

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 329

Première édition — First edition

1971

**Circuits magnétiques coupés en fer-silicium orienté, destinés aux
équipements électroniques et de télécommunications**

**Strip-wound cut cores of grain oriented silicon-iron alloy, used for
electronic and telecommunication equipment**



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 60329:1971

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 329

Première édition — First edition

1971

**Circuits magnétiques coupés en fer-silicium orienté, destinés aux
équipements électroniques et de télécommunications**

**Strip-wound cut cores of grain oriented silicon-iron alloy, used for
electronic and telecommunication equipment**



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. Termes et définitions	6
4. Construction	8
5. Emballage	12
6. Gammes de températures de fonctionnement.	12
SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES	
7. Valeurs de base.	12
8. Réalisation des circuits normalisés	16
SECTION TROIS — ESSAIS	
9. Généralités concernant les essais	18
10. Examen visuel	20
11. Dimensions	20
12. Essais climatiques et mécaniques	22
12.1 Froid	22
12.2 Huile chaude	22
12.3 Variation de température	24
12.4 Résistance au cerclage	24
12.5 Vérification finale	26
13. Essais électriques	26
13.1 Circuits monophasés	26
13.2 Circuits triphasés	28
SECTION QUATRE — SPÉCIFICATIONS	
14. Listes des dimensions	30
15. Propriétés électriques	30
16. Carcasses et caniveaux	30
FIGURES	32
TABLEAUX	10
I: Epaisseur nominale associée avec la fréquence	10
II: Gammes de températures	12
III: Caractéristiques électriques spécifiques pour les circuits monophasés	14
IV: Caractéristiques électriques spécifiques pour les circuits triphasés	16
V: Coefficient de foisonnement	18
VI: Listes des dimensions des circuits monophasés	37
VII: Listes des dimensions des circuits triphasés	40
VIII: Masses, longueurs de la ligne de force, sections effectives et surfaces de fenêtre des circuits monophasés	42
IX: Masses, sections effectives et surfaces de fenêtre des circuits triphasés	45
X: Pertes maximales admissibles et puissances d'excitation des circuits monophasés	47
XI: Pertes maximales admissibles et puissances d'excitation des circuits triphasés	49
ANNEXE A — Liste des essais pour les circuits magnétiques coupés.	51
ANNEXE B — Listes comparatives des références de type utilisées dans différents pays	52
ANNEXE C — Système général de tolérances dimensionnelles	54

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
SECTION ONE — GENERAL	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Terms and definitions	7
4. Construction	9
5. Packaging	13
6. Operating temperature ranges	13
SECTION TWO — ELECTRICAL PERFORMANCE	
7. Basic values	13
8. Details of standard sizes	17
SECTION THREE — TESTS	
9. General considerations	19
10. Visual examination	21
11. Dimensions	21
12. Environmental tests	23
12.1 Cold	23
12.2 Hot oil	23
12.3 Temperature cycling	25
12.4 Rigidity	25
12.5 Final verification	27
13. Electrical tests	27
13.1 C-core loops	27
13.2 E-core loops	29
SECTION FOUR — SPECIFICATIONS	
14. Dimensional lists	31
15. Electrical properties	31
16. Bobbins and coil formers	31
FIGURES	32
TABLES: I: Nominal thickness associated with frequency	11
II: Temperature ranges	13
III: Specific electrical characteristics of C-core loops	15
IV: Specific electrical characteristics of E-core loops	17
V: Space factor	19
VI: Dimensional lists of C-core loops	37
VII: Dimensional lists of E-core loops	40
VIII: Mass, flux path lengths, effective cross-sectional areas, and window areas of C-core loops	42
IX: Mass, cross-sectional areas and window areas of E-core loops	45
X: Maximum admissible power losses and apparent power of C-core loops	47
XI: Maximum admissible power losses and apparent power of E-core loops	49
APPENDIX A — List of tests for strip-wound cut cores	51
APPENDIX B — Comparative lists of the reference numbers utilized in different countries	52
APPENDIX C — Standard system of dimensional tolerances	55

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CIRCUITS MAGNÉTIQUES COUPÉS EN FER-SILICIUM ORIENTÉ,
DESTINÉS AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES
ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 51 de la CEI : Composants magnétiques et ferrites.

Un premier projet fut discuté lors des réunions tenues à Baden-Baden en 1965 et à Tel-Aviv en 1966. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1967. Les observations reçues furent discutées lors de la réunion tenue à Londres en 1968. Des modifications furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en mars 1969.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**STRIP-WOUND CUT CORES OF GRAIN ORIENTED SILICON-IRON ALLOY,
USED FOR ELECTRONIC AND TELECOMMUNICATION EQUIPMENT**

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. 51, Magnetic Components and Ferrite Materials.

A first draft was discussed at the meetings held in Baden-Baden in 1965 and in Tel-Aviv in 1966. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1967. The comments received were discussed at the meeting held in London in 1968. Amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

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

CIRCUITS MAGNÉTIQUES COUPÉS EN FER-SILICIUM ORIENTÉ, DESTINÉS AUX ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES ET DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. **Domaine d'application**

Cette recommandation est applicable aux circuits magnétiques coupés de construction monophasée ou triphasée dont la section de métal et la fenêtre ont une forme rectangulaire. Ils se composent de bandes de fer-silicium orienté laminées à froid et sont destinés à la construction de transformateurs et d'inductances pour des appareils de télécommunication et des matériels électroniques.

Cette recommandation est applicable également aux circuits de sections ou de fenêtres différentes. Dans ce cas, des caractéristiques particulières, par exemple les propriétés électriques et les tolérances dimensionnelles, feront l'objet d'un accord spécial entre le client et le fournisseur.

2. **Objet**

Etablir des règles uniformes pour :

- a) fixer les gammes de températures de fonctionnement ;
- b) préciser les propriétés mécaniques et électriques ;
- c) fixer les conditions de marquage et d'emballage ;
- d) décrire les méthodes d'essai.

Cette recommandation comprend aussi des listes de types recommandés.

3. **Termes et définitions**

3.1 *Termes généraux*

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans la présente recommandation, le lecteur est invité à se reporter à la Publication 50(05) de la CEI : Vocabulaire Electrotechnique International, Groupe 05 : Définitions fondamentales. Les définitions ci-après sont applicables pour la présente recommandation.

3.2 *Circuit magnétique coupé*

Circuit réalisé à partir d'une bande continue de matériau spécifié enroulée sur un mandrin. Après être recuit et imprégné d'une masse de produit de collage approprié, pour assurer l'adhérence nécessaire entre les spires, le circuit est coupé en deux parties.

Note. — Pour obtenir la longueur nécessaire de la bande, la soudure de deux longueurs plus courtes est tolérée.

3.3 *Circuit monophasé (C-core)*

Circuit magnétique coupé à utilisation monophasée.

Note. — Un circuit monophasé se compose de deux éléments en C.

STRIP-WOUND CUT CORES OF GRAIN ORIENTED SILICON-IRON ALLOY, USED FOR ELECTRONIC AND TELECOMMUNICATION EQUIPMENT

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This Recommendation is limited to strip-wound cut cores, in both single-phase and three-phase forms of construction, having rectangular cross-sections and rectangular windows (coil spaces), manufactured from cold-reduced grain-oriented silicon-iron alloy strip, and for use in transformers and inductors for telecommunication equipment and for electronic devices.

This Recommendation may be generally applied to cores of other than rectangular window or cross-section. In this case, certain characteristics, e.g. electrical properties and dimensional tolerances shall be the subject of special agreement between user and manufacturer.

2. Object

To establish a uniform code of practice for :

- a) the operating temperature range ;
- b) the mechanical and electrical properties ;
- c) the marking and packaging ;
- d) the measuring methods.

This Recommendation also includes ranges of preferred sizes of cores.

3. Terms and definitions

3.1 General terms

For the definitions of the general terms used in this Recommendation, reference should be made to IEC Publication 50(05), International Electrotechnical Vocabulary, Group 05 : Fundamental Definitions. For the purpose of this Recommendation, the following definitions shall apply.

3.2 Strip-wound cut core

Core manufactured from a continuous strip of the specified material wound on a mandrel to form a core loop. After stress-relief annealing and then impregnating with a suitable bonding agent to ensure adequate inter-lamination adhesion, this core loop is cut into two parts.

Note. — To obtain the required total length of strip, it is permissible to weld two shorter lengths together.

3.3 C-core loop (C-core)

Single-phase strip-wound cut core.

Note. — The term C-core is in common and international use. To avoid confusion it must be emphasized that one C-core consists of two C-shaped parts. A preferable term is C-core loop.

3.4 *Circuit triphasé (E-core)*

Circuit à utilisation triphasée se composant de deux circuits monophasés, placés l'un à côté de l'autre et entourés d'un enroulement commun de mêmes largeur et épaisseur. Cet assemblage a donc trois branches égales et deux fenêtres égales.

Note. — Un circuit triphasé se compose de deux éléments en E.

3.5 *Entrefer nominal*

Longueur axiale magnétique équivalente de l'ensemble des entrefers ; cette valeur est importante pour le calcul de la puissance d'excitation absorbée dans l'entrefer.

Notes. 1. — La longueur de l'entrefer n'est pas soumise à un contrôle dimensionnel.

2. — Dans la pratique, on utilise le terme « entrefer » au singulier bien que les circuits monophasés en possèdent deux et les circuits triphasés trois.

3. — Dans la pratique, on néglige le flux de fuite de l'entrefer nominal.

3.6 *Pertes spécifiques*

Puissance active par unité de masse, en W/kg, dissipée par un circuit magnétique coupé, quand l'induction produite par un champ alternatif est sinusoïdale. Le symbole adopté est P_L .

3.7 *Puissance réactive spécifique totale*

Puissance réactive totale par unité de masse, en var/kg, mise en jeu par un circuit magnétique coupé, quand l'induction produite par un champ alternatif est sinusoïdale. Elle est la somme arithmétique de la puissance réactive spécifique due au matériau (Q_F) et de celle à l'entrefer (Q_G). Le symbole adopté est Q_s , donc :

$$Q_s = Q_F + Q_G$$

3.8 *Puissance d'excitation spécifique totale*

Puissance apparente totale par unité de masse, en VA/kg, mise en jeu par un circuit magnétique coupé, quand l'induction produite par un champ alternatif est sinusoïdale. Elle est égale au produit de la tension efficace par le courant efficace, divisé par la masse du circuit. Elle est aussi égale à l'addition vectorielle des pertes spécifiques P_L et de la puissance réactive spécifique totale Q_s . Le symbole adopté est S_s , donc :

$$S_s = \sqrt{P_L^2 + Q_s^2}$$

3.9 *Coefficient de foisonnement*

Rapport de la section réelle du matériau à la section calculée, celle-ci étant le produit de la largeur de bande par l'épaisseur d'enroulement. Le symbole adopté est α .

4. **Construction**

4.1 *Matériau*

Alliage en fer-silicium orienté, sous forme de bandes laminées à froid, dont une ou les deux faces sont isolées. Les épaisseurs de bande disponible et les fréquences qui leur sont généralement associées sont indiquées dans le tableau I.

3.4 *E-core loop (E-core)*

A three-phase type of strip-wound cut core consisting of two single-phase loops placed side by side and a third loop, having the same build-up and strip width as these, being wound around them. The resulting assembly has, therefore, three limbs of equal cross-section and two equal windows or coil spaces.

Note. — The term E-core is in common and international use. To avoid confusion it must be emphasized that one E-core consists of two E-shaped parts. A preferable term is E-core loop.

3.5 *Nominal gap length*

A value for the summated axial magnetic lengths of the gaps, given in order that the apparent power expended in those gaps may be calculated.

Notes 1. — The gap length is not subjected to dimensional check.

2. — It is common practice to use the term "gap" in the singular although the single-phase cut core loop possesses two actual gaps and the three-phase cut core loop possesses three actual gaps.

3. — In practice, the leakage flux with the nominal gap is neglected.

3.6 *Specific power loss*

The loss per unit mass of the core in W/kg (W/lb), occurring when the flux density produced by an alternating field is sinusoidal. The symbol adopted is P_{Ls} .

3.7 *Specific total reactive power*

The total reactive power per unit mass of the core in var/kg (var/lb), occurring when the flux density produced by an alternating field is sinusoidal. It is the arithmetic sum of the specific reactive power for the iron path (Q_{Fs}) and the specific reactive power for the gap (Q_{Gs}). The symbol adopted is Q_s , thus :

$$Q_s = Q_{Fs} + Q_{Gs}$$

3.8 *Specific total apparent power*

The total apparent power loss per unit mass of the core in VA/kg (VA/lb), occurring when the flux density produced by an alternating field is sinusoidal. It is the product of the r.m.s. voltage and the r.m.s. current, divided by the core mass. It is also the vector addition of the specific power loss P_{Ls} and the specific total reactive power Q_s . The symbol adopted is S_s , thus :

$$S_s = \sqrt{P_{Ls}^2 + Q_s^2}$$

3.9 *Space factor*

The ratio of the effective iron cross-sectional area of the core to its geometrical area, this latter being the product of the build-up and the strip width. The symbol adopted is α .

