

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60732

Première édition
First edition
1982-01

**Méthodes de mesure pour noyaux cylindriques,
noyaux tubulaires et noyaux à vis en oxydes
magnétiques**

**Measuring methods for cylinder cores, tube cores
and screw cores of magnetic oxides**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60732: 1982

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60732

Première édition
First edition
1982-01

**Méthodes de mesure pour noyaux cylindriques,
noyaux tubulaires et noyaux à vis en oxydes
magnétiques**

**Measuring methods for cylinder cores, tube cores
and screw cores of magnetic oxides**

© IEC 1982 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
3. Fréquence de mesure	8
4. Tension de mesure	8
5. Bobines de mesure	8
6. Procédé de mesure	18

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
3. Measuring frequency	9
4. Measuring voltage	9
5. Measuring coils	9
6. Measurement procedure	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE POUR NOYAUX CYLINDRIQUES, NOYAUX
TUBULAIRES ET NOYAUX À VIS EN OXYDES MAGNÉTIQUES

PRÉAMBULE

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

PRÉFACE

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

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1975. A la suite de cette réunion, un projet, document 51(Bureau Central)187, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1976. Des modifications, document 51(Bureau Central)211, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en février 1978.

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

Afrique du Sud (République d')	Inde
Allemagne	Japon
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Brésil	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Hongrie	Yougoslavie

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s 220:	Dimensions des tubes et petits bâtonnets en oxydes ferromagnétiques.
221:	Dimensions des vis magnétiques en oxydes ferromagnétiques.
250:	Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises).
317-4:	Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Quatrième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé soudable.
317-11:	Onzième partie: Fils en cuivre émaillé toronnés sous guipage soie.
492:	Méthodes de mesure des bâtonnets d'antenne.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MEASURING METHODS FOR CYLINDER CORES, TUBE CORES AND SCREW CORES OF MAGNETIC OXIDES

FOREWORD

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

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 51: Magnetic Components and Ferrite Materials.

A first draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1975. As a result of this meeting, a draft, Document 51(Central Office)187, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1976. Amendments, Document 51(Central Office)211, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1978.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Poland
Belgium	Romania
Brazil	South Africa (Republic of)
Canada	Spain
Denmark	Sweden
Egypt	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Hungary	Socialist Republics
India	United Kingdom
Japan	United States of America
Netherlands	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos. 220:	Dimensions of Tubes, Pins and Rods of Ferromagnetic Oxides.
221:	Dimensions of Screw Cores made of Ferromagnetic Oxides.
250:	Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths.
317-4:	Specifications for Particular Types of Winding Wires, Part 4: Self-fluxing Enamelled Round Copper Wires.
317-11:	Part 11: Bunched Enamelled Copper Wires with Silk Covering.
492:	Measuring Methods for Aerial Rods.

MÉTHODES DE MESURE POUR NOYAUX CYLINDRIQUES, NOYAUX TUBULAIRES ET NOYAUX À VIS EN OXYDES MAGNÉTIQUES

1. Domaine d'application

La présente norme décrit les méthodes de mesure des propriétés magnétiques des noyaux cylindriques, noyaux tubulaires et noyaux à vis en fonction de l'inductance L et du facteur de qualité Q d'une bobine spécifiée contenant le noyau d'essai, la position du noyau étant également spécifiée par rapport à la bobine.

Pour les essais, les noyaux sont normalement contrôlés au moyen de mesures comparatives par rapport à un noyau étalon.

Cette norme couvre des noyaux ayant jusqu'à 45 mm de longueur et 8,5 mm de diamètre à des fréquences allant jusqu'à 100 MHz. Les caractéristiques dimensionnelles de tels noyaux font l'objet de la Publication 220 de la CEI: Dimensions des tubes et petits bâtonnets en oxydes ferromagnétiques, et de la Publication 221 de la CEI: Dimensions des vis magnétiques en oxydes ferromagnétiques.

La détermination des propriétés magnétiques des bâtonnets d'antenne en ferrites fait l'objet de la Publication 492 de la CEI: Méthodes de mesure des bâtonnets d'antenne.

2. Définitions

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

2.1 Inductance

L'inductance L est l'inductance d'une bobine de mesure spécifiée dans laquelle est placé le noyau:

$$L = \mu_{\text{app}} \cdot L_0$$

où:

μ_{app} = perméabilité apparente du noyau

L_0 = inductance de la bobine de mesure sans noyau

2.2 Facteur de qualité

Le facteur de qualité Q est le quotient de la réactance ωL_s par la résistance de pertes totales R_s quand l'impédance de la bobine est représentée par un montage série d'une réactance et d'une résistance, ou le quotient de la résistance de pertes totales R_p par la réactance ωL_p quand elle est représentée par un montage parallèle, c'est-à-dire:

$$Q = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{R_p}{\omega L_p} = \frac{1}{\tan \delta}$$

MEASURING METHODS FOR CYLINDER CORES, TUBE CORES AND SCREW CORES OF MAGNETIC OXIDES

1. Scope

This standard describes methods of measuring the magnetic properties of cylinder, tube and screw cores in terms of the inductance L and quality factor Q of a specified coil containing the test core in a specified position relative to it.

For test purposes, cores are normally assessed by means of comparative measurements against a standard core.

