generated in the main coil.

TABLE I
Limits of temperature rise

Class	Temperature rise in degrees Celsius measured by	
	Thermometer (maximum temperature rise)	Increase in resistance
Y	50	45
A	65	60
E	80	75
B	90	80
F	115	100
H	140	125
—	170	150*

* For certain insulating materials outside this classification, temperature rises in excess of 150 deg C may be adopted by agreement between manufacturer and purchaser.

11. Ability to withstand short-circuit

The line trap shall be designed and constructed to withstand, without damage under service conditions, the effects of external short-circuits. It shall be capable of withstanding the electromagnetic forces and thermal effects of the rated short-time current for a duration of at least one second after previous operation at rated continuous current at the specified maximum air temperature.

Note. — For the permissible final temperatures, reference should be made to IEC Publication 76 (second edition, Clause 26).

12. Inductance of the main coil

The inductance of the main coil shall be determined at power frequency or any frequency not greater than 1 000 Hz. The apparent inductance at carrier frequency is determined from this measurement and measurement of the self-resonant frequency of the main coil.

13. Insulation level

13.1 Insulation across the line trap

The insulation level for the insulation between the terminals of the line trap is governed by the protective level of the protective device. The insulation of the main coil and the tuning device shall be adequately rated for:

- a) La tension apparaissant aux bornes du circuit-bouchon à la fréquence du réseau pour le courant nominal de courte durée et compte tenu de ce qui est précisé au paragraphe 8.3. Cette tension U doit être prise égale à :

$$U = 1,1 \cdot 2\pi f_{pN} \cdot L_N \cdot I_{sN}$$

où :

f_{pN} est la fréquence nominale du réseau

L_N est l'inductance nominale de la bobine principale

I_{sN} est le courant nominal de courte durée

La tension nominale du dispositif de protection doit être plus élevée que cette tension U .

- b) La tension apparaissant aux bornes du circuit-bouchon muni de son dispositif de protection lorsqu'on applique à ses bornes une tension de choc d'une raideur de front de 200 kV/ μ s et d'une amplitude qui provoque l'amorçage au choc du dispositif de protection.

Note. — Le niveau d'isolement d'un élément quelconque du dispositif d'accord, protégé par un dispositif de protection individuel, doit être déterminé en fonction de ce dernier.

13.2 Isolement à la tension du réseau

L'isolement des circuits-bouchons à la tension du réseau est généralement assuré par des isolateurs rigides ou des chaînes d'isolateurs. Pour ces éléments, on se référera à la Publication 75 de la CEI : Règles pour les isolateurs en porcelaine pour lignes aériennes de tension nominale égale ou supérieure à 1 000 V.

En ce qui concerne l'effet des décharges partielles, les circuits-bouchons doivent suivre les mêmes prescriptions que celles qui existent pour d'autres appareils raccordés aux réseaux à haute tension.

13.3 Circuits-bouchons pour utilisation à haute altitude

Lorsqu'il est précisé à la commande que les circuits-bouchons seront utilisés à une altitude comprise entre 1 000 m et 3 000 m, mais qu'ils sont essayés à une altitude conformément au paragraphe 3.2, la tension d'essai applicable aux seuls isolements constitués par des distances dans l'air doit être augmentée conformément à la Publication 76 de la CEI : Transformateurs de puissance (deuxième édition, article 22).

14. Résistance à la traction des organes de suspension

Tout système de suspension, s'il en existe, d'un circuit-bouchon, doit être conçu pour supporter des efforts de traction correspondant à au moins deux fois le poids d'un circuit-bouchon plus 200 kgf.

SECTION QUATRE – MARQUES ET INDICATIONS

La bobine principale, le dispositif d'accord et le dispositif de protection doivent être munis de plaques signalétiques en matière résistante aux intempéries, placées de manière à être aisément visibles. Les inscriptions doivent être indélébiles. Les plaques signalétiques doivent comporter les indications suivantes.