4. **Construction**

4.1 *Material*

A cold-reduced grain-oriented silicon-iron alloy in continuous strip form, insulated on one or both sides. Table I gives the material thicknesses available and the frequencies commonly associated with these.

TABLEAU I

Epaisseur nominale de la bande mm	Fréquence Hz
0,28 ... 0,35	50 et 60
0,10	400
0,05 0,025	Au-dessus de 2 000 et techniques d'impulsions

4.2 *Entrefer*

Le circuit magnétique est coupé de manière que le plan de coupure soit perpendiculaire au grand axe du circuit (dimension *B*, tableaux VI et VII, pages 37 et 40).

Notes 1. — Dans les petits circuits, l'entrefer est situé normalement au milieu des branches longues (jambes). Dans les plus grands circuits, l'entrefer peut être situé à un autre endroit sur ces jambes.

2. — La planéité requise des faces de l'entrefer est vérifiée essentiellement par les caractéristiques électriques.

4.3 *Aspect*

A l'état de livraison, les circuits ne doivent pas présenter de traces d'oxydation (rouille) ni de poussière magnétique. La surface extérieure doit présenter un minimum de produit d'imprégnation, mais toutes les bandes doivent être fortement collées et les circuits ne doivent pas avoir de bandes décollées ni de fissure.

Note. — Si la face rectifiée présente des fissures très fines, elle sera considérée comme étant irréprochable pourvu que les bandes ne se décollent pas.

4.4 *Dimensions*

4.4.1 *Spécifications*

Les dimensions et leurs tolérances sont spécifiées dans la section quatre de cette publication.

Note. — Lorsque dans ces tableaux les dimensions sont données en millimètres et en inches, la conversion n'a pas été faite par l'application des règles de conversion recommandées. Les dimensions dans les unités non originales ont été ajoutées pour information et n'entraînent pas nécessairement l'existence de ces types.

4.4.2 *Système général de tolérances*

Voir annexe C.

4.5 *Marquage*

Chaque circuit doit comporter un marquage assurant son identification ainsi que l'assemblage correct des deux demi-circuits lors de leur utilisation.

Si les circuits sont trop petits pour qu'on puisse leur appliquer un marquage lisible, les indications portées sur l'emballage comme indiqué à l'article 5 seront considérées comme suffisantes. Les deux demi-circuits doivent cependant recevoir un repère pour permettre un assemblage correct.

TABLE I

Nominal strip thickness		Frequency Hz
mm	in	
0.28 ... 0.35	0.011 ... 0.014	50 and 60
0.10	0.004	400
0.05 0.025	0.002 0.001	Above 2 000 and pulse applications

4.2 Gap

A core loop is cut along a plane perpendicular to the major axis (dimension *B*, see Tables VI and VII, pages 37 and 40) and to the direction of the strip winding.

Notes 1. — In smaller cores, this cutting plane is centrally placed in relation to the larger window dimension. In larger cores, it may be displaced from this central location with respect to the larger window dimension.

2. — The required flatness of the gap faces is mainly determined by the electrical performance.

4.3 General appearance and condition

Cores shall be supplied in a generally clean condition, free from rust and from magnetic dust. There shall be a minimum amount of bonding agent on core external surfaces but the individual laminations shall be firmly bonded together and the cores shall be free from splits.

Note. — A gap surface may exhibit "hair-line" cracks but provided no delamination occurs it shall be considered free from splits.

4.4 Dimensions

4.4.1 Dimensional specifications

The dimensions and their tolerances are specified in Section Four of this Publication.

Note. — Where in these tables both millimetre and inch dimensions are given, the conversion has not been made by applying recommended conversion rules. The dimensions in the non-original units have been added for information and need not be related to existing types.

4.4.2 Standard tolerancing system

See Appendix C.

4.5 Marking

Each core loop shall be marked to ensure easy identification and to enable users to correctly assemble the two halves together.

If the core loops are too small for legible marking to be made on the cores themselves, the package marking given in Clause 5 shall be deemed sufficient. The core halves shall then bear a marking indicating correct assembly.

L'identification doit comporter :

- a) le nom du fabricant, sa marque déposée ou un autre symbole ;
- b) la lettre indiquant l'épaisseur de bande ; ou
- c) la référence de type si requise par l'acheteur.

Notes 1. — La première colonne des tableaux VI à XI, pages 37 à 49, contient les références des types de circuits. Pour avoir la référence complète d'un circuit, il faut ajouter à la fin du numéro une lettre indiquant l'épaisseur nominale de bande :

W	pour les bandes de 0,28 mm et 0,35 mm
X	pour les bandes de 0,10 mm
Y	pour les bandes de 0,05 mm
Z	pour les bandes de 0,025 mm.

Exemple :

Un circuit de la série Q ayant les dimensions extérieures $A_{\max} \times B_{\max} = 49,6 \text{ mm} \times 92,1 \text{ mm}$, réalisé avec une bande de largeur $D_{\min} = 38,1 \text{ mm}$ et d'épaisseur 0,28 mm, aura la référence Q 8.3 W. La même méthode est utilisée pour les circuits triphasés.

2. — Une méthode possible pour assurer l'assemblage correct consiste à marquer un numéro de série sur chacun des deux demi-circuits, de façon que les numéros se trouvent l'un à côté de l'autre si le circuit est assemblé correctement. Cette méthode est recommandée aussi en vue d'empêcher l'assemblage de deux éléments provenant de circuits différents.

5. Emballage

Chaque circuit doit être emballé de façon à assurer une protection appropriée des faces rectifiées contre l'endommagement mécanique. Ces faces seront protégées contre la rouille par une graisse ou une autre méthode adéquate. Le récipient (caisse, fût) sera muni d'une étiquette comportant les indications suivantes :

- a) le nom du fabricant ; la marque déposée seule ou un autre symbole ne sont pas admis ;
- b) la référence du circuit (voir paragraphe 4.5) ;
- c) la gamme de températures de service ;
- d) le nombre de circuits contenus.

Note. — Dans un récipient ne seront placés que des circuits ayant la même référence.

6. Gammes de températures de fonctionnement

Les circuits conformes à la présente recommandation seront prévus pour une utilisation en régime permanent aux températures indiquées dans le tableau II. Ces températures constituent aussi les limites pour le stockage des noyaux. D'autres gammes de températures peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

TABLEAU II

Code	Gamme de températures
40/125	−40 °C à +125 °C
55/155	−55 °C à +155 °C

SECTION DEUX — CARACTÉRISTIQUES ÉLECTRIQUES

7. Valeurs de base

7.1 Remarque générale

Les caractéristiques électriques d'un circuit magnétique coupé doivent être données par les valeurs maximales admissibles des pertes et de la puissance d'excitation, pour une certaine fréquence et une certaine induction.

The identification marks shall be :

- a) the manufacturer's name, trademark or other symbol ;
- b) the strip thickness code letter ; or
- c) the type reference number when requested by the purchaser.

Notes 1. — In the first column of Tables VI to XI, pages 37 to 49, the type reference numbers of the cores are given. To complete the core reference number it is necessary to add a code letter for the nominal strip thickness, viz. :

- | | |
|---|--------------------------------|
| W | for 0.28 mm and 0.35 mm strips |
| X | for 0.10 mm strips |
| Y | for 0.05 mm strips |
| Z | for 0.025 mm strips. |

Example :

A core of the Series Q with the over-all dimensions $A_{\max} \times B_{\max} = 49.6 \text{ mm} \times 92.1 \text{ mm}$, wound from a strip with width $D_{\min} = 38.1 \text{ mm}$ and thickness 0.28 mm, will bear the reference number Q 8.3 W. This same method is used for three-phase cores.

2. — One suggested method of ensuring correct assembly of the two core halves is the marking of a serial number on each of the two halves in such a position that the two serial numbers are side by side when the core is assembled correctly. This method is also recommended because it prevents assembling of two unrelated core halves.

5. Packaging

Each loop shall be so packed that adequate protection is given to the gap faces to prevent mechanical damage. The gap faces shall also be protected from rusting by the application of a suitable grease or by some alternative method. The container used shall have a suitable label giving :

- a) the manufacturer's name ; the trademark or other symbol alone is not acceptable ;
- b) the core reference number (see Sub-clause 4.5) ;
- c) the operating temperature range ;
- d) the number of core loops it contains.

Note. — Collective packaging may be employed only for cores of the same core reference number.

6. Operating temperature ranges

Cores to this Recommendation shall be suitable for continuous use over one of the temperature ranges according to Table II. This temperature range shall also apply to the storage of these cores. Alternative temperature ranges may be agreed between user and manufacturer.

TABLE II

Code	Temperature range
40/125	−40 °C to +125 °C
55/155	−55 °C to +155 °C

SECTION TWO — ELECTRICAL PERFORMANCE

7. Basic values

7.1 General

The electrical performance of a strip-wound cut core shall be indicated by the maximum permissible power loss and apparent power loss at a specified frequency and flux density.

Ces pertes admissibles seront calculées à partir des valeurs spécifiques données dans le tableau III pour les circuits monophasés et dans le tableau IV, page 16, pour les circuits triphasés.

Il faut remarquer que les valeurs spécifiques de la puissance réactive due au matériau et à l'entrefer (Q_{Fs} et Q_{Gs}) sont données uniquement pour pouvoir calculer la puissance réactive totale pour chaque type de circuit. Ce calcul est nécessaire pour déterminer la puissance apparente totale S .

7.2 Caractéristiques électriques spécifiques pour les circuits monophasés

TABLEAU IIIA
(Système métrique)

Epaisseur nominale de bande	Fréquence f	Induction de crête nominale $\hat{B}$	Pertes spécifiques totales P_{Ls}	Puissance réactive spécifique due	
				Au matériau Q_{Fs}	A l'entrefer Q_{Gs} ¹⁾
mm	Hz	T	W/kg	var/kg	var/kg
0,28 ... 0,35	50	1,7	2,2	13	$\frac{141,5}{l_{F1}}$ ²⁾
0,28 ... 0,35	60	1,5	2,0	3,7	$\frac{132}{l_{F1}}$ ²⁾
0,10	400	1,5	22,0	25	$\frac{881}{l_{F1}}$ ²⁾
0,05 0,025	Ces valeurs feront l'objet d'un accord entre le client et le fabricant				

TABLEAU IIIB
(Système inch-pound)

in	Hz	T	W/lb	var/lb	var/lb
0,011 ... 0,014	50	1,7	1,0	5,895	$\frac{25,26}{l_{F1}}$ ³⁾
0,011 ... 0,014	60	1,5	0,9	1,70	$\frac{23,5}{l_{F1}}$ ³⁾
0,004	400	1,5	10	11,34	$\frac{157,3}{l_{F1}}$ ³⁾
0,002 0,001	Ces valeurs feront l'objet d'un accord entre le client et le fabricant				

Notes. — 1) Ces valeurs correspondent à un entrefer nominal de 30 μm (0,0012 in). D'autres valeurs pour Q_{Gs} peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant. Q_{Gs} est proportionnel à la fréquence, au carré de l'induction et à la longueur de l'entrefer.

2) Dans le tableau IIIA, la longueur de la ligne de force moyenne (l_{F1}) est donnée en cm et calculée comme indiqué à l'article 8. Les valeurs de Q_{Gs} ont été calculées en supposant que l'induction dans l'entrefer est la même que dans le fer.

3) l_{F1} en inches.

These permissible losses shall be calculated from the specific values given in Table III for C-cores and in Table IV, page 17, for E-cores.

It must be emphasized that the specific values of the reactive power for the iron and for the air gap, Q_{Fs} and Q_{Gs} respectively, are given solely for the purpose of calculating the total reactive power for any size of core, such calculation being necessary for the determination of total apparent power S .

7.2 Specific electrical characteristics of C-core loops

TABLE IIIA
(Metric system)

Nominal strip thickness	Frequency f	Nominal peak flux density $\hat{B}$	Specific power loss P_{Ls}	Specific reactive power for the	
				Iron Q_{Fs}	Air gap Q_{Gs} ¹⁾
mm	Hz	T	W/kg	var/kg	var/kg
0.28 ... 0.35	50	1.7	2.2	13	$\frac{141.5}{l_{F1}}$ ²⁾
0.28 ... 0.35	60	1.5	2.0	3.7	$\frac{132}{l_{F1}}$ ²⁾
0.10	400	1.5	22.0	25	$\frac{881}{l_{F1}}$ ²⁾
0.05 0.025	Performance levels to be agreed between user and manufacturer				

TABLE IIIB
(Inch-pound system)

in	Hz	T	W/lb	var/lb	var/lb
0.011 ... 0.014	50	1.7	1.0	5.895	$\frac{25.26}{l_{F1}}$ ³⁾
0.011 ... 0.014	60	1.5	0.9	1.70	$\frac{23.5}{l_{F1}}$ ³⁾
0.004	400	1.5	10	11.34	$\frac{157.3}{l_{F1}}$ ³⁾
0.002 0.001	Performance levels to be agreed between user and manufacturer				

Notes. — 1) These values are based on a nominal gap length of 30 μm (0.0012 in). Other values for Q_{Gs} are to be subject to special agreement between user and manufacturer. Q_{Gs} is proportional to frequency, to flux density squared and to gap length.