This standard covers cores up to 45 mm in length and up to 8.5 mm in diameter at frequencies up to 100 MHz. The dimensional characteristics of such cores are the subject of IEC Publication 220: Dimensions of Tubes, Pins and Rods of Ferromagnetic Oxides, and IEC Publication 221: Dimensions of Screw Cores made of Ferromagnetic Oxides.

The determination of the magnetic properties of ferrite rod aeriels forms the subject of IEC Publication 492: Measuring Methods for Aerial Rods.

2. Definitions

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

2.1 Inductance

The inductance L is the inductance of a specified measuring coil placed on the core:

$$L = \mu_{\text{app}} \cdot L_0$$

where:

μ_{app} = apparent permeability of the core

L_0 = inductance of the measuring coil without core

2.2 Quality factor

The quality factor Q is the ratio of the reactance ωL_s to the loss resistance R_s , when the impedance of the coil is represented by a series combination of a reactance and a resistance, or the ratio of the total loss resistance R_p to the reactance ωL_p , when represented by a parallel combination, i.e.:

$$Q = \frac{\omega L_s}{R_s} = \frac{R_p}{\omega L_p} = \frac{1}{\tan \delta}$$

où:

ω = pulsation = $2\pi f$

δ = angle de pertes correspondant

Notes 1. — La réactance et la résistance sont celles de la bobine de mesure dans laquelle est placé le noyau, à la fréquence spécifiée f .

Les relations entre les valeurs des caractéristiques sont:

$$R_p = R_s (1 + Q^2)$$

$$L_p = L_s (1 + 1/Q^2)$$

Si $Q > 10$, ces expressions sont voisines de:

$$R_p \approx R_s Q^2$$

$$L_p \approx L_s = L$$

$$Q \approx \frac{\omega L}{R_s} \approx \frac{R_p}{\omega L}$$

2. — Le facteur de qualité de la bobine de mesure sans noyau est désigné par Q_0 (voir les tableaux III à VI).

3. Fréquence de mesure

3.1 Inductance L

Les bobines de mesure, spécifiées dans le tableau II, ont été conçues pour permettre la mesure des noyaux à une fréquence comprise entre 10 kHz et 100 kHz. Il est cependant permis d'utiliser la bobine spécifiée dans le tableau III pour mesurer l'inductance à 0,5 MHz ou 1,5 MHz en combinaison avec la mesure de Q , bien que la précision obtenue ne soit pas aussi grande.

3.2 Facteur de qualité Q

Pour la mesure du facteur de qualité Q du noyau dans la bobine jusqu'à 100 MHz, les fréquences doivent être choisies dans la série: 0,5 MHz, 1,5 MHz, 10 MHz, 40 MHz et 100 MHz. Le nombre de spires doit être déterminé de façon que la capacité d'accord se trouve à l'intérieur de la gamme 10 pF à 400 pF.

4. Tension de mesure

Les noyaux doivent être mesurés à basse induction (dans la zone de Rayleigh). La valeur efficace de la tension U appliquée aux bornes de la bobine de mesure ne doit donc pas dépasser les valeurs suivantes:

f (MHz)	0,01	0,1	0,5	1,5	10	40	100
U (V)	0,02	0,2	1,0	3	20	80	80

Note. — Aux fréquences plus élevées, il peut être préférable de spécifier des tensions beaucoup moins élevées que celles indiquées dans ce tableau.

5. Bobines de mesure

5.1 Deux séries de bobines de mesure sont spécifiées: l'une pour la mesure de l'inductance L et l'autre pour la mesure du facteur de qualité Q . Cette dernière peut aussi être utilisée pour la mesure de l'inductance L .

where:

ω = angular frequency = $2\pi f$

δ = corresponding loss angle

Notes 1. — The reactance and resistance refer to a specified measuring coil placed on the core and to a specified measuring frequency f .

The relations between the characteristic quantities are:

$$R_p = R_s (1 + Q^2)$$

$$L_p = L_s (1 + 1/Q^2)$$

If $Q > 10$, these expressions approximate to:

$$R_p \approx R_s Q^2$$

$$L_p \approx L_s = L$$

$$Q \approx \frac{\omega L}{R_s} \approx \frac{R_p}{\omega L}$$

2. — The quality factor of the measuring coil without core is designated Q_0 (see Tables III to VI).

3. Measuring frequency

3.1 Inductance L

The measuring coils specified in Table II have been designed to allow the cores to be measured at a frequency between 10 kHz and 100 kHz. It is permissible to use the coil specified in Table III to measure the inductance at 0.5 MHz or 1.5 MHz in combination with a measurement of Q , if desired, although the resultant accuracy may not be as great.

3.2 Quality factor Q

For the measurement of the quality factor Q of the core in the coil up to 100 MHz, the measuring frequency shall be chosen from the series 0.5 MHz, 1.5 MHz, 10 MHz, 40 MHz and 100 MHz. The number of turns shall be chosen so that the tuning capacitance lies within the range from 10 pF to 400 pF.

4. Measuring voltage

The cores shall be measured at low flux density (within the Rayleigh region). The r.m.s. values of voltage U applied to the measuring coil shall therefore not exceed the following values:

f (MHz)	0.01	0.1	0.5	1.5	10	40	100
U (V)	0.02	0.2	1.0	3	20	80	80

Note. — At the higher frequencies, it may be preferable to specify voltages much lower than those shown in this table.

5. Measuring coils

- 5.1 Two series of measuring coils are specified: one series for the measurement of the inductance L , the other for the measurement of the quality factor Q . The latter may also be used for the measurement of the inductance L .