15. Plaque signalétique de la bobine principale

- a) Nom du constructeur.

- a) The voltage developed across the line trap at rated power frequency by the rated short-time current in accordance with Sub-clause 8.3. This voltage U shall be taken as:

$$U = 1.1 \cdot 2\pi f_{pN} \cdot L_N \cdot I_{sN}$$

where:

f_{pN} = rated power frequency

L_N = rated inductance of the main coil

I_{sN} = rated short-time current

The rated voltage of the protective device must be higher than this voltage U .

- b) The voltage developed across the line trap with shunt-connected protective device when subjected to a surge having a wave-front slope of 200 kV/ μ s and an amplitude which ensures front-of-wave sparkover of the protective device.

Note. — The insulation level of any individual part of the tuning device, which is protected by a separate protective device, shall be determined according to the latter.

13.2 System voltage insulation

The system voltage insulation of the line trap is generally provided by string or rigid insulators. For these, IEC Publication 75, Specification for Porcelain Insulators for Overhead Lines with a Nominal Voltage of 1 000 V and upwards, applies.

Regarding partial discharge requirements, line traps shall be consistent with other equipment connected to high-voltage networks.

13.3 Line traps for use at high altitudes

For line traps intended for operation at altitudes between 1 000 m and 3 000 m, but tested at an altitude according to Sub-clause 3.2, the test voltage for those insulations only which are formed by air distances shall be increased in accordance with IEC Publication 76: Power Transformers (second edition, Clause 22).

14. Tensile strength of the suspension system

Any suspension system of a line trap shall be designed for a tensile strength at least twice the weight of the line trap plus 200 kgf.

SECTION FOUR – RATING PLATES

The main coil, the tuning device and the protective device shall be provided with rating plates of weather-proof material, fitted so that they are readily visible. The inscriptions shall be indelibly marked. The rating plates must include the following data.

15. Rating plate of main coil

- a) Manufacturer's name.

- b) Type.
- c) Numéro dans la série du constructeur.
- d) Inductance nominale, en millihenrys.
- e) Courant nominal permanent, en ampères.
- f) Fréquence nominale du réseau, en hertz.
- g) Courant nominal de courte durée, en kiloampères, et durée, en secondes.
- h) Masse totale, en kilogrammes.

16. Plaque signalétique du dispositif d'accord

- a) Nom du constructeur.
- b) Type.
- c) Numéro dans la série du constructeur.
- d) Bande(s) de fréquences ou fréquence(s) centrale(s) ou leurs valeurs nominales, en kilohertz.
- e) Niveau d'isolement nominal aux ondes de choc du dispositif d'accord, en kilovolts.
- f) Inductance nominale ... mH et N° ... dans la série de la bobine principale à laquelle le dispositif d'accord est associé (facultatif).

17. Plaque signalétique du dispositif de protection

Indications conformes à celles stipulées dans la Publication 99-1 de la CEI.

SECTION CINQ – ESSAIS

18. Conditions générales

Les essais peuvent être effectués dans les ateliers du constructeur à toute température comprise entre + 10 °C et + 40 °C.

Pour les essais, le circuit-bouchon doit être, sauf stipulations contraires ci-après, monté dans des conditions aussi proches que possible des conditions de service. La température ambiante, pendant la durée des essais, doit être consignée dans le rapport d'essais.

On pourra reproduire, à titre d'essais de prélèvement, tout ou partie des essais de type, si un accord particulier entre utilisateur et constructeur le précise.

Les essais sur le dispositif de protection doivent être effectués conformément aux recommandations de la Publication 99-1 de la CEI.

Note. — Pour certains des essais ci-dessous, des méthodes de mesure recommandées sont formulées. Il est loisible d'employer d'autres méthodes si elles sont équivalentes.

19. Essais de type

19.1 Mesure de l'inductance de la bobine principale

L'inductance de la bobine principale doit être mesurée avec une source de tension pratiquement sinusoïdale et ne doit pas différer de l'inductance nominale de plus de $\pm 10\%$.