2) In Table IIIA, the mean flux path length concerned (l_{F1}) is in cm and is calculated as shown in Clause 8. The values for Q_{Gs} have been calculated on the assumption that the flux density in the air gap is the same as in the iron.

3) l_{F1} in inches.

7.3 Caractéristiques électriques spécifiques pour les circuits triphasés

TABLEAU IVA
(Système métrique)

Epaisseur nominale de bande	Fréquence f	Induction de crête nominale $\hat{B}$	Pertes spécifiques totales P_{Ls}	Puissance réactive spécifique due	
				Au matériau Q_{Fs}	A l'entrefer Q_{Gs} ¹⁾
mm	Hz	T	W/kg	var/kg	var/kg
0,28 ... 0,35	50	1,5	2,1	5,3	$\frac{1,27 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾
0,28 ... 0,35	60	1,5	2,4	5,4	$\frac{1,52 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾
0,10	400	1,3	20	25,0	$\frac{7,6 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾

TABLEAU IVB
(Système inch-pound)

in	Hz	T	W/lb	var/lb	var/lb
0,011 ... 0,014	50	1,5	0,953	2,4	$\frac{8,2 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾
0,011 ... 0,014	60	1,5	1,1	2,47	$\frac{9,8 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾
0,004	400	1,3	9,07	11,34	$\frac{49,0 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾

Notes. — 1) Ces valeurs correspondent à un entrefer nominal de 45 μm . D'autres valeurs pour Q_{Gs} peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

2) Dans le tableau IVA, la section réelle A_{Fe} est donnée en centimètres carrés et la masse m_{Fe} en kilogrammes. Les valeurs correspondantes sont indiquées au tableau IX, pages 45 et 46.

3) A_{Fe} en inches carrés; m_{Fe} en livres.

8. Réalisation des circuits normalisés

8.1 Circuits monophasés

Les valeurs maximales admissibles des pertes et de la puissance d'excitation sont données dans la section quatre, tableau X, page 47. La masse m_{Fe} , la section réelle minimale A_{Fe} et la longueur de la ligne de force moyenne l_{F1} sont données dans la section quatre, tableau VIII, page 42; elles ont été calculées d'après les formules suivantes :

$$m_{Fe} = A_{Fe} \cdot l_{F1} \cdot \rho$$

A_{Fe} , exprimée en centimètres carrés, est déterminée par les dimensions minimales, $D_{\min}$ et $E_{\min}$, selon le tableau VI, page 37, et le coefficient de foisonnement α , dont les valeurs pour les différentes épaisseurs de bande sont données dans le tableau V :

$$A_{Fe} = D_{\min} \cdot E_{\min} \cdot \alpha$$

7.3 Specific electrical characteristics of E-core loops

TABLE IVA
(Metric system)

Nominal strip thickness	Frequency f	Nominal peak flux density $\hat{B}$	Specific power loss P_{Ls}	Specific reactive power for the	
				Iron Q_{Fs}	Air gap Q_{Gs} ¹⁾
mm	Hz	T	W/kg	var/kg	var/kg
0.28 ... 0.35	50	1.5	2.1	5.3	$\frac{1.27 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾
0.28 ... 0.35	60	1.5	2.4	5.4	$\frac{1.52 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾
0.10	400	1.3	20	25.0	$\frac{7.6 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ²⁾

TABLE IVB
(Inch-pound system)

in	Hz	T	W/lb	var/lb	var/lb
0.011 ... 0.014	50	1.5	0.953	2.4	$\frac{8.2 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾
0.011 ... 0.014	60	1.5	1.1	2.47	$\frac{9.8 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾
0.004	400	1.3	9.07	11.34	$\frac{49.0 A_{Fe}}{m_{Fe}}$ ³⁾

Notes. — 1) These values are based on a nominal gap length of 45 μ m (0.0018 in). Other values for Q_{Gs} are to be subject to special agreement between user and manufacturer.

2) In Table IVA, the effective cross-sectional area A_{Fe} is in square centimetres and the mass m_{Fe} is in kilogrammes. The relevant values are given in Table IX, pages 45 and 46.

3) A_{Fe} in square inches; m_{Fe} in pounds.

8. Details of standard sizes

8.1 C-core loops

The maximum permissible values of power loss and total apparent power are given in Section Four, Table X, page 47. The mass m_{Fe} , the effective minimum cross-sectional area A_{Fe} and the mean flux path length l_{F1} are given in Section Four, Table VIII, page 42, and have been calculated using the following formulae :

$$m_{Fe} = A_{Fe} \cdot l_{F1} \cdot \rho$$

A_{Fe} , expressed in square centimetres or square inches respectively, is calculated from the minimum dimensions, D_{min} and E_{min} , according to Table VI, page 37, and the space factor α , the values of which are given in Table V :

$$A_{Fe} = D_{min} \cdot E_{min} \cdot \alpha$$

TABLEAU V
Coefficient de foisonnement

Epaisseur nominale de la bande mm	α
0,28 ... 0,35	0,95
0,10	0,92
0,05 0,025	0,88 0,82

l_{F1} , exprimée en centimètres, est la longueur de la ligne de force moyenne, déterminée par les dimensions données dans le tableau VI, page 37 :

$$l_{F1} = A_{\max} + B_{\max} + F_{\min} + G_{\min} - 1,72 \left(R + \frac{E_{\max}}{2} \right)$$

$\rho = 7,65 \text{ g/cm}^3$ pour le fer-silicium laminé à froid

8.2 Circuits triphasés

Ces valeurs maximales admissibles des pertes et de la puissance d'excitation sont données dans la section quatre, tableau XI, page 49.

La masse m_{Fe} et la section réelle minimale A_{Fe} sont données dans la section quatre, tableau IX, page 45 ; elles ont été calculées d'après les formules suivantes :

$$m_{Fe} = \rho \cdot A_{Fe} [A_{\max} + B_{\max} + 2 F_{\min} + 2 G_{\min} - 0,074 E_{\max} - 2,58 R]$$

A_{Fe} , exprimée en centimètres carrés, est déterminée par les dimensions minimales, $D_{\min}$ et $E_{\min}$, selon le tableau VII, page 40, et le coefficient de foisonnement α , selon le tableau V (voir le paragraphe 8.1) :

$$A_{Fe} = D_{\min} \cdot E_{\min} \cdot \alpha$$

Les autres dimensions, exprimées en centimètres, contenues dans la formule sont données également dans le tableau VII :

$\rho = 7,65 \text{ g/cm}^3$ pour le fer-silicium laminé à froid

Note. — La construction particulière des circuits triphasés ne permet pas de donner la longueur de la ligne de force moyenne, comme pour les circuits monophasés.

SECTION TROIS — ESSAIS

9. Généralités concernant les essais

9.1 Essai de type et essais de réception

9.1.1 Type

Un type comprend des produits de conception identique, fabriqués selon les mêmes techniques, et dont les caractéristiques sont comprises dans la gamme usuelle du fabricant.

Notes 1. — Les caractéristiques comprennent une combinaison de :

- propriétés électriques ;
- dimensions ;
- conditions climatiques ou mécaniques.

2. — Les limites de la gamme de caractéristiques feront l'objet d'un accord entre client et fabricant.

TABLE V
Space factor

Nominal strip thickness		α
mm	in	
0.28 ... 0.35	0.011 ... 0.014	0.95
0.10	0.004	0.92
0.05 0.025	0.002 0.001	0.88 0.82

l_{F1} , expressed in centimetres or inches respectively, is the mean flux path length, calculated from the dimensions given in Table VI, page 37 :

$$l_{F1} = A_{\max} + B_{\max} + F_{\min} + G_{\min} - 1.72 \left(R + \frac{E_{\max}}{2} \right)$$

$\rho = 7.65 \text{ g/cm}^3$ (0.277 lb/in³) for cold-reduced silicon-iron alloy

8.2 E-core loops

The maximum permissible values of power loss and total apparent power are given in Section Four, Table XI, page 49.

The mass m_{Fe} and effective minimum cross-sectional area A_{Fe} are given in Section Four, Table IX, page 45, and have been calculated using the following formulae :

$$m_{Fe} = \rho \cdot A_{Fe} [A_{\max} + B_{\max} + 2 F_{\min} + 2 G_{\min} - 0.074 E_{\max} - 2.58 R]$$

A_{Fe} , expressed in square centimetres or square inches respectively, is calculated from the minimum dimensions, $D_{\min}$ and $E_{\min}$, according to Table VII, page 40, and the space factor α , according to Table V (see Sub-clause 8.1) :

$$A_{Fe} = D_{\min} \cdot E_{\min} \cdot \alpha$$

The other dimensions, expressed in centimetres or inches respectively, used in the formula are also given in Table VII :

$\rho = 7.65 \text{ g/cm}^3$ (0.277 lb/in³) for cold-reduced silicon-iron alloy

Note. — For E-core loops, due to their construction and method of operation, it is not possible to give a mean flux path length as for C-core loops.

SECTION THREE — TESTS

9. General considerations

9.1 Type test and acceptance tests

9.1.1 Type

A type comprises products having similar design features, manufactured by the same techniques and falling within the manufacturer's usual range of ratings for these products.

Notes 1. — Ratings cover the combination of :

- a) electrical ratings ;
- b) dimensions ;
- c) environmental conditions.

2. — The limits of the range of ratings shall be agreed between user and manufacturer.

9.1.2 Essai d'homologation (essai de type)

L'essai d'homologation d'un produit est constitué par l'ensemble des essais à effectuer sur un échantillon appartenant au type spécifié, dans le but de déterminer si les produits d'un fabricant particulier peuvent être considérés comme satisfaisant à la spécification. La liste de ces essais est donnée dans l'annexe A.

9.1.3 Essais de réception

Les essais de réception sont les essais effectués pour décider de la réception d'une fourniture, par accord entre le fabricant et le client. L'accord couvre :

- a) l'effectif de l'échantillon ;
- b) le choix des essais ;
- c) la mesure dans laquelle l'échantillon soumis à l'essai devra être conforme aux exigences des essais choisis dans la spécification.

Note. — En cas de désaccord sur les résultats d'essais, les méthodes d'essais normalisées de la CEI seront utilisées pour les essais de réception.

9.1.4 Essais de contrôle de fabrication

Les essais de contrôle de fabrication sont les essais effectués par le fabricant pour s'assurer que ses produits satisfont à la spécification.

9.1.5 Réalisation des essais

L'effectif de l'échantillon approprié à essayer dans chaque cas particulier dépend du but du contrôle et fera l'objet d'un accord entre client et fournisseur. L'effectif minimal à soumettre à un essai quelconque ne doit pas être inférieur à cinq, à moins d'un accord particulier entre client et fabricant.

La présente recommandation ne fixe pas le nombre de défauts admissibles, celui-ci est en effet considéré comme une prérogative de l'autorité accordant l'approbation d'homologation.

Note. — Une partie d'une gamme complète, ou des produits isolés, prévus dans cette recommandation, peuvent être soumis aux essais d'homologation en vue d'obtenir une homologation limitée.

9.2 Conditions atmosphériques normales de mesure

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions atmosphériques normales d'essai recommandées par la Publication 68-1 de la CEI : Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie : Généralités, c'est-à-dire :

- Température +15 °C à +35 °C.
- Humidité relative 45 % à 75 %.
- Pression atmosphérique 860 mbar à 1 060 mbar.

10. Examen visuel

L'examen visuel comprend la vérification du marquage et de l'aspect. Le marquage doit être conforme aux prescriptions du paragraphe 4.5 et l'aspect aux prescriptions du paragraphe 4.3.

11. Dimensions

11.1 Remarque générale

L'utilisateur d'un type quelconque de circuit magnétique coupé a toujours besoin que trois exigences mécaniques soient remplies. Il faut que :

- a) le circuit entre dans le caniveau ou la carcasse associés ;
- b) la section ne soit pas inférieure à la valeur spécifiée ;
- c) le profil extérieur ne dépasse pas les dimensions maximales spécifiées.

9.1.2 *Type test*

The type test of a product is the complete series of tests given in Appendix A, to be carried out on a number of specimens representative of the type, with the object of determining whether a particular manufacturer's product can be considered to meet the specification.