Chaque bobine est constituée par un bobinage réalisé sur un mandrin protégé par un tube et monté sur un support.

La figure 1 donne un exemple possible de construction.

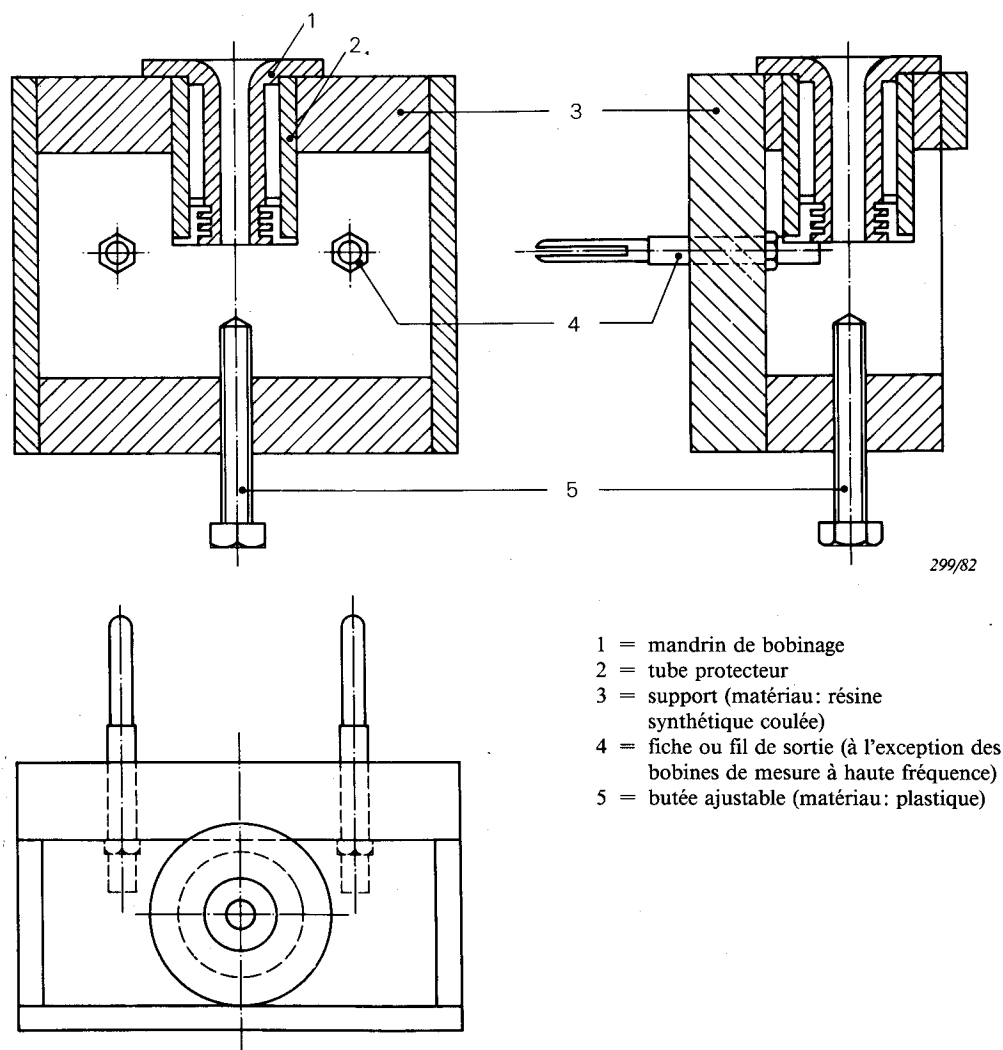


FIG. 1. — Exemple de construction d'une bobine de mesure.

- 5.2 Le mandrin doit être fabriqué en matériau* à faibles pertes, résistant à l'abrasion et ayant un point de ramollissement Vicat d'au moins 90 °C (mesuré dans l'air, conformément à la Norme ISO 306), par exemple en polycarbonate. Les dimensions des mandrins (pour les deux bobines de mesure de l'inductance et du facteur de qualité) doivent être conformes aux valeurs données dans le tableau I.

Note. — Le matériau du tube de protection peut être en résine acrylique ou en résine synthétique coulée.

* Pour les besoins de la présente norme, un matériau ayant une $\tan \delta$ ne dépassant pas 150×10^{-4} à 1 MHz (conformément à la Publication 250 de la CEI: Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques ondes métriques comprises), peut être considéré comme un matériau à faibles pertes.

Each individual coil consists of a winding made on a former protected by a tube and mounted in a fixture.

An example of a possible construction is given in Figure 1.