Comme indiqué à l'article 12, la fréquence propre doit également être mesurée.

- b) Type.
- c) Manufacturer's serial number.
- d) Rated inductance, in millihenrys.
- e) Rated continuous current, in amperes.
- f) Rated power frequency, in hertz.
- g) Rated short-time current, in kiloamperes, and duration, in seconds.
- h) Total mass, in kilograms.

16. Rating plate of tuning device

- a) Manufacturer's name.
- b) Type.
- c) Manufacturer's serial number.
- d) Frequency band (bands) or centre frequency (frequencies) or their rated values, in kilohertz.
- e) Rated impulse protective level of the tuning device, in kilovolts.
- f) Belonging to main coil with rated inductance . . . mH and serial No. . . . (optional).

17. Rating plate of protective device

In accordance with IEC Publication 99-1.

SECTION FIVE – TESTS

18. General conditions

The tests may be made at the manufacturer's works at any ambient temperature between +10 °C and +40 °C.

For the tests, the line trap shall be mounted in a condition similar to that in service unless the following clauses contain other instructions. The ambient temperature during testing shall be mentioned in the test report.

Some of the type tests or all of them may be repeated as sampling tests if specially agreed between manufacturer and purchaser.

The tests on the protective device shall be carried out in conformity with the recommendations given in IEC Publication 99-1.

Note. — For some of the following measurements, particular measuring methods are recommended. It is permissible to use alternative methods if they are equivalent.

19. Type tests

19.1 Measurement of the inductance of the main coil

The inductance of the main coil shall be measured using an approximately sinusoidal voltage and shall not differ by more than $\pm 10\%$ from the rated inductance.

In accordance with Clause 12, the self-resonant frequency shall also be measured.

Note. — L'inductance apparente, ainsi que la tolérance sur l'inductance nominale, peuvent avoir une influence sur la largeur de bande et la fréquence centrale.

19.2 Mesures d'échauffement

a) Mesure de la température de l'air de refroidissement

La température de l'air de refroidissement doit être mesurée à l'aide de plusieurs thermomètres (trois au moins) répartis autour du circuit-bouchon, à mi-hauteur environ de la surface de refroidissement et à une distance de 1 m à 2 m de celle-ci. Ils doivent être à l'abri des courants d'air et des rayonnements de chaleur anormaux. La valeur à retenir pour la température de l'air de refroidissement pendant un essai est la moyenne des lectures faites sur ces thermomètres à intervalles de temps égaux pendant le dernier quart de la durée de l'essai.

b) Mesure de la température du circuit-bouchon

La température finale doit être mesurée de préférence à l'aide de thermomètres ou de couples thermoélectriques. Les thermomètres (ou les couples thermoélectriques) doivent être placés en différents points de la surface de la bobine principale et aux endroits qui risquent de s'échauffer par convection, par conduction ou par induction. La mesure sera faite minutieusement en ces derniers points, de façon à s'assurer que la température atteinte est bien maximale.

Dans le cas où l'enroulement de la bobine principale est recouvert d'un matériau isolant, il est loisible d'utiliser la méthode de mesure par variation de résistance.

c) Durée de l'essai

L'essai doit être poursuivi jusqu'à ce que l'échauffement n'augmente pas de plus de 1 deg C par heure sur deux lectures horaires consécutives.

d) Intensité du courant

Le courant d'essai doit être maintenu constant pendant toute la durée de l'essai. Sa valeur doit être celle du courant nominal permanent à moins que, pour une raison quelconque, cela ne soit pas possible, auquel cas il est permis d'utiliser une intensité plus faible mais qui ne soit pas inférieure à 90% de la valeur nominale. Dans ce dernier cas, l'échauffement $\Delta\theta_n$ qui aurait résulté du passage du courant nominal permanent se calcule à l'aide de la formule:

$$\Delta\theta_n = \Delta\theta_t \cdot \left(\frac{I_N}{I_t} \right)^{1,6}$$

où:

I_N est le courant nominal permanent

I_t est le courant permanent utilisé pour l'essai

$\Delta\theta_t$ est l'échauffement pratiquement obtenu

19.3 Essais d'isolement

Les essais doivent être effectués sur l'appareil à l'état sec. Les essais sous d'autres conditions d'environnement font l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur.

a) Essai de tension, à la fréquence du réseau, du dispositif d'accord

Une tension d'essai $U_t = 1,15 U$ doit être appliquée au dispositif d'accord pendant 5 s. La tension U est celle dont la formule est donnée à l'article 13.