9.1.3 *Acceptance tests*

Acceptance tests are tests carried out to determine the acceptability of a consignment on the basis of an agreement between customer and manufacturer. The agreement shall cover :

- a) the sample size ;
- b) the selection of tests ;
- c) the extent to which the test specimens shall conform to the requirements for the selected tests of the specification.

Note. — In cases of divergent test results, the IEC standard test methods shall be used for acceptance tests.

9.1.4 *Factory tests*

Factory tests are those tests carried out by the manufacturer to verify that his products meet the specification.

9.1.5 *Application of tests*

The appropriate number of specimens to be tested in any particular case depends upon the purpose of the testing; it shall be agreed upon between user and manufacturer. The minimum number of specimens to be subjected to any single test shall be not less than five, unless otherwise agreed by the user and the manufacturer.

This Recommendation does not specify the number of permissible failures ; this is considered to be the prerogative of the authority giving type approval.

Note. — Part of a full range, or individual items, given in this Recommendation, may be submitted to the type tests in order to obtain a limited type approval.

9.2 *Standard testing conditions*

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at the standard atmospheric conditions for testing as recommended by IEC Publication 68-1, Basic Environmental Testing Procedures, Part 1 : General, viz :

- Temperature +15 °C to +35 °C.
- Relative humidity 45% to 75%.
- Air pressure 860 mbar to 1 060 mbar.

10. **Visual examination**

The visual examination comprises a check on the marking and on the general appearance and condition. The marking shall be in accordance with Sub-clause 4.5 and the general appearance and condition with Sub-clause 4.3.

11. **Dimensions**

11.1 *General*

The user of any type of strip-wound cut core is always concerned about three of the mechanical aspects of the core :

- a) that the core will enter its associated coil former or bobbin ;
- b) that the cross-sectional area is not less than its specified value ;
- c) that the maximum over-all dimensions are not exceeded,

Des petits écarts sur la rectangularité des fenêtres et sur le profil extérieur sont admis, pourvu que les conditions *a*), *b*), *c*) ci-dessus soient remplies.

Dans les paragraphes 11.2, 11.3 et 11.4, des méthodes permettant de vérifier ces conditions sont suggérées.

11.2 *Section*

Les cotes *D* et *E* sont mesurées à des points aussi près que possible de chaque extrémité rectifiée des demi-circuits avec un pied à coulisse ou un calibre. Toutes les jambes de chaque demi-circuit doivent être mesurées de cette manière.

Ces dimensions doivent être comprises entre les valeurs minimales et maximales des tableaux VI et VII, pages 37 et 40. En ce qui concerne la dimension *D*, il est nécessaire de tenir compte du manque de planéité relative. Il ne doit pas être supérieur à $B/150$ (voir figure 1, page 32).

11.3 *Profil extérieur*

Le profil extérieur est vérifié à l'aide d'un calibre parallélépipédique aux dimensions intérieures suivantes, données dans les tableaux VI et VII :

$$\text{Largeur} = A_{\max}$$

$$\text{Longueur} = B_{\max}$$

Les deux demi-circuits, associés conformément aux repères mentionnés dans le paragraphe 4.5, doivent entrer librement dans le calibre.

11.4 *Profil intérieur, cotes D et E maximales*

Les deux demi-circuits étant introduits dans un calibre en forme de tube (les dimensions en sont indiquées dans la figure 2, page 33) doivent se toucher correctement. Chaque jambe sera essayée de cette façon.

Note. — Il est fortement recommandé de prévoir dans le calibre, représenté dans la figure 2, pour la simplicité, comme un tube, des fenêtres permettant de vérifier visuellement la fermeture correcte de tous les entrefers.

12. **Essais climatiques et mécaniques**

12.1 *Froid*

12.1.1 *Vérification initiale*

L'aspect et le marquage sont examinés à l'œil nu. Ils doivent être conformes aux paragraphes 4.3 et 4.5.

12.1.2 *Épreuve*

Les circuits doivent être correctement assemblés et cerclés. L'essai est effectué conformément à l'essai Aa, Froid, de la Publication 68-2-1 de la C.E.I. Les pièces seront maintenues à la température d'essai jusqu'à obtenir de la stabilité thermique mais pendant 2 h au moins, cette température étant égale à la valeur inférieure de la gamme appropriée choisie dans le tableau II, page 12.

12.2 *Huile chaude*

12.2.1 *Vérification initiale*

L'aspect et le marquage sont examinés à l'œil nu. Ils doivent être conformes aux paragraphes 4.3 et 4.5.

Small deviations from rectangularity of the windows and outer profiles are acceptable provided that the conditions a), b) and c) given above are met.

Sub-clauses 11.2 to 11.4 give possible methods of verifying the above conditions.

11.2 *Cross-sectional area*

The dimensions D and E are checked with a caliper gauge as near as possible to each cut face of the core halves. All limbs of each core half shall be so checked.

These dimensions shall lie within the minimum and maximum values given in Tables VI and VII, pages 37 and 40. When considering dimension D , the lack of relative planicity (tilt) should be borne in mind. This tilt shall not exceed $B/150$ (see Figure 1, page 32).

11.3 *Maximum over-all dimensions*

The maximum over-all dimensions are to be verified with the aid of a box-type gauge with the following inner dimensions according to Tables VI or VII :

Width = $A_{\max}$

Length = $B_{\max}$.

The two parts of a complete core loop correctly placed together according to the marking, mentioned in Sub-clause 4.5, shall easily enter the gauge.

11.4 *Minimum window dimensions — Maximum depth and build-up*

With the core inserted into a tube gauge having the dimensions shown in Figure 2, page 33, the core halves shall meet correctly. Each limb of the core loop shall be so checked.

Note. — It is strongly recommended that the design of the gauge, shown in Figure 2 for simplicity as a tube gauge, should be such that when a core is inserted into it, the correct closure of all gaps may be visually confirmed.

12. **Environmental tests**

12.1 *Cold*

12.1.1 *Initial examination*

The general condition and marking of the sample are to be examined visually and shall be in accordance with Sub-clauses 4.3 and 4.5.

12.1.2 *Conditioning*

The core shall be correctly assembled and banded together. The test shall be carried out in accordance with Test Aa, Cold, of IEC Publication 68-2-1, at the lower value of the temperature range selected from Table II, page 13. The samples shall remain at the test temperature until thermal stability is reached but not less than 2 h.

12.2 *Hot oil*

12.2.1 *Initial examination*

The general condition and marking of the sample are to be examined visually and shall be in accordance with Sub-clauses 4.3 and 4.5.

12.2.2 Epreuve

Les circuits doivent être correctement assemblés et cerclés. Ils sont immergés dans une huile de silicone pour transformateur à la température ambiante. Ensuite la température de l'huile est élevée, en un temps compris entre une 1/2 h et 1 h, jusqu'à la valeur supérieure de la gamme appropriée choisie dans le tableau II, page 12, $\pm 2^\circ\text{C}$. Les circuits doivent rester dans l'huile à cette température pendant 24 h, au moins. A la fin de cette période, les circuits sont retirés et on les laisse refroidir dans les conditions atmosphériques normales.

Note. — Propriétés requises pour cette huile :

- Température de service $\geq 160^\circ\text{C}$.
- Stabilité chimique, absence d'acidité.
- Absence de dégagement gazeux et de toxicité.

12.3 Variation de température

12.3.1 Vérification initiale

L'aspect et le marquage sont examinés à l'œil nu. Ils doivent être conformes aux paragraphes 4.3 et 4.5.

12.3.2 Epreuve

Les circuits doivent être correctement assemblés et cerclés. L'essai est effectué conformément à l'essai Na, Variations rapides de température, méthode à deux chambres, de la Publication 68-2-14 de la CEI. Les spécimens sont soumis à cinq cycles d'essai dans les conditions et durées suivantes :

30 min à la température inférieure de la gamme choisie dans le tableau II.

30 min à la température supérieure de la gamme choisie dans le tableau II.

Le passage d'une chambre à l'autre ne doit pas être inférieur à 2 min ni supérieur à 3 min.

12.3.3 Reprise

A la fin de l'épreuve et avant la vérification finale, les circuits sont soumis aux conditions atmosphériques normales.

12.4 Résistance au cerclage

12.4.1 Vérification initiale

L'aspect et le marquage sont examinés à l'œil nu. Ils doivent être conformes aux paragraphes 4.3 et 4.5.

12.4.2 Epreuve

Version a

Le circuit est assemblé par cerclage à l'aide d'une bande d'acier appropriée, placée symétriquement. La bande sera soumise à une tension permettant d'obtenir une pression de 200 N/cm^2 sur une jambe ($D_{\min} \cdot E_{\min}$).

Ensuite la bande de cerclage est enlevée et les deux demi-circuits sont placés à plat entre deux plaques d'acier qui sont donc appliquées sur les flancs. Ceux-ci seront soumis à une pression de 7 N/cm^2 , la surface de référence étant donnée par $l_{F1} \cdot E_{\min}$ pour les circuits monophasés et par

$\frac{m_{Fe}}{\rho \cdot A_{Fe}} \cdot E_{\min}$ pour les circuits triphasés.

12.2.2 Conditioning

The core shall be correctly assembled and banded together. It shall be immersed in silicone transformer oil at ambient temperature. The temperature of the oil is then raised within not less than 1/2 h and not more than 1 h to the upper value of the appropriate range selected from Table II, page 13, $\pm 2^\circ\text{C}$. The core shall be kept in the oil at this temperature for at least 24 h. After this period, the core shall be removed to cool off at normal atmospheric conditions.

Note. — Essential characteristics of the oil :

- Operating temperature $\geq 160^\circ\text{C}$;
- Chemical stability, absence of acid ;
- Absence of volatile or toxic components.

12.3 Temperature cycling

12.3.1 Initial examination

The general condition and marking of the sample are to be examined visually and shall be in accordance with Sub-clauses 4.3 and 4.5.

12.3.2 Conditioning

The core shall be correctly assembled and banded together. The test shall be carried out in accordance with Test Na, Rapid change of temperature, two chamber method, of IEC Publication 68-2-14. The specimens shall be subjected to five test cycles at the following conditions and durations :

30 min at the lower temperature of the range selected from Table II.

30 min at the higher temperature of the range selected from Table II.

The change-over time shall be not less than 2 min and not more than 3 min.

12.3.3 Recovery

After conditioning, the samples shall be brought to standard atmospheric conditions before testing.

12.4 Rigidity

12.4.1 Initial examination

The general condition and marking of the sample are to be examined visually and shall be in accordance with Sub-clauses 4.3 and 4.5.

12.4.2 Conditioning

Version a

A strip-wound cut core shall be banded together by an appropriate steel band, applied centrally. A force is applied to the band so that the pressure related to the cut surface ($D_{\min} \cdot E_{\min}$) is 200 N/cm² (290 lb/in²).

After removal of the band, the two parts of the core are placed between two flat steel plates applied to the sides containing the edges. The core is then subjected to a pressure of 7 N/cm² (10 lb/in²), related to the surface given by $l_{\text{Fl}} \cdot E_{\min}$ for C-core loops and by

$\frac{m_{\text{Fe}}}{\rho \cdot A_{\text{Fe}}} \cdot E_{\min}$ for E-core loops.

Version b (applicable pour des circuits monophasés seulement)

La force est appliquée aux deux parties du circuit par une machine entre deux surfaces souples, par exemple bandes articulées (voir figure 3, page 34).

Note. — Il a été mis en évidence que la résistance au cerclage d'un circuit ayant subi les essais des paragraphes 12.1, 12.2 et 12.3 peut être considérée comme suffisante. Il est donc recommandé d'appliquer l'essai du paragraphe 12.4 seulement dans des cas où des applications spéciales exigent la vérification directe de la résistance au cerclage.

12.5 Vérification finale

Tous les essais climatiques et mécaniques choisis étant effectués, les circuits doivent être examinés ; leur aspect doit être conforme au paragraphe 4.3.

Il doit être vérifié que les circuits sont conformes aux conditions dimensionnelles et électriques spécifiées. L'exigence que le marquage doit rester lisible après les essais climatiques et mécaniques fera l'objet d'un accord entre le client et le fabricant.

13. Essais électriques

13.1 Circuits monophasés

13.1.1 Conditions d'essai

Les faces de l'entrefer des noyaux en essai doivent être propres et exemptes de poussière, copeaux, finition protectrice, etc.

Les mesures doivent être effectuées selon la figure 4a ou 4b, page 35, à l'induction et à la fréquence spécifiées au tableau III, page 14.

Le nombre de spires N_1 et N_2 des enroulements doit être adapté aux appareils de mesure utilisés. L'enroulement de tension N_2 doit être l'enroulement intérieur et entourer le circuit aussi étroitement que possible. La résistance des enroulements doit être aussi basse que possible.

La tension U_2 doit être réglée à la valeur appropriée calculée à partir de la tension par spire U_2^+ conformément aux paragraphes 13.1.2 et 13.1.3. Les valeurs de U_2^+ sont données dans le tableau X, page 47, pour les circuits de types recommandés.