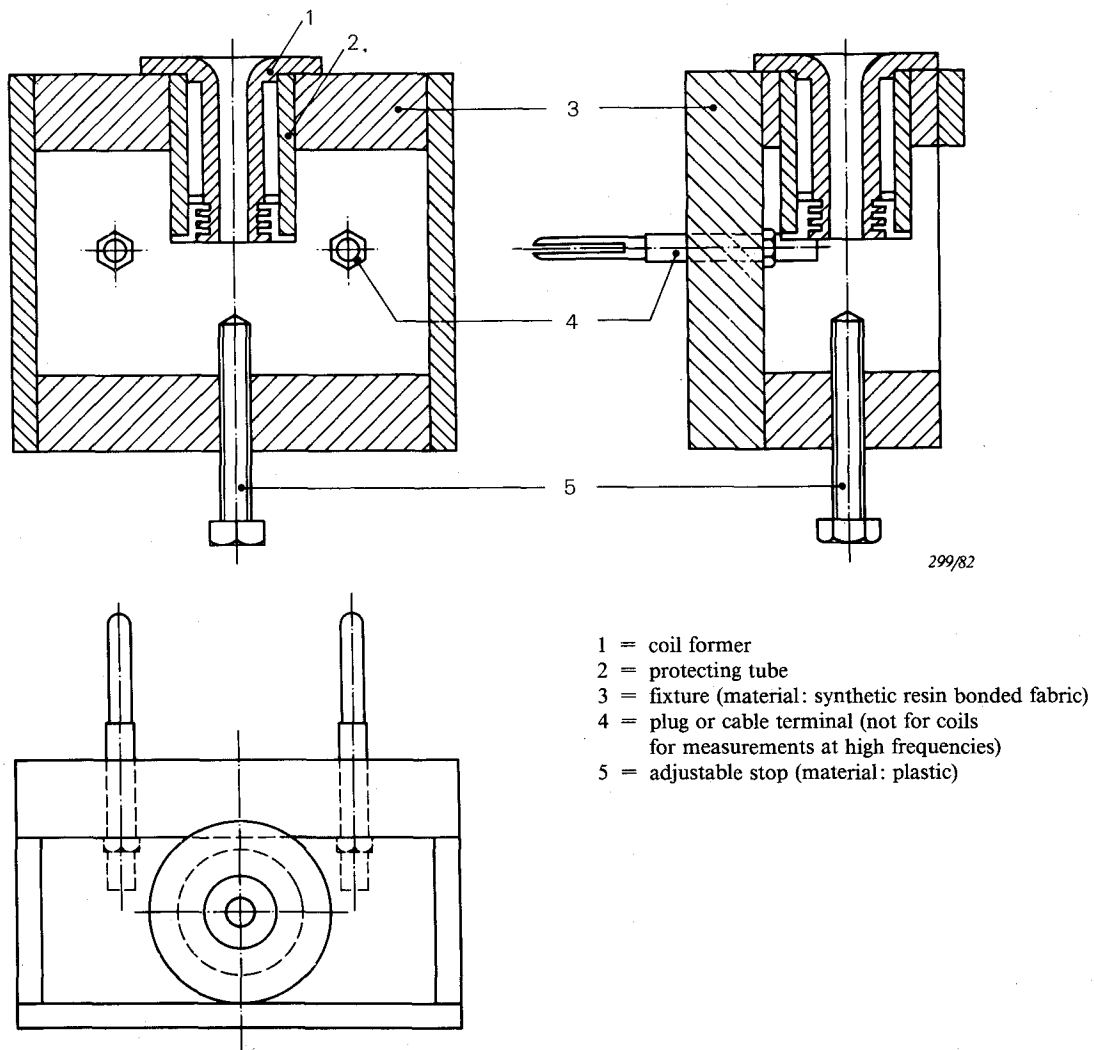


FIG. 1. — Example of the construction of a measuring coil.

- 5.2 The coil former shall be of a low-loss material* which is resistant to abrasion and has a Vicat softening point not less than 90 °C (in accordance with ISO Standard 306, measured in air), for example of polycarbonate. The dimensions of coil formers (for both inductance and quality factor measurements) shall conform to the values given in Table I.

Note. — The material of the protecting tube may be either acrylic resin or bonded fabric.

* For the purpose of this standard, a material with a $\tan \delta$ not exceeding 150×10^{-4} measured at 1 MHz (according to IEC Publication 250: Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies including Metre Wavelengths), can be considered to be a low-loss material.

TABLEAU I

Dimensions des mandrins de bobinage de la figure 2 (en millimètres)

Référence de bobine	d_1	d_2	d_3	d_4
1,7	1,7	2,5	8	4,5
2,2	2,2	3	8	5
2,7	2,7	3,5	8,5	5,5
3,2	3,2	4	8,5	6
3,7	3,7	4,5	9	6,5
4,2	4,2	5	9	7
4,7	4,7	5,5	9,5	7,5
5,2	5,2	6	10	8
5,7	5,7	6,5	10,5	8,5
6,2	6,2	7	11	9
6,7	6,7	7,5	11,5	9,5
7,7	7,7	8,5	12,5	10,5
8,7	8,7	9,5	13,5	11,5
Tolérance:	$+0,1$ 0	$+0,1$ 0	-0 0,1	$\pm 0,1$