Note. — The apparent inductance and the tolerance on the rated inductance may influence the bandwidth and the centre frequency.

19.2 Measurement of the temperature rise

a) Measurement of the temperature of the cooling air

The temperature of the cooling air shall be measured by means of several thermometers (at least three) placed at different points around the line trap, at a level approximately half-way up the cooling surface and at a distance of 1 m to 2 m from the cooling surface. They shall be protected from abnormal air flow and heat radiation. The value to be adopted for the temperature of the cooling air during a test is the average of the readings taken on these thermometers at equal intervals of time during the last quarter of the test period.

b) Measurement of the temperature of the line trap

The final temperature shall be measured preferably by thermometers or thermocouples. The thermometers (or thermocouples) shall be placed at different points on the surface of the main coil and at points subject to temperature rise by convection, conduction or induction. These latter points shall be measured carefully in order to ascertain the highest temperature achieved.

In the case of the winding of the main coil being covered with insulating material, measurement by increase of resistance may be made.

c) Duration of test

The test shall be continued until the temperature rise does not increase more than 1 deg C per hour during two consecutive hourly readings.

d) Loading

The test current shall be maintained constant throughout the test. Its value shall be the rated continuous current unless this should for any reason be impossible, in which case a value not less than 90% of the rated value is allowed. In the latter case, the temperature rise $\Delta\theta_n$ which would have resulted from rated continuous current is calculated from the formula:

$$\Delta\theta_n = \Delta\theta_t \cdot \left(\frac{I_N}{I_t} \right)^{1.6}$$

where:

I_N = rated continuous current

I_t = continuous current during the test

$\Delta\theta_t$ = actual temperature rise obtained

19.3 Insulation tests

The tests shall be made with the unit under test in dry conditions. Tests under other environmental conditions are subject to agreement between manufacturer and purchaser.

a) Power-frequency voltage test on the tuning device

A test voltage $U_t = 1.15 U$ shall be applied to the tuning device for 5 s. The voltage U is evaluated in Clause 13.

b) Essai à la tension de choc

Le dispositif de protection du circuit-bouchon étant remplacé par un autre dont la tension d'amorçage au choc soit au moins de 15% supérieure, on doit appliquer une tension d'essai de choc conformément au paragraphe 13.1 b).

On doit effectuer cinq essais de polarité positive et cinq essais de polarité négative sur chaque borne, l'autre étant mise à la terre. La raideur requise pour la tension de choc peut aisément s'obtenir avec un éclateur branché en série avec le générateur de tension de choc. Un circuit d'essai tel que celui représenté à la figure 3, page 30, peut être employé.

Le résultat favorable des essais sera constaté par la répétition sans modification des oscillogrammes.

Toute détérioration résultant des essais a) et b) pourra être mise en évidence par la mesure des caractéristiques de blocage avant et après les essais.

19.4 Essais au courant de courte durée

Ces essais doivent vérifier, sur un circuit-bouchon complet, l'aptitude à supporter le courant nominal de courte durée ainsi que la valeur de crête de sa première demi-onde asymétrique.

Un essai unique doit être effectué avec le courant nominal de courte durée appliqué pendant une seconde au moins. Si, pour une raison quelconque, telle, par exemple, qu'une limitation imposée par le réseau ou l'installation d'essais, ceci représente une sujétion trop importante, un essai d'une durée de trois périodes doit alors être effectué, et doit inclure la valeur de crête de la première demi-onde asymétrique.