La dérive du facteur de forme de U_2 ne doit pas dépasser 6 %. Cela peut être vérifié de la façon habituelle par des mesures simultanées avec les voltmètres V_1 (pour mesurer la valeur moyenne) et V_2 (pour mesurer la valeur efficace).

Note. — Pour les types non recommandés, on calcule U_2^+ par la formule :

$$U_2^+ = 2 \pi f \cdot A_{Fe} \cdot \frac{\hat{B}}{\sqrt{2}}$$

$\hat{B}$ étant la valeur indiquée au tableau III.

13.1.2 Mesure des pertes totales

Avec le circuit de mesure selon figure 4a, on calcule la tension U_2 par la formule :

$$U_2 = U_2^+ \cdot \frac{N_2}{1 + R_2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right)}$$

Où :

R_2 = résistance de l'enroulement N_2

R_v = résistance du voltmètre V_2

R_w = résistance du circuit de tension du wattmètre

Version b (applicable to C-core loops only)

The force is applied on the two parts of the core by an apparatus with flexible surfaces, e.g. flexible bands (see Figure 3, page 34).

Note. — It must be emphasized that a core having passed the tests of Sub-clauses 12.1, 12.2 and 12.3 can be considered as having sufficient rigidity. Cores should only be submitted to the test of Sub-clause 12.4 when special applications require the direct testing of rigidity.

12.5 Final verification

After all the selected climatic and mechanical tests, the cores shall be examined and their general appearance and condition shall remain in accordance with Sub-clause 4.3.

It shall be verified that the cores meet the specified dimensional and electrical requirements. The requirement that the markings shall remain easily legible after the climatic and mechanical tests shall be subject to agreement between user and manufacturer.

13. Electrical tests

13.1 C-core loops

13.1.1 Test conditions

The gap surfaces of the cores under test shall be clean and free from dust, burrs, protective finish, etc.

The measurements shall be carried out in the measuring circuit according to Figure 4a or 4b, page 35, with the flux density (induction) and at the frequency specified in Table III, page 15.

The number of turns N_1 and N_2 of the windings shall be adapted to the instruments used. The voltage winding N_2 shall be the inner winding and shall be as close as possible to the core. The resistance of both windings shall be as low as possible.

The voltage U_2 shall be adjusted to the appropriate value calculated from the r.m.s. voltage per turn U_2^+ in accordance with Sub-clauses 13.1.2 and 13.1.3. For the preferred core sizes, U_2^+ is given in Table X, page 47.

The deviation of the form factor of U_2 shall not exceed 6%. This can be checked by simultaneous readings of voltmeters V_1 (measuring average voltage) and V_2 (measuring r.m.s. voltage).

Note. — For non-preferred sizes, U_2^+ can be calculated from :

$$U_2^+ = 2 \pi f \cdot A_{Fe} \cdot \frac{\hat{B}}{\sqrt{2}}$$

$\hat{B}$ being the appropriate value according to Table III.

13.1.2 Measurement of total power loss

For the measuring circuit according to Figure 4a, the voltage setting U_2 is calculated from :

$$U_2 = U_2^+ \cdot \frac{N_2}{1 + R_2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right)}$$

Where :

R_2 = d.c. resistance of winding N_2

R_v = resistance of voltmeter V_2

R_w = resistance of voltage circuit of wattmeter ,

La puissance est mesurée avec le wattmètre W , le voltmètre V_1 étant mis hors circuit. Les pertes totales P_L sont calculées à partir de la puissance mesurée P_m par la formule :

$$P_L = \left[1 + R_2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right) \right] \left[\frac{N_1}{N_2} \cdot P_m - U_2^2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right) \right]$$

Si l'on utilise des appareils ayant des circuits de tension à haute impédance d'entrée qui permettent une lecture directe des valeurs de tension et de puissance (par exemple appareils à amplificateur incorporé), ces formules peuvent être simplifiées, soit :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \quad P_L = \frac{N_1}{N_2} \cdot P_m$$

Note. — Quand la lecture directe n'est pas possible, par exemple avec des amplificateurs externes (figure 4b, page 35), il faut tenir compte du gain des amplificateurs.

13.1.3 Mesure de la puissance d'excitation totale

Dans le circuit de mesure selon figure 4a, le wattmètre est déconnecté. La tension se calcule d'après la formule :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \frac{R_v}{R_v + R_2}$$

Le courant primaire I_1 et la tension secondaire U_2 sont mesurés simultanément avec les instruments A et V_2 respectivement, le voltmètre V_1 étant mis hors circuit. La puissance d'excitation totale est dérivée de la formule :

$$S = \frac{N_1}{N_2} \frac{R_v + R_2}{R_v} \cdot U_2 I_1$$

Si la mesure de la tension est effectuée avec un appareil à haute impédance d'entrée et que la tension et le courant peuvent être obtenus par lecture directe (par exemple appareils à amplificateurs incorporés), ces formules peuvent être simplifiées, soit :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \quad S = \frac{N_1}{N_2} \cdot U_2 I_1$$

Note. — Quand la lecture directe n'est pas possible, par exemple avec des amplificateurs externes (figure 4b), il faut tenir compte du gain des amplificateurs.

13.2 Circuits triphasés

13.2.1 Conditions d'essai

Les précautions indiquées au paragraphe 13.1.1 pour les circuits monophasés sont applicables aux circuits triphasés. Les mesures doivent être effectuées suivant la figure 5, page 36, à l'induction et à la fréquence spécifiées au tableau IV, page 16.

Les tensions par spire U_2^+ , qui servent à déterminer les tensions U_2 à appliquer, sont données au tableau XI, page 49, pour les circuits de types recommandés.

La symétrie du réseau d'alimentation à 3 ou 4 fils doit être assurée.

13.2.2 Mesure des pertes

La mesure est effectuée selon la méthode des trois wattmètres (figure 5). La tension induite est mesurée avec un voltmètre connecté aux bornes de l'enroulement secondaire de la jambe centrale du circuit. Les pertes totales sont égales à la somme des pertes dans les trois phases.

13.2.3 Mesure de la puissance d'excitation

Les indications contenues dans le paragraphe 13.1.3 pour les circuits monophasés sont valables à l'exception de la mesure du courant qui est effectuée dans les trois phases. La puissance d'excitation totale est égale à la somme des puissances d'excitation dans chaque phase.

The wattmeter W is read when voltmeter V_1 is disconnected. The total power loss P_L is calculated from the measured power P_m as follows :

$$P_L = \left[1 + R_2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right) \right] \left[\frac{N_1}{N_2} \cdot P_m - U_2^2 \left(\frac{1}{R_v} + \frac{1}{R_w} \right) \right]$$

When the voltage circuits of the instruments show high input impedance and the actual values of voltage and power can be read directly (such as for instruments with incorporated amplifiers), these equations reduce to :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \quad P_L = \frac{N_1}{N_2} \cdot P_m$$

Note. — When no direct reading is possible, e.g. when external amplifiers are used (Figure 4b, page 35), the gain of the amplifiers has to be taken into account.

13.1.3 Measurement of total apparent power

In the measuring circuit according to Figure 4a, the wattmeter is disconnected. The voltage is calculated from :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \frac{R_v}{R_v + R_2}$$

The primary current I_1 and the secondary voltage U_2 are simultaneously measured with A and V_2 respectively, voltmeter V_1 being disconnected. The total apparent power is derived from :

$$S = \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{R_v + R_2}{R_v} U_2 I_1$$

When the voltmeter shows high input impedance and the actual values of voltage and current can be read directly (such as for instruments with incorporated amplifiers), these equations reduce to :

$$U_2 = U_2^+ \cdot N_2 \quad S = \frac{N_1}{N_2} \cdot U_2 I_1$$

Note. — When no direct reading is possible, e.g. when external amplifiers are used (Figure 4b), the gain of the amplifiers has to be taken into account.

13.2 E-core loops

13.2.1 Test conditions

The precautions stipulated in 13.1.1 for C-core loops also apply to E-core loops. The measurements shall be carried out in accordance with Figure 5, page 36, at the flux density and frequency specified in Table IV, page 17.

The voltage per turn U_2^+ , used to determine the voltage U_2 to be applied during the measurement, is given in Table XI, page 49, for the preferred sizes of core.

The three-phase, three-wire or four-wire primary supply system shall be symmetrical.

13.2.2 Measurement of power loss

The measurement is made with the three-wattmeter method (Figure 5). The induced voltage is measured by a voltmeter connected to the terminals of the secondary winding of the middle limb of the core. The total power loss is the sum of the losses of all the phases.

13.2.3 Measurement of apparent power

The method for C-core loops given in Sub-clause 13.1.3 may be applied to E-cores with the exception that the currents of each phase must be measured. The total apparent power is the sum of the apparent power dissipated in the three phases.

SECTION QUATRE — SPÉCIFICATIONS

14. Listes des dimensions

14.1 *Circuits monophasés*

Les modèles recommandés de circuits monophasés sont subdivisés dans les trois séries suivantes :

La série P comprend de très petits circuits d'origine des Etats-Unis d'Amérique.

La série Q est conforme à la série HWR d'une norme du Royaume-Uni. Elle a été incorporée aussi dans les normes d'autres pays, (par exemple d'Allemagne DIN 41309, Série SG, de France CCTU 06-01 B).

La série R est la série SE des normes allemandes DIN 41309, qui comprend des circuits plus gros que ceux contenus dans les séries P et Q.

Les dimensions des circuits monophasés sont spécifiées dans le tableau VI, page 37.

14.2 *Circuits triphasés*

Les modèles recommandés de circuits triphasés sont subdivisés dans les trois séries suivantes :

La série 3 P comprend des petits circuits d'origines française et britannique.

La série 3 Q comprend des circuits de dimensions moyennes d'origine britannique.

La série 3 R comprend des gros circuits d'origine allemande (DIN 41309, série S 3 U).

Les dimensions des circuits triphasés sont spécifiées dans le tableau VII, page 40.

15. Propriétés électriques

Les propriétés électriques sont spécifiées dans les tableaux X et XI, pages 47 et 49.

16. Carcasses et caniveaux

A l'étude.

SECTION FOUR — SPECIFICATIONS

14. **Dimensional lists**

14.1 *C-core loops*

The preferred sizes of C-core loops are divided into three series, as follows :

Series P consists of very small cores of U.S.A. origin.

Series Q is the HWR Series in a U.K. specification. It is also adopted by other countries in their standards (e.g. German standard DIN 41309, Series SG, French standard CCTU 06-01 B).

Series R is the SE-Series of the German standard DIN 41309, giving larger cores than Series P and Q.

The dimensional lists of C-cores are given in Table VI, page 37.

14.2 *E-core loops*

The preferred sizes of E-core loops are divided into three series, as follows :

Series 3 P consists of small cores of French and British origin.

Series 3 Q consists of medium size cores of British origin.

Series 3 R consists of large cores of German origin (DIN 41309, série S 3 U).

The dimensional lists of E-core loops are given in Table VII, page 40.

15. **Electrical properties**

The electrical properties are compiled in Tables X and XI, pages 47 and 49.

16. **Bobbins and coil formers**

Under consideration.