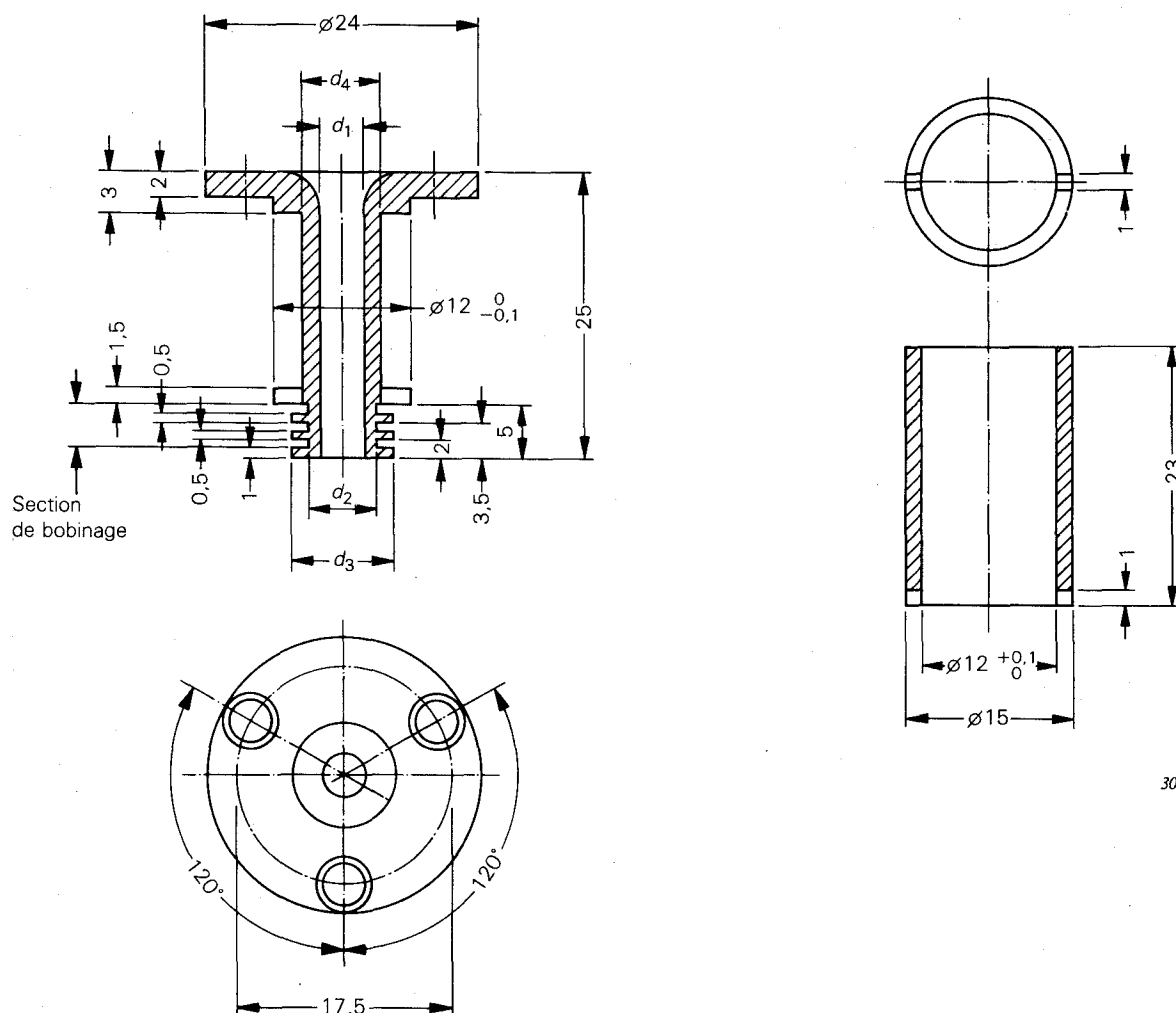
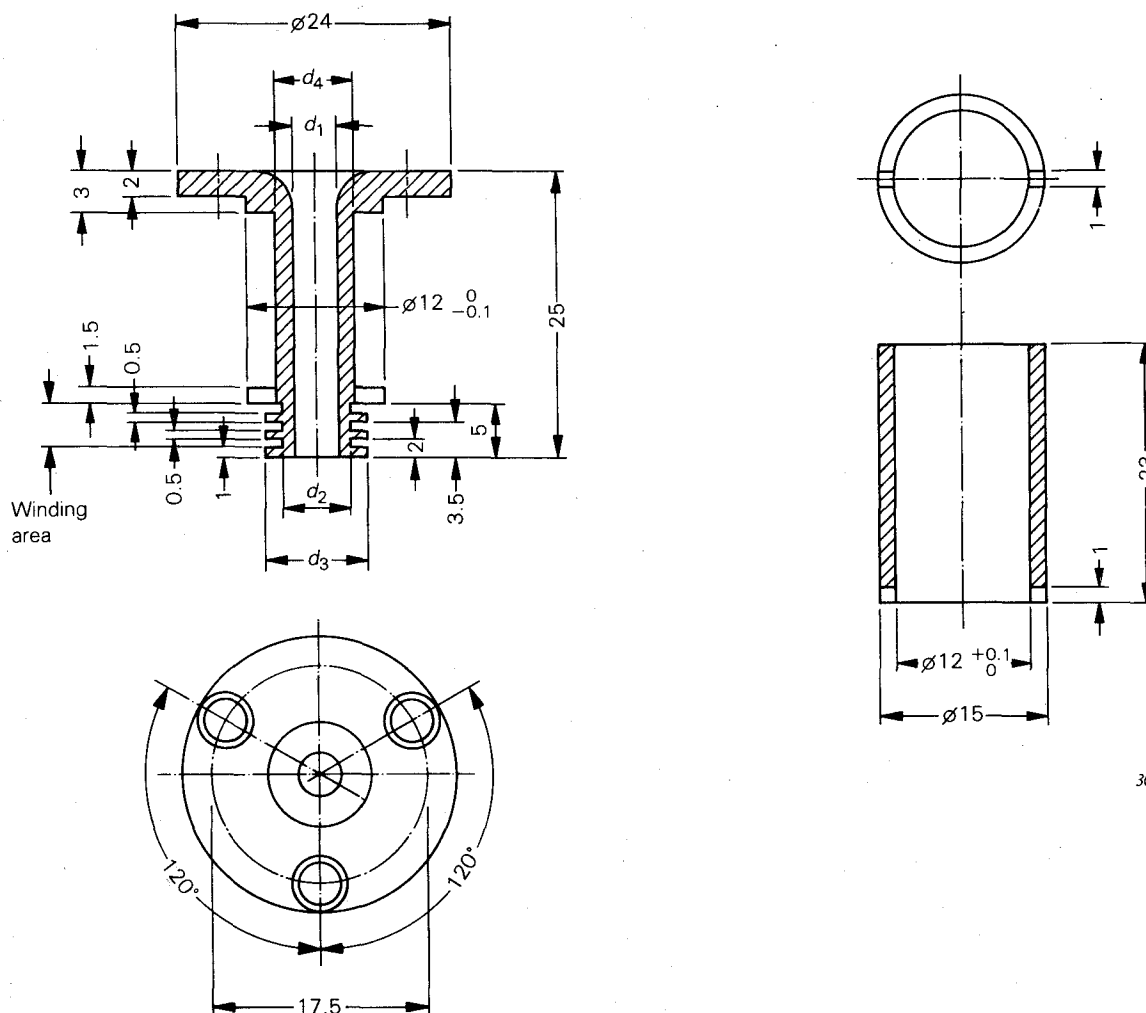