Dans ce dernier cas, le comportement thermique de la bobine principale devra être justifié par un calcul de l'échauffement conformément à la Publication 76 de la CIEI (deuxième édition, article 26).

La tenue du circuit-bouchon à ces essais doit être contrôlée par un examen minutieux et par la comparaison entre les caractéristiques de blocage mesurées avant et après l'essai.

20. Essais individuels

20.1 Mesure de l'impédance de blocage

L'impédance de blocage d'un circuit-bouchon doit être déterminée, dans la largeur de bande, par une mesure au pont qui permette d'en obtenir les composantes résistive et réactive.

Il est recommandé d'utiliser la méthode de mesure indiquée à la figure 4, page 30.

Notes 1. — Dans le cas de circuits-bouchons à résonance simple, il peut être admis, sur accord entre utilisateur et constructeur, de ne pas effectuer cet essai sur tous les appareils d'une série. Il suffit alors de déterminer l'impédance à la fréquence d'accord et, pour cela, il est recommandé d'utiliser la méthode de mesure indiquée à la figure 5, page 31. Cette méthode ne donne de résultats corrects que lorsque l'impédance de blocage est purement résistive. A la fréquence d'accord, la tension U_R est minimale. On maintient la tension U constante et l'on fait varier la résistance R . Lorsque la tension U_R est égale à $\frac{1}{2} U$, l'impédance du circuit-bouchon est égale à la valeur de R . Il est conseillé d'utiliser un générateur de faible impédance interne.

2. — Si la mesure de l'affaiblissement de mise en dérivation selon les indications du paragraphe 20.2 est retenue, on peut ne pas effectuer la mesure de l'impédance de blocage et réciproquement.

20.2 Mesure de l'affaiblissement de mise en dérivation

Pour la mesure de l'affaiblissement de mise en dérivation A_i , il est recommandé d'utiliser la méthode indiquée à la figure 6, page 31. L'affaiblissement de mise en dérivation est donné par les équations suivantes:

b) Impulse voltage test

With the line trap protective device replaced by one having an impulse sparkover voltage not less than 15% higher, an impulse test voltage according to Sub-clause 13.1 *b)* shall be applied.

Five tests of positive voltage and five of negative voltage shall be applied to each terminal with the other terminal earthed. The necessary steepness of the impulse voltage may easily be obtained by a spark gap in series with the impulse voltage generator. A test circuit as shown in Figure 3, page 30, may be used.

Successful conclusion of the tests will be indicated by consistent repetition of the oscillograms.

To detect any damage resulting from tests *a)* and *b)*, measurement of the blocking capabilities before and after testing may be performed.

19.4 *Short-time current tests*

By these tests the over-all withstand capabilities of a complete line trap at rated short-time current and its asymmetrical peak value of the first half-wave shall be proved.

A single test shall be performed with rated short-time current having a duration of at least one second unless this should for any reason be onerous, in which case one test of three periods' duration, which shall include the asymmetrical peak value of the rated short time current, shall be performed.

In the latter case, the thermal behaviour of the main coil has to be proved by calculation of temperature rise according to IEC Publication 76 (second edition, Clause 26).

The ability of the line trap to withstand these tests shall be determined by visual inspection and by measurement of the blocking capabilities before and after testing.

20. **Routine tests**

20.1 *Measurement of blocking impedance*

The blocking impedance of a line trap shall be determined within the bandwidth by means of a bridge method from which the resistive and reactive components may be read off.

A method of measurement according to Figure 4, page 30, is recommended.

Notes 1. — In the case of line traps utilising simple resonance, it may be a matter of agreement between manufacturer and purchaser not to perform this test on all units of a series. It is then sufficient to determine the impedance at the tuning frequency, and for this purpose a method of measurement according to Figure 5, page 31, is recommended. This method gives correct results only when the blocking impedance is resistive. At the tuning frequency, the voltage U_R is a minimum. Maintaining voltage U constant and varying R until U_R equals $\frac{1}{2} U$, the impedance of the line trap will be equal to R . The internal impedance of the generator should be small.