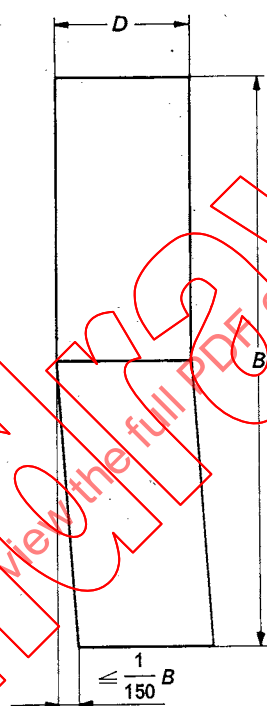
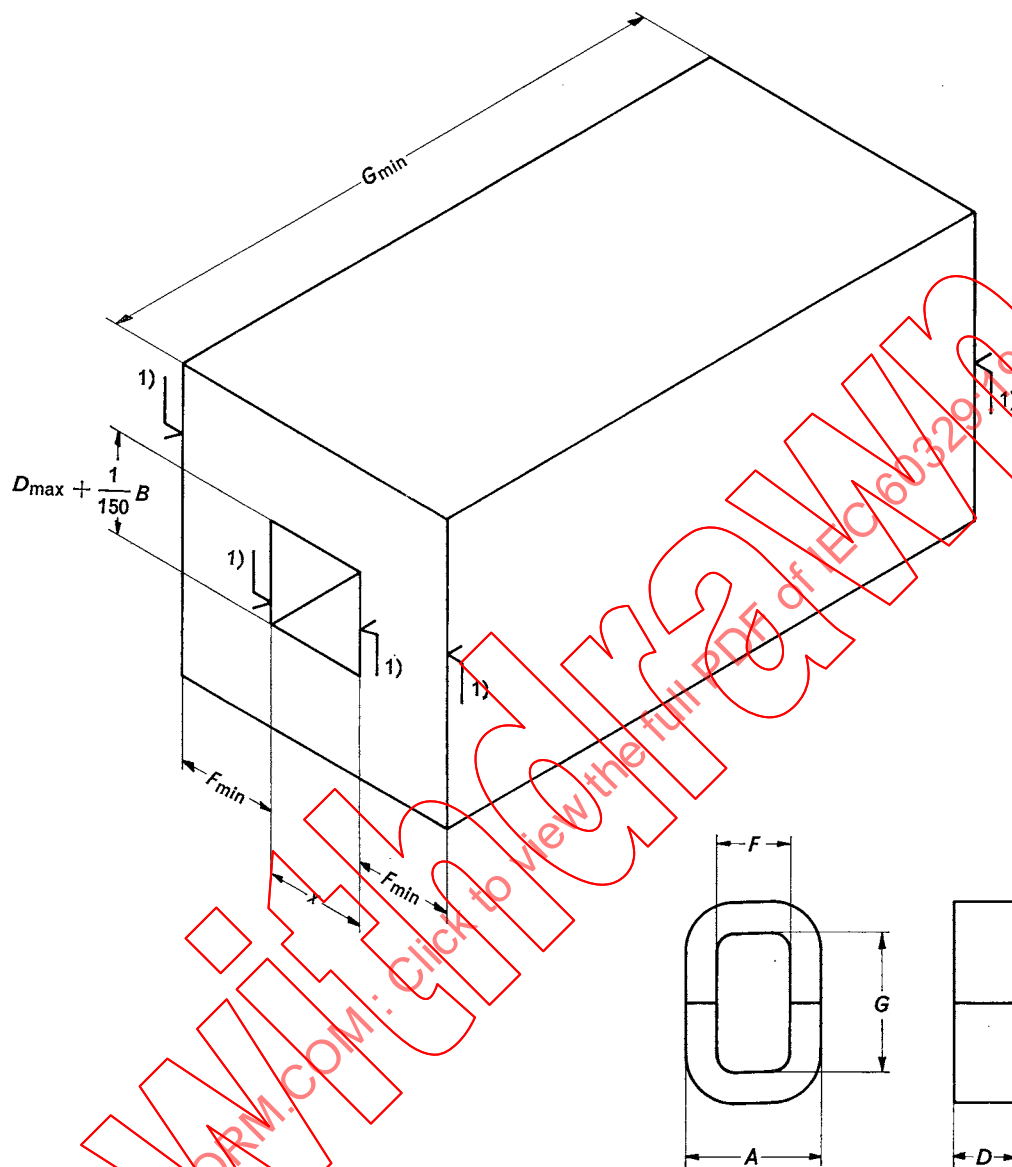


FIG. 1. — Manque de planéité relative.
Tilt.



$$x = \frac{1}{2} (A_{\max} - F_{\min}) \quad \text{pour circuits monophasés} \\ \text{for C-core loops}$$

$$\frac{1}{3} (A_{\max} - 2 F_{\min}) \quad \text{pour circuits triphasés} \\ \text{for E-core loops}$$

¹⁾ Tous ces bords doivent être arrondis ou chanfreinés conformément aux rayons intérieurs spécifiés pour le circuit.

¹⁾ All these edges to be radiused or chamfered to clear corresponding inner radii specified for the core.

FIG. 2. — Calibre en forme de tube.
Tube gauge.

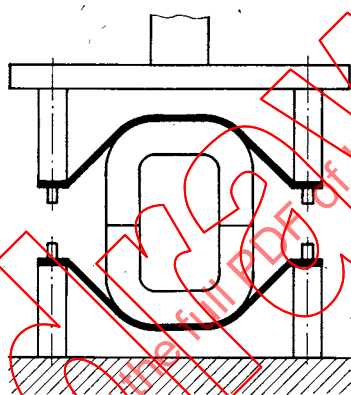


FIG. 3 — Essai de résistance au cerclage.
Rigidity test.

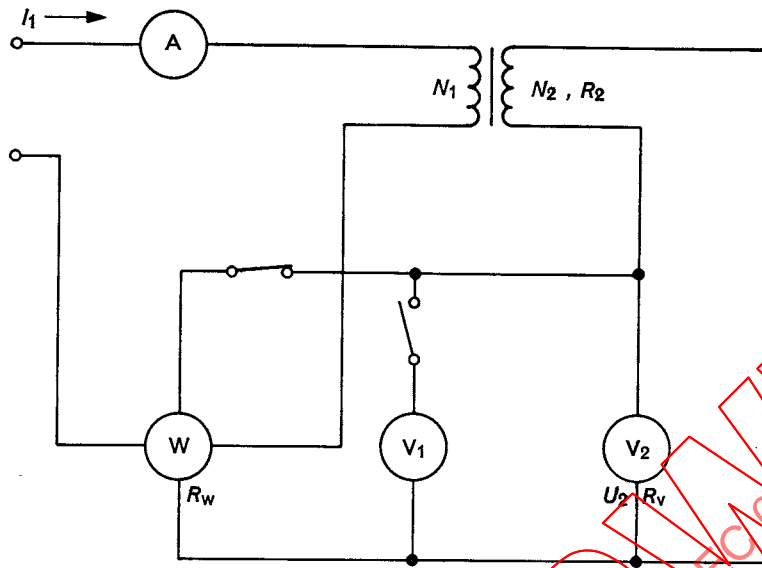


FIG. 4a. — Essais électriques des circuits monophasés, mesure directe.
Electrical tests of C-cores, direct method.

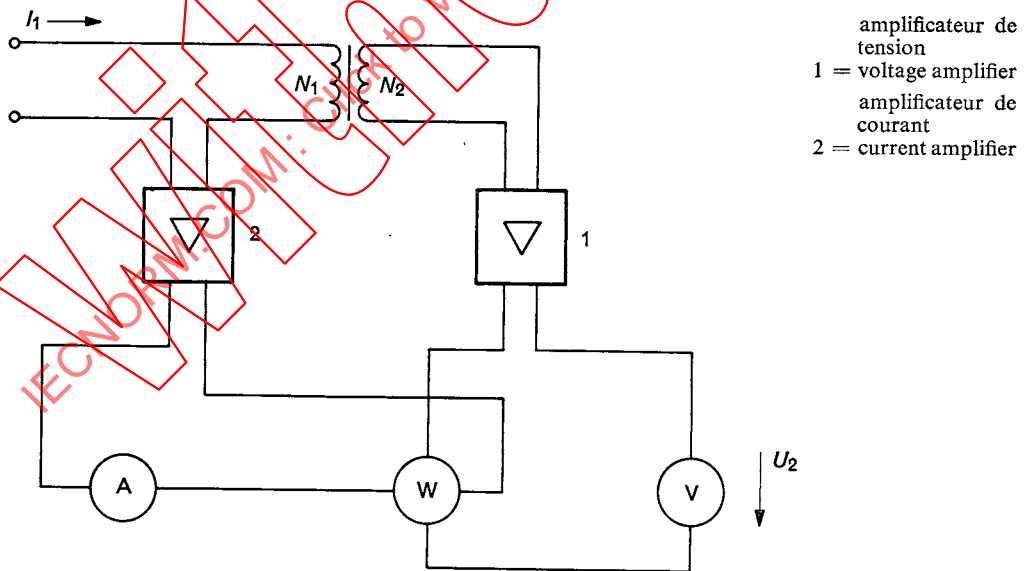


FIG. 4b. — Avec amplificateurs.
With amplifiers.

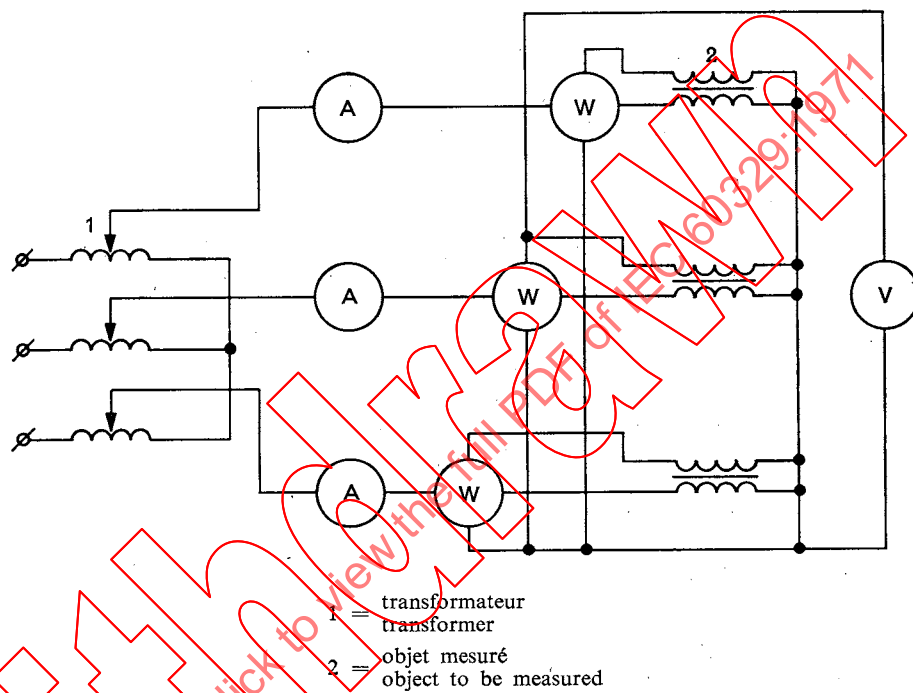


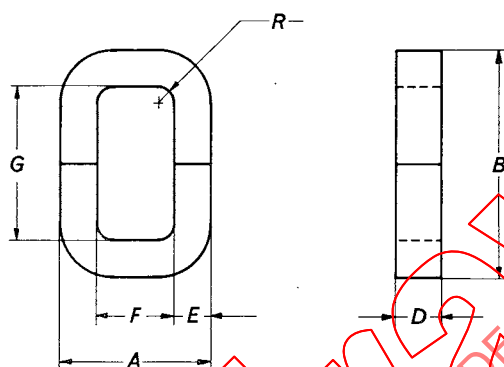
Fig. 5. — Méthode des trois wattmètres.
Three-wattmeter method.

TABLEAU VI

Listes des dimensions des circuits monophasés

TABLE VI

Dimensional lists of C-core loops



Origine }
Origin } USA

Série P
Series

Unité d'origine }
Original unit } inch

Type	$A_{\max}$ mm in	$B_{\max}$ mm in	$D_{\min}$ mm in	$D_{\max}$ mm in	$E_{\min}$ mm in	$E_{\max}$ mm in	$F_{\min}$ mm in	$G_{\min}$ mm in	$R_{\max}$ mm in
P 1.1	7.1 0.281	14.3 0.563	3.2 0.125	4.0 0.156	1.2 0.047	2.0 0.078	2.8 0.109	9.1 0.359	0.8 0.03
2.1	10.3 0.406	17.5 0.688	3.2 0.125	4.0 0.156	2.8 0.109	3.6 0.141	2.8 0.109	9.1 0.359	0.8 0.03
3.1	11.1 0.438	17.5 0.688	6.4 0.250	7.1 0.281	2.8 0.109	3.6 0.141	3.6 0.141	9.1 0.359	0.8 0.03
P 4.1	11.9 0.469	17.5 0.688	3.2 0.125	4.0 0.156	2.8 0.109	3.6 0.141	4.4 0.172	9.1 0.359	0.8 0.03
4.2			6.4 0.250	7.1 0.281					
P 5.1	13.5 0.531	20.6 0.813	6.4 0.250	7.1 0.281	2.8 0.109	3.6 0.141	6.0 0.234	12.3 0.484	0.8 0.03

Fabriqués uniquement en bandes d'épaisseurs de 0,025 mm et 0,05 mm.
Available with 0.025 mm and 0.05 mm (0.001 in and 0.002 in) strips only.