FIG. 2. — Mandrins de bobinage et tube protecteur (dimensions en millimètres).

TABLE I

Dimensions of the coil formers shown in Figure 2 (in millimetres)

Coil reference	d_1	d_2	d_3	d_4
1.7	1.7	2.5	8	4.5
2.2	2.2	3	8	5
2.7	2.7	3.5	8.5	5.5
3.2	3.2	4	8.5	6
3.7	3.7	4.5	9	6.5
4.2	4.2	5	9	7
4.7	4.7	5.5	9.5	7.5
5.2	5.2	6	10	8
5.7	5.7	6.5	10.5	8.5
6.2	6.2	7	11	9
6.7	6.7	7.5	11.5	9.5
7.7	7.7	8.5	12.5	10.5
8.7	8.7	9.5	13.5	11.5
Tolerance:	$\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +0.1 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -0 \\ 0.1 \end{smallmatrix}$	± 0.1



300/82

FIG. 2. — Coil former and protecting tube (dimensions in millimetres).

- 5.3 Les spécifications et les caractéristiques à 25 ± 5 °C, des bobines de mesure (sans noyau) de l'inductance L , sont données dans le tableau II.

TABLEAU II

Bobines de mesure de L

Référence de bobine	Nombre de spires	Fil*	Résistance en courant continu R_0		Inductance L_0	
		(mm)	(Ω)	Tolérance	(μ H)	Tolérance
1,7	27 + 27 + 27 = 81	0,16	0,90	$\pm 0,1 \Omega$	11,0	$\pm 0,5 \mu$ H
2,2	27 + 27 + 27 = 81		1,00		14,3	
2,7	27 + 27 + 27 = 81		1,12		17,6	
3,2	23 + 23 + 23 = 69		1,12		16,0	
3,7	21 + 21 + 21 = 63		1,06		15,5	
4,2	21 + 21 + 21 = 63		1,11		17,0	
4,7	17 + 17 + 17 = 51		0,99		13,4	
5,2	17 + 17 + 17 = 51		1,02		14,2	
5,7	17 + 17 + 17 = 51		1,09		15,8	
6,2	17 + 17 + 17 = 51		1,17		17,7	
6,7	15 + 15 + 15 = 45		1,14		15,2	
7,7	13 + 13 + 13 = 39		1,14		14,0	
8,7	11 + 11 + 11 = 33		1,12		11,8	

* Fil de cuivre émaillé grade 1 dont le diamètre nominal du conducteur est celui qui est indiqué conformément à la Publication 317-4 de la CEI: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Quatrième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé soudable.

- 5.4 Les spécifications et les caractéristiques à 25 ± 5 °C, des bobines de mesure (sans noyau) du facteur de qualité Q , sont données dans les tableaux III à VI.

TABLEAU III

Bobines de mesure de Q à 0,5 MHz et à 1,5 MHz

Référence de bobine	Nombre de spires	Fil**	Résistance en courant continu R_0		Inductance L_0		Q_0 à 1,5 MHz	
		(mm)	(Ω)	Tolérance	(μ H)	Tolérance		Tolérance
1,7	40 + 40 + 40 = 120	8×0,04	3,43	$\pm 0,3 \Omega$	32,4	$\pm 1,0 \mu$ H	68	± 5
2,2	38 + 38 + 38 = 114		3,51		35,0		73	
2,7	36 + 36 + 36 = 108		4,12		36,2		67	
3,2	34 + 34 + 34 = 102		3,87		41,5		79	
3,7	32 + 32 + 32 = 96		3,81		41,0		81	
4,2	30 + 30 + 30 = 90		4,84		38,1		81	
4,7	28 + 28 + 28 = 84		3,88		40,0		82	
5,2	26 + 26 + 26 = 78		3,50		35,3		78	
5,7	24 + 24 + 24 = 72		3,43		33,0		76	
6,2	22 + 22 + 22 = 66		3,28		30,7		76	
6,7	20 + 20 + 20 = 60		3,06		27,2		75	
7,7	16 + 16 + 16 = 48		2,69		21,2		67	
8,7	12 + 12 + 12 = 36		2,20		14,2		52	

** Fil de cuivre émaillé de huit brins sous guipage soie, dont le diamètre nominal du conducteur est de 0,04 mm, conformément à la Publication 317-11 de la CEI: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage, Onzième partie: Fils en cuivre émaillés toronnés sous guipage soie.