2. — If measurement of the tapping loss is carried out according to Sub-clause 20.2, measurement of the blocking impedance can be omitted and vice versa.

20.2 *Measurement of the tapping loss*

For the measurement of the tapping loss A_t , a measuring method is recommended according to Figure 6, page 31. The tapping loss is determined by the following equations:

$$A_t \text{ (Np)} = \log_e \frac{U_1}{U_2} = \log_e \left(1 + \frac{Z_1}{2 Z_b} \right)$$

$$A_t \text{ (dB)} = 20 \log_{10} \frac{U_1}{U_2}$$

où:

Z_b est l'impédance de blocage du circuit-bouchon

Z_1 est la résistance équivalente à l'impédance caractéristique moyenne d'une phase par rapport à la terre

U_1 est la tension entre les bornes 1 et 2 quand l'interrupteur S_1 est ouvert

U_2 est la tension entre les bornes 1 et 2 quand l'interrupteur S_1 est fermé et que le commutateur S_2 est dans la position 3-4

Pour la mesure de l'affaiblissement de mise en dérivation nominal A_{IN} , la composante réactive de l'impédance du circuit-bouchon doit être compensée (commutateur S_2 en position 3-5 ou 3-6). La capacité C ou l'inductance L doivent être ajustées en conséquence.

$$A_t (\text{Np}) = \log_e \frac{U_1}{U_2} = \log_e \left(1 + \frac{Z_1}{2 Z_b} \right)$$

$$A_t (\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{U_1}{U_2}$$

where:

Z_b = blocking impedance of the line trap

Z_1 = resistance equivalent to line characteristic impedance

U_1 = voltage at the terminals 1 and 2 when switch S_1 is open

U_2 = voltage at the terminals 1 and 2 when switch S_1 is closed and the switch S_2 is in position 3–4

For the measurement of the rated tapping loss A_{tN} , the reactive component of the line trap impedance shall be compensated (switch S_2 in position 3–5 or 3–6). The capacitance C or the inductance L shall be adjusted accordingly.

ANNEXE

VALEURS RECOMMANDÉES

1. Valeurs de l'inductance nominale de la bobine principale

Les valeurs recommandées pour l'inductance nominale de la bobine principale sont les suivantes:

0,2 – 0,25 – 0,4 – 0,5 – 1,0 – 2,0 mH*

2. Valeurs du courant nominal permanent

Les valeurs recommandées pour le courant nominal permanent sont les suivantes:

100 – 200 – 400 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 4 000 A*

3. Valeurs du courant nominal de courte durée

Les valeurs recommandées pour le courant nominal de courte durée (valeur efficace) sont les suivantes:

2,5 – 5 – 10 – 16 – 20 – 25 – 31,5 – 40 – 50 – 63 kA*

4. Coordination du courant nominal permanent et du courant nominal de courte durée

En vue de coordonner le courant nominal permanent et le courant nominal de courte durée des circuits-bouchons, deux séries sont recommandées, selon la puissance de court-circuit du réseau comme indiqué au tableau II:

Série 1: exigences normales (pour toutes les inductances nominales de la bobine principale mentionnées à l'article 1).

Série 2: exigences renforcées (pour les inductances inférieures ou égales à 1,0 mH seulement).

TABLEAU II
Coordination des courants

1	2	3
Courant nominal permanent*	Courant nominal de courte durée*	
A	Série 1 kA	Série 2 kA
100	2,5	5
200	5	10
<u>400</u>	<u>10</u>	16
<u>630</u>	<u>16</u>	20
<u>800</u>	<u>20</u>	25
1 000	25	31,5
<u>1 250</u>	<u>31,5</u>	40
1 600	40	50
<u>2 000</u>	<u>40</u>	50
4 000	50	63

* Les valeurs préférentielles sont soulignées.