TABLEAU VI (suite)

TABLE VI (continued)

Origine }
Origin } UK Standard DEF 5193, HWR

Série Q
Series Q

Unité d'origine inch
Original unit

Type	$A_{\max}$ mm in	$B_{\max}$ mm in	$D_{\min}$ mm in	$D_{\max}$ mm in	$E_{\min}$ mm in	$E_{\max}$ mm in	$F_{\min}$ mm in	$G_{\min}$ mm in	$R_{\max}$ mm in
Q 1.1* 2.1* 3.1 4.1	21.0 0.828 25.8 1.016 30.6 1.203 32.1 1.266	29.4 1.156 35.7 1.406 43.7 1.719 50.0 1.969	6.4 0.250 7.9 0.313 9.5 0.375 9.5 0.375	7.2 0.28 8.7 0.34 10.3 0.41 10.3 0.41	6.4 0.250 7.9 0.313 9.5 0.375 9.5 0.375	7.2 0.28 8.7 0.34 10.3 0.41 10.3 0.41	6.4 0.250 7.9 0.312 9.5 0.375 11.1 0.438	14.3 0.563 17.5 0.688 22.2 0.875 28.6 1.125	1.0 0.04
Q 5.1 5.2 5.3 5.4	30.6 1.203	56.4 2.219	12.7 0.500 19.0 0.750 25.4 1.000 38.1 1.500	13.5 0.53 19.8 0.78 26.2 1.03 38.9 1.53	7.9 0.313	8.7 0.34	12.7 0.500	38.1 1.500	1.5 0.06
Q 6.1 6.2 6.3 6.4	36.9 1.453	73.0 2.875	12.7 0.500 19.0 0.750 25.4 1.000 31.7 1.250	13.5 0.53 19.8 0.78 26.2 1.03 32.5 1.28	9.5 0.375	10.3 0.41	15.9 0.625	50.8 2.000	
Q 7.1 7.2 7.3 7.4	40.1 1.578	79.4 3.125	19.0 0.750 25.4 1.000 31.7 1.250 38.1 1.500	19.8 0.78 26.2 1.03 32.5 1.28 38.9 1.53	9.5 0.375	10.3 0.41	19.0 0.750	57.2 2.250	
Q 8.1 8.2 8.3 8.4	49.6 1.953	92.1 3.625	22.2 0.875 28.6 1.125 38.1 1.500 50.8 2.000	23.0 0.91 29.4 1.16 38.9 1.53 51.6 2.03	12.7 0.500	13.5 0.53	22.2 0.875	63.5 2.500	3.0 0.12
Q 9.1 9.2 9.3 9.4	62.3 2.453	111.1 4.375	19.0 0.750 28.6 1.125 38.1 1.500 50.8 2.000	19.8 0.78 29.4 1.16 38.9 1.53 51.6 2.03	15.9 0.625	16.7 0.66	28.6 1.125	76.2 3.000	
Q 10.1 10.2 10.3 10.4	75.0 2.953	130.2 5.125	25.4 1.000 38.1 1.500 50.8 2.000 69.8 2.750	26.2 1.03 38.9 1.53 51.6 2.03 71.4 2.81	19.0 0.750	19.8 0.78	34.9 1.375	88.9 3.500	
Q 11.1 11.2	97.2 3.828	169.9 6.687	31.7 1.250 50.8 2.000	32.5 1.28 51.6 2.03	25.4 1.000	26.2 1.03	44.4 1.750	114.3 4.500	

* Fabriqués uniquement en bandes d'épaisseurs de 0,10 mm (et plus minces).
Available with 0.10 mm (0.004 in) strips (and smaller) only.

TABLEAU VI (suite)

Origine } German Standard DIN 41309
Origin }
Série SE
Series

Série R
Series

TABLE VI (continued)

Unité d'origine mm
Original unit

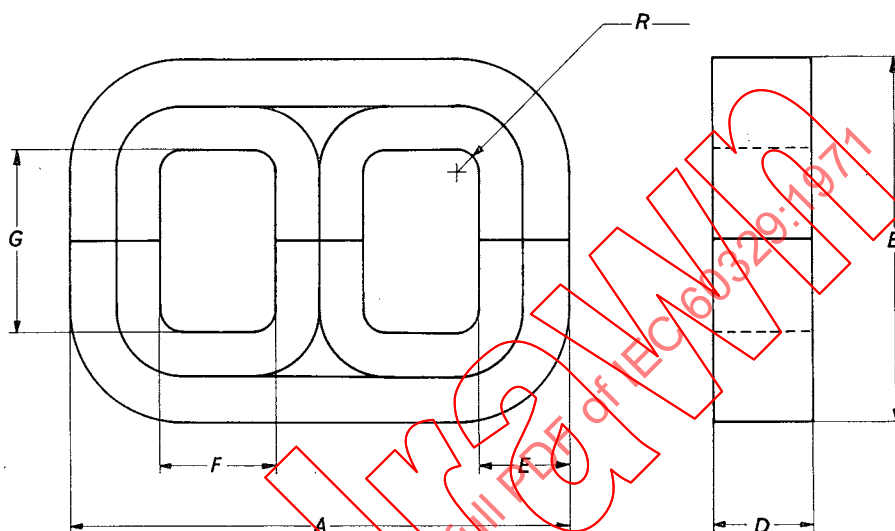
Type	$A_{\max}$ mm in	$B_{\max}$ mm in	$D_{\min}$ mm in	$D_{\max}$ mm in	$E_{\min}$ mm in	$E_{\max}$ mm in	$F_{\min}$ mm in	$G_{\min}$ mm in	$R_{\max}$ mm in
R 1.1 1.2	65.3 2.571	108.8 4.283	36.0 1.417 46.0 1.811	37.2 1.465 47.2 1.858	16.5 0.650	17.4 0.685	30.0 1.181	73 2.874	2.0 0.08
R 2.1 2.2 2.3	75.2 2.961	123.8 4.874	40.0 1.575 50.0 1.969 60.0 2.362	41.2 1.622 51.2 2.016 61.2 2.409	18.9 0.744	19.8 0.780	35.0 1.378	83 3.268	2.0 0.08
R 3.1 3.2 3.3	85.0 3.346	145.8 5.740	54.5 2.146 64.5 2.539 74.5 2.933	56.0 2.205 66.0 2.598 76.0 2.992	21.1 0.831	22.1 0.870	40.0 1.575	100 3.937	3.0 0.12
R 4.1 4.2 4.3	98.2 3.866	186.8 7.354	55.5 2.185 68.5 2.697 83.5 3.287	57.0 2.244 70.0 2.756 85.0 3.346	26.2 1.032	27.3 1.075	42.5 1.673	130 5.118	3.0 0.12
R 5.1 5.2 5.3	116.1 4.571	216.0 8.504	61.5 2.421 77.5 3.051 96.5 3.800	63.0 2.480 79.0 3.110 98.0 3.858	30.8 1.213	32.1 1.264	50.5 1.988	149 5.866	3.0 0.12

TABLEAU VII

Listes des dimensions des circuits triphasés

TABLE VII

Dimensional lists of E-core loops



Origine }
Origin } France/UK

Série 3P
Series 3P

Unité d'origine inch
Original unit

Type	A_{max} mm in	B_{max} mm in	D_{min} mm in	D_{max} mm in	E_{min} mm in	E_{max} mm in	F_{min} mm in	G_{min} mm in	R_{max} mm in
3P 1.1 1.2 1.3	53.0 2.087	45.0 1.771	7.9 0.313 12.7 0.500 15.9 0.625	8.7 0.34 13.5 0.53 16.7 0.66	8.0 0.315	8.8 0.346	13.0 0.512	25.0 0.984	1.6 0.063
3P 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5	65.0 2.560	56.0 2.205	9.5 0.375 12.7 0.500 15.9 0.625 19.0 0.750 22.2 0.875	10.3 0.41 13.5 0.53 16.7 0.66 19.8 0.78 23.0 0.91	10.0 0.394	10.8 0.425	16.0 0.630	32.0 1.260	1.6 0.063
3P 3.1 3.2 3.3	79.5 3.130	67.5 2.657	12.7 0.500 15.9 0.625 19.0 0.750	13.5 0.53 16.7 0.66 19.8 0.78	12.7 0.500	13.5 0.531	19.0 0.750	38.1 1.500	1.6 0.063

TABLEAU VII (suite)

TABLE VII (continued)

Origine }
Origin } UK

Série 3Q
Series

Unité d'origine inch
Original unit

Type	$A_{\max}$ mm in	$B_{\max}$ mm in	$D_{\min}$ mm in	$D_{\max}$ mm in	$E_{\min}$ mm in	$E_{\max}$ mm in	$F_{\min}$ mm in	$G_{\min}$ mm in	$R_{\max}$ mm in
3Q 1	79.5 3.130	67.5 2.657	25.4 1.000	26.2 1.031	12.7 0.500	13.5 0.531	19.0 0.750	38.1 1.50	1.6 0.063
2	92.0 3.622	79.6 3.134	25.4 1.000	26.2 1.031	15.6 0.615	16.6 0.653	20.6 0.813	44.4 1.75	1.6 0.063
3	95.2 3.748	86.2 3.394	28.6 1.125	29.4 1.156	15.6 0.615	16.6 0.653	22.2 0.875	50.8 2.00	1.6 0.063
4	111.1 4.375	99.0 3.898	31.7 1.250	32.5 1.281	18.8 0.740	19.8 0.779	25.4 1.000	57.2 2.25	3.2 0.125
5	127.0 5.000	111.8 4.402	31.7 1.250	32.5 1.281	22.0 0.865	23.0 0.905	28.6 1.125	63.5 2.50	3.2 0.125
6	148.4 5.844	130.8 5.150	31.7 1.250	32.5 1.281	25.1 0.990	26.1 1.027	34.9 1.375	76.2 3.00	3.2 0.125
7	174.2 6.858	156.6 6.165	31.7 1.250	32.5 1.281	31.5 1.240	32.5 1.279	38.1 1.500	88.9 3.50	3.2 0.125
8	206.0 8.109	175.9 6.926	38.1 1.500	38.9 1.531	37.8 1.490	39.0 1.535	44.4 1.750	95.3 3.75	3.2 0.125
9	222.2 8.750	195.3 7.688	41.3 1.625	42.1 1.656	41.0 1.615	42.2 1.661	47.6 1.875	108.0 4.25	3.2 0.125
10	254.7 10.031	221.5 8.719	47.6 1.875	48.4 1.906	47.4 1.865	48.9 1.925	54.0 2.125	120.7 4.75	3.2 0.125
11	286.8 11.292	241.3 9.500	54.0 2.125	55.6 2.188	53.7 2.115	55.2 2.173	60.3 2.375	127.0 5.00	3.2 0.125
12	326.1 12.840	268.2 10.560	60.3 2.375	61.9 2.438	60.1 2.365	61.8 2.434	69.9 2.750	140.0 5.50	3.2 0.125

Origine }
Origin } German Standard DIN 41309
Série S 3 U
Series

Série 3R
Series

Unité d'origine mm
Original unit

Type	$A_{\max}$ mm in	$B_{\max}$ mm in	$D_{\min}$ mm in	$D_{\max}$ mm in	$E_{\min}$ mm in	$E_{\max}$ mm in	$F_{\min}$ mm in	$G_{\min}$ mm in	$R_{\max}$ mm in
3R 1.1 1.2	249.6 9.827	255.6 10.063	49.5 1.95 74.5 2.93	51.2 2.02 76.2 3.00	47.9 1.89	49.4 1.94	50 1.97	154 6.06	3.0 0.12
3R 2.1 2.2	279.6 11.008	286.0 11.260	55.0 2.17 89.0 3.50	57.0 2.24 91.0 3.58	53.7 2.11	55.3 2.18	56 2.20	172 6.77	3.0 0.12
3R 3.1 3.2 3.3	301.0 11.850	307.2 12.095	60.0 2.36 75.0 2.95 90.0 3.54	62.0 2.44 77.0 3.03 92.0 3.62	57.9 2.28	59.7 2.35	60 2.36	184 7.24	3.0 0.12
3R 4.1 4.2 4.3	350.8 13.812	357.2 14.063	69.5 2.74 99.5 3.92 129.5 5.10	71.7 2.82 101.7 4.00 131.7 5.18	67.6 2.66	69.6 2.74	70 2.76	214 8.45	3.0 0.12

TABLEAU VIII

Masses, longueurs de la ligne de force, sections effectives et surfaces de fenêtre des circuits monophasés

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour bandes de 0,05 mm. Pour les bandes de 0,025 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant les valeurs contenues dans le tableau par 0,93 :

TABLE VIII

Mass, flux path lengths, effective cross-sectional areas, and window areas of C-core loops

The values of m_{Fe} and A_{Fe} are given for 0.05 mm (0.002 in) strips. For 0.025 mm (0.001 in) strips, m_{Fe} and A_{Fe} are obtained by multiplying the values given in the Table by 0.93 :

$$\left(0.93 = \frac{\alpha_{0.025}}{\alpha_{0.05}} \right)$$

Type	m_{Fe}		l_{Fl}		A_{Fe}		$A_o^{1)}$	
	g	lb	cm	in	cm ²	in ²	cm ²	in ²
P 1.1	0.77	0.0017	3.02	1.193	0.0334	0.00517	0.254	0.0391
2.1	2.10	0.0045	3.53	1.389	0.0778	0.0120	0.254	0.0391
3.1	4.37	0.0096	3.69	1.453	0.155	0.0240	0.326	0.0506
P 4.1	2.28	0.0050	3.85	1.515	0.0778	0.0120	0.398	0.0617
4.2	4.56	0.0100	3.85	1.515	0.155	0.0240	0.398	0.0617
P 5.1	5.70	0.0126	4.80	1.890	0.155	0.0240	0.731	0.113

Fabriqués uniquement en bandes d'épaisseurs de 0,025 mm et 0,05 mm.