Note. — Des écarts plus importants sur le Q_0 mesuré (approximativement $\pm 15\%$) peuvent être supposés dus aux variations entre les Q -mètres disponibles dans le commerce.

- 5.3 Specifications and characteristics at $25 \pm 5^\circ\text{C}$ of measuring coils (without core) for the measurement of inductance L are given in Table II.

TABLE II

Measuring coils for measurement of L

Coil reference	Number of turns	Wire*	D.C. resistance R_0		Inductance L_0	
		(mm)	(Ω)	Tolerance	(μH)	Tolerance
1.7	27 + 27 + 27 = 81	0.16	0.90	$\pm 0.1 \Omega$	11.0	$\pm 0.5 \mu\text{H}$
2.2	27 + 27 + 27 = 81		1.00		14.3	
2.7	27 + 27 + 27 = 81		1.12		17.6	
3.2	23 + 23 + 23 = 69		1.12		16.0	
3.7	21 + 21 + 21 = 63		1.06		15.5	
4.2	21 + 21 + 21 = 63		1.11		17.0	
4.7	17 + 17 + 17 = 51		0.99		13.4	
5.2	17 + 17 + 17 = 51		1.02		14.2	
5.7	17 + 17 + 17 = 51		1.09		15.8	
6.2	17 + 17 + 17 = 51		1.17		17.7	
6.7	15 + 15 + 15 = 45		1.14		15.2	
7.7	13 + 13 + 13 = 39		1.14		14.0	
8.7	11 + 11 + 11 = 33		1.12		11.8	

* Grade 1 enamelled copper wire, whose nominal conductor diameter is of the value shown, in accordance with IEC Publication 317-4: Specifications for Particular Types of Winding Wires, Part 4: Self-fluxing Enamelled Round Copper Wires.

- 5.4 Specifications and characteristics at $25 \pm 5^\circ\text{C}$ of measuring coils (without core) for the measurement of the quality factor Q are given in Tables III to VI.

TABLE III

Measuring coils for measurement of Q at 0.5 MHz and 1.5 MHz

Coil reference	Number of turns	Wire**	D.C. resistance R_0		Inductance L_0		Q_0 at 1.5 MHz	
		(mm)	(Ω)	Tolerance	(μH)	Tolerance		Tolerance
1.7	40 + 40 + 40 = 120	8×0.04	3.43	$\pm 0.3 \Omega$	32.4	$\pm 1.0 \mu\text{H}$	68	± 5
2.2	38 + 38 + 38 = 114		3.51		35.0		73	
2.7	36 + 36 + 36 = 108		4.12		36.2		67	
3.2	34 + 34 + 34 = 102		3.87		41.5		79	
3.7	32 + 32 + 32 = 96		3.81		41.0		81	
4.2	30 + 30 + 30 = 90		4.84		38.1		81	
4.7	28 + 28 + 28 = 84		3.88		40.0		82	
5.2	26 + 26 + 26 = 78		3.50		35.3		78	
5.7	24 + 24 + 24 = 72		3.43		33.0		76	
6.2	22 + 22 + 22 = 66		3.28		30.7		76	
6.7	20 + 20 + 20 = 60		3.06		27.2		75	
7.7	16 + 16 + 16 = 48		2.69		21.2		67	
8.7	12 + 12 + 12 = 36		2.20		14.2		52	

** Eight bunched enamelled copper wires with silk covering, of nominal conductor diameter 0.04 mm, in accordance with IEC Publication 317-11: Specifications for Particular Types of Winding Wires, Part 11: Bunched Enamelled Copper Wires with Silk Covering.

Note. — Further variance on the measured Q_0 (approximately $\pm 15\%$) can be expected due to the variations between commercially available Q meters.

TABLEAU IV

Bobines de mesure de Q à 10 MHz

Référence de bobine	Nombre de spires	Fil*	Résistance en courant continu R_o		Inductance L_o		Q_o	
		(mm)	(Ω)	Tolérance	(μ H)	Tolérance		Tolérance
1,7	7 + 7 + 7 = 21	0,25	0,13	$\pm 0,02 \Omega$	0,60	$\pm 0,1 \mu$ H	36	± 5
2,2	7 + 7 + 7 = 21		0,15		0,95		40	
2,7	6 + 6 + 6 = 18		0,15		0,89		47	
3,2	6 + 6 + 6 = 18		0,16		1,12		50	
3,7	5 + 5 + 5 = 15		0,15		0,96		68	
4,2	5 + 5 + 5 = 15		0,16		1,08		62	
4,7	5 + 5 + 5 = 15		0,17		1,25		65	
5,2	4 + 4 + 4 = 12		0,16		0,94		68	
5,7	4 + 4 + 4 = 12		0,17		1,03		75	
6,2	4 + 4 + 4 = 12		0,18		1,17		80	
6,7	Pas encore spécifié							
7,7								
8,7								

* Fil de cuivre émaillé grade 1 dont le diamètre nominal du conducteur est celui qui est indiqué conformément à la Publication 317-4 de la CEI.