¹⁾ A_o : surface de fenêtre $F_{min} \cdot G_{min}$.

Available with 0.025 mm and 0.05 mm (0.001 in and 0.002 in) strips only.

¹⁾ A_o : window area $F_{min} \cdot G_{min}$.

TABLEAU VIII (suite)

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour bandes de 0,28 mm et 0,35 mm. Pour les bandes de 0,1 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant les valeurs contenues dans le tableau par 0,97 :

TABLE VIII (continued)

The values of m_{Fe} and A_{Fe} are given for 0.28 mm and 0.35 mm (0.011 in and 0.014 in) strips. For 0.1 mm (0.004 inch) strips, m_{Fe} and A_{Fe} are obtained by multiplying the values given in the Table by 0.97 :

$$\left(0.97 = \frac{\alpha_{0.1}}{\alpha_{0.28}} \right)$$

Série R
Series R

Type	m_{Fe}		l_{Fe}		A_{Fe}		$A_o^1)$	
	g	lb	cm	in	cm ²	in ²	cm ²	in ²
R 1.1 1.2	1 117 1 429	2.46 3.15	25.9	10.20	5.64 7.21	0.874 1.117	21.9	3.40
R 2.1 2.2 2.3	1 631 2 040 2 454	3.60 4.50 5.40	29.7	11.69	7.18 8.98 10.80	1.113 1.392 1.674	29.0	4.50
R 3.1 3.2 3.3	2 920 3 424 3 955	6.38 7.55 8.72	34.7	13.66	10.9 12.9 14.9	1.69 2.00 2.32	40.0	6.20
R 4.1 4.2 4.3	4 529 5 579 6 826	9.98 12.30 15.06	42.9	16.89	13.8 17.0 20.8	2.14 2.64 3.22	55.3	8.56
R 5.1 5.2 5.3	6 871 8 665 10 765	15.16 19.10 23.73	49.9	19.65	18.0 22.7 28.2	2.79 3.52 4.38	75.3	11.67

¹⁾ A_o : surface de fenêtre $F_{min} \cdot G_{min}$.

¹⁾ A_o : window area $F_{min} \cdot G_{min}$.

TABLEAU VIII (suite)

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour bandes de 0,28 mm et 0,35 mm. Pour les bandes de 0,1 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant les valeurs contenues dans le tableau par 0,97 ($0,97 = \alpha_{0,1}/\alpha_{0,28}$). Pour les bandes de 0,05 mm et 0,025 mm, les facteurs sont de 0,93 et 0,86.

TABLE VIII (continued)

The values of m_{Fe} and A_{Fe} are given for 0.28 mm and 0.35 mm (0.011 in and 0.014 in) strips. For 0.1 mm (0.004 in), strips m_{Fe} and A_{Fe} are obtained by multiplying the values given in the Table by 0.97 ($0.97 = \alpha_{0,1}/\alpha_{0,28}$). For the strips of 0.05 mm and 0.025 mm, the factors are 0.93 and 0.86 respectively.

Série Q
Series Q

Type	m_{Fe}		l_{Fl}		A_{Fe}		$A_{o(1)}$	
	g	lb	cm	in	cm ²	in ²	cm ²	in ²
Q 1.1*	18.0	0.040	6.32	2.49	0.372	0.058	0.91	0.141
2.1*	34.7	0.077	7.77	3.06	0.582	0.090	1.38	0.215
Q 3.1	63.0	0.139	9.53	3.75	0.862	0.134	2.12	0.328
4.1	73.5	0.162	11.13	4.38	0.862	0.134	3.18	0.492
Q 5.1	94	0.207	12.78	5.03	0.96	0.149	4.8	0.75
5.2	141	0.310			1.44	0.223		
5.3	187	0.413			1.92	0.297		
5.4	281	0.620			2.88	0.446		
Q 6.1	145	0.320	16.54	6.51	1.15	0.178	8.1	1.25
6.2	218	0.480			1.72	0.267		
6.3	291	0.641			2.30	0.356		
6.4	363	0.801			2.87	0.445		
Q 7.1	239	0.527	18.14	7.14	1.72	0.267	10.9	1.688
7.2	319	0.703			2.30	0.356		
7.3	398	0.878			2.87	0.445		
7.4	478	1.054			3.45	0.534		
Q 8.1	432	0.95	21.06	8.29	2.68	0.416	14.1	2.188
8.2	553	1.22			3.45	0.534		
8.3	739	1.63			4.60	0.713		
8.4	989	2.18			6.13	0.950		
Q 9.1	567	1.25	25.86	10.18	2.87	0.445	21.8	3.375
9.2	896	1.98			4.54	0.703		
9.3	1 138	2.51			5.75	0.891		
9.4	1 515	3.34			7.66	1.187		
Q 10.1	1 079	2.38	30.68	12.08	4.60	0.71	31.0	4.81
10.2	1 619	3.57			6.90	1.07		
10.3	2 163	4.77			9.23	1.43		
10.4	2 966	6.54			12.65	1.96		
Q 11.1	2 363	5.21	40.23	15.84	7.68	1.19	50.8	7.87
11.2	3 773	8.32			12.26	1.90		
* Fabriqués uniquement en bandes d'épaisseurs de 0,10 mm et plus minces. m_{Fe} et A_{Fe} sont données directement pour bandes de 0,10 mm. Available with 0.10 mm (0.004 in) strips and smaller only. m_{Fe} and A_{Fe} are directly given for 0.10 mm strips.								

¹⁾ A_O : surface de fenêtre $F_{min} \cdot G_{min}$.

¹⁾ A_O : window area $F_{min} \cdot G_{min}$.

TABLEAU IX

Masses, sections effectives et surfaces de fenêtre
des circuits triphasés

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour
bandes de 0,28 mm et 0,35 mm. Pour les bandes
de 0,1 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant
les valeurs contenues dans le tableau par 0,97 :

$$\left(0.97 = \frac{\alpha_{0.1}}{\alpha_{0.28}}\right)$$

Série 3P
Series

Type	m_{Fe}		A_{Fe}		$A_o^{1)}$	
	kg	lb	cm ²	in ²	cm ²	in ²
3P 1.1	0.078	0.171	0.60	0.0931	3.25	0.504
1.2	0.125	0.276	0.96	0.150		
1.3	0.156	0.344	1.21	0.187		
3P 2.1	0.146	0.323	0.90	0.140	5.12	0.794
2.2	0.196	0.432	1.21	0.187		
2.3	0.245	0.540	1.51	0.234		
2.4	0.293	0.646	1.80	0.280		
2.5	0.342	0.755	2.11	0.327		
3P 3.1	0.300	0.661	1.53	0.237	7.25	1.125
3.2	0.376	0.828	1.92	0.297		
3.3	0.450	0.992	2.29	0.356		

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour
bandes de 0,28 mm et 0,35 mm. Pour les bandes
de 0,1 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant
les valeurs contenues dans le tableau par 0,97 :

$$\left(0.97 = \frac{\alpha_{0.1}}{\alpha_{0.28}}\right)$$

Série 3Q
Series

Type	m_{Fe}		A_{Fe}		$A_o^{1)}$	
	kg	lb	cm ²	in ²	cm ²	in ²
3Q 1	0.60	1.32	3.06	0.475	7.25	1.12
2	0.85	1.88	3.77	0.584	9.18	1.42
3	1.04	2.30	4.24	0.657	11.3	1.75
4	1.59	3.50	5.67	0.879	14.5	2.25
5	2.10	4.62	6.65	1.03	18.1	2.81
6	2.86	6.30	7.60	1.18	26.6	4.13
7	4.17	9.19	9.50	1.47	33.9	5.25
8	6.80	15.0	13.7	2.12	42.4	6.56
9	8.81	19.4	16.1	2.49	51.5	7.97
10	13.3	29.4	21.4	3.32	65.1	10.10
11	18.8	41.4	27.6	4.27	76.6	11.88
12	26.4	58.1	34.4	5.34	97.6	15.13

¹⁾ A_o : surface d'une fenêtre $F_{min} \cdot G_{min}$.

¹⁾ A_o : area of one window $F_{min} \cdot G_{min}$.

TABLEAU IX (suite)

Les valeurs de m_{Fe} et A_{Fe} sont données pour bandes de 0,28 mm et 0,35 mm. Pour les bandes de 0,1 mm, m_{Fe} et A_{Fe} se calculent en multipliant les valeurs contenues dans le tableau par 0,97 :

TABLE IX (continued)

The values of m_{Fe} and A_{Fe} are given for 0.28 mm and 0.35 mm (0.011 in and 0.014 in) strips. For 0.1 mm (0.004 in) strips, m_{Fe} and A_{Fe} are obtained by multiplying the values given in the Table by 0.97 :

$$\left(0.97 = \frac{\alpha_{0.1}}{\alpha_{0.28}} \right)$$

Série 3R
Series 3R

Type	m_{Fe}		A_{Fe}		$A_o^{1)}$	
	kg	lb	cm ²	in ²	cm ²	in ²
3R 1.1	15.5	34.2	22.5	3.49	77	11.9
1.2	23.4	51.6	33.9	5.25		
3R 2.1	21.7	47.9	28.1	4.35	96	14.9
2.2	35.1	77.1	45.4	7.04		
3R 3.1	27.4	60.5	33.0	5.12	110	17.0
3.2	34.2	75.4	41.3	6.39		
3.3	41.1	90.5	49.5	7.67		
3R 4.1	43.1	95.1	44.6	6.92	150	23.2
4.2	61.7	136.1	63.9	9.90		
4.3	80.4	177.0	83.1	12.90		

¹⁾ A_o : surface d'une fenêtre $F_{min} \cdot G_{min}$.

¹⁾ A_o : area of one window $F_{min} \cdot G_{min}$.

TABLEAU X

Pertes maximales admissibles et puissances
d'excitation des circuits monophasés

TABLE X

Maximum admissible power losses and apparent
power of C-core loops

Série Q¹⁾
Series

Bandes de 0,28 mm et 0,35 mm essayées à 1,7 T ; 50 Hz

0.28 mm and 0.35 mm (0.011 in and 0.014 in) strips tested
at 1.7 T ; 50 Hz

Bandes de 0,10 mm essayées à 1,5 T ; 400 Hz

0.10 mm (0.004 in) strips tested at 1.5 T ; 400 Hz

Type	U_2^+ mV/spire turn	P_L W	S VA
Q 3.1	32.6	0.14	1.8
4.1	32.6	0.16	1.9
Q 5.1	36.3	0.21	2.3
5.2	54.4	0.31	3.4
5.3	72.6	0.41	4.5
5.4	109.0	0.62	6.8
Q 6.1	43.5	0.32	3.1
6.2	65.0	0.48	4.7
6.3	87.0	0.64	6.3
6.4	108.0	0.80	7.9
Q 7.1	65	0.53	5.0
7.2	87	0.70	6.7
7.3	108	0.88	8.3
7.4	130	1.05	10.0
Q 8.1	101	0.95	8.6
8.2	130	1.22	11.0
8.3	174	1.63	14.7
8.4	232	2.18	19.6
Q 9.1	108	1.25	10.5
9.2	172	1.98	16.7
9.3	217	2.50	21.1
9.4	290	3.33	28.2
Q 10.1	174	2.37	19.1
10.2	260	3.56	28.7
10.3	349	4.76	38.4
10.4	478	6.53	52.7
Q 11.1	290	5.20	39.4
11.2	463	8.30	62.8

Type	U_2^+ mV/spire turn	P_L W	S VA
Q 1.1	99	0.40	3.0
2.1	155	0.76	4.9
3.1	223	1.34	7.3
4.1	223	1.57	7.6
Q 5.1	249	2.01	8.8
5.2	373	3.01	13.2
5.3	497	3.99	17.5
5.4	745	6.00	26.3
Q 6.1	298	3.09	11.4
6.2	445	4.65	17.2
6.3	595	6.21	22.9
6.4	742	7.75	28.6
Q 7.1	445	5.10	17.8
7.2	595	6.81	23.8
7.3	742	8.50	29.6
7.4	893	10.2	35.6
Q 8.1	693	9.2	29.5
8.2	893	11.8	37.8
8.3	1 190	15.8	50.5
8.4	1 586	21.1	67.4
Q 9.1	742	12.1	34.7
9.2	1 174	19.2	54.9
9.3	1 488	24.3	69.5
9.4	1 982	32.3	92.6
Q 10.1	1 190	23.0	60.7
10.2	1 785	34.5	90.9
10.3	2 388	46.2	122.0
10.4	3 273	63.3	167.0
Q 11.1	1 987	50.4	119.0
11.2	3 172	80.5	189.0

¹⁾ Voir la note à la page 48.

¹⁾ See Note on page 48.