Note. — Des écarts plus importants sur le Q_o mesuré (approximativement $\pm 20\%$) peuvent être supposés dus aux variations entre les Q -mètres disponibles dans le commerce.

TABLEAU V

Bobines de mesure de Q à 40 MHz

Référence de bobine	Nombre de spires	Fil*	Inductance L_o		Q_o	
		(mm)	(nH)	Tolérance		Tolérance
1,7	3 + 4 + 3 = 10	0,315	210	± 30 nH	48	± 10
2,2	3 + 3 + 3 = 9	0,315	210		60	
2,7	3 + 2 + 3 = 8	0,315	200		65	
3,2	2 + 3 + 2 = 7	0,45	230		75	
3,7	2 + 2 + 2 = 6	0,45	200		80	
4,2	2 + 2 + 2 = 6	0,45	210		93	
4,7	2 + 2 + 2 = 6	0,56	245		110	
5,2	2 + 1 + 2 = 5	0,56	195		110	
5,7	2 + 1 + 2 = 5	0,56	210		115	
6,2	2 + 1 + 2 = 5	0,56	235		130	
6,7	Pas encore spécifié					
7,7						
8,7						

* Fil de cuivre émaillé grade 1 dont le diamètre nominal du conducteur est celui qui est indiqué conformément à la Publication 317-4 de la CEI.

Note. — Des écarts plus importants sur le Q_o mesuré (approximativement $\pm 20\%$) peuvent être supposés dus aux variations entre les Q -mètres disponibles dans le commerce.

TABLE IV

Measuring coils for measurement of Q at 10 MHz

Coil reference	Number of turns	Wire*	D.C. resistance R_0		Inductance L_0		Q_0	
		(mm)	(Ω)	Tolerance	(μH)	Tolerance		Tolerance
1.7	7 + 7 + 7 = 21	0.25	0.13	$\pm 0.02 \Omega$	0.60	$\pm 0.1 \mu\text{H}$	36	± 5
2.2	7 + 7 + 7 = 21		0.15		0.95		40	
2.7	6 + 6 + 6 = 18		0.15		0.89		47	
3.2	6 + 6 + 6 = 18		0.16		1.12		50	
3.7	5 + 5 + 5 = 15		0.15		0.96		68	
4.2	5 + 5 + 5 = 15		0.16		1.08		62	
4.7	5 + 5 + 5 = 15		0.17		1.25		65	
5.2	4 + 4 + 4 = 12		0.16		0.94		68	
5.7	4 + 4 + 4 = 12		0.17		1.03		75	
6.2	4 + 4 + 4 = 12		0.18		1.17		80	
6.7	Not yet specified							
7.7								
8.7								

* Grade 1 enamelled copper wire, whose nominal conductor diameter is of the value shown, in accordance with IEC Publication 317-4.

Note. — Further variance on the measured Q_0 (approximately $\pm 20\%$) can be expected due to the variations between commercially available Q meters.

TABLE V

Measuring coils for measurement of Q at 40 MHz

Coil reference	Number of turns	Wire*	Inductance L_0		Q_0	
		(mm)	(nH)	Tolerance		Tolerance
1.7	3 + 4 + 3 = 10	0.315	210	$\pm 30 \text{ nH}$	48	± 10
2.2	3 + 3 + 3 = 9	0.315	210		60	
2.7	3 + 2 + 3 = 8	0.315	200		65	
3.2	2 + 3 + 2 = 7	0.45	230		75	
3.7	2 + 2 + 2 = 6	0.45	200		80	
4.2	2 + 2 + 2 = 6	0.45	210		93	
4.7	2 + 2 + 2 = 6	0.56	245		110	
5.2	2 + 1 + 2 = 5	0.56	195		110	
5.7	2 + 1 + 2 = 5	0.56	210		115	
6.2	2 + 1 + 2 = 5	0.56	235		130	
6.7	Not yet specified					
7.7						
8.7						

* Grade 1 enamelled copper wire, whose nominal conductor diameter is of the value shown, in accordance with IEC Publication 317-4.

Note. — Further variance on the measured Q_0 (approximately $\pm 20\%$) can be expected due to the variations between commercially available Q meters.

TABLEAU VI

Bobines de mesure de Q à 100 MHz

Référence de bobine	Nombre de spires	Fil *	Inductance L_o		Q_o	
		(mm)	(nH)	Tolérance		Tolérance
1,7	6	0,56	90	± 30 nH	125	± 10
2,2	5	0,6	96		155	
2,7	4	0,8	84		170	
3,2	4	0,8	93		180	
3,7	4	0,8	104		200	
4,2	1 + 1 + 1 = 3	0,8	79		190	
4,7	1 + 1 + 1 = 3	0,8	87		205	
5,2	1 + 1 + 1 = 3	0,8	89		210	
5,7	1 + 1 + 1 = 3	0,8	97		230	
6,2	1 + 1 + 1 = 3	0,8	102		245	
6,7	Pas encore spécifié					
7,7						
8,7						

Pour les bobines 1,7 à 3,7, les cloisons intermédiaires doivent être supprimées et les spires uniformément réparties dans l'espace de bobinage

* Fil de cuivre émaillé grade 1 dont le diamètre nominal du conducteur est celui qui est indiqué conformément à la Publication 317-4 de la CEI.

Note. — Des écarts plus importants sur le Q_o mesuré (approximativement $\pm 20\%$) peuvent être supposés dus aux variations entre les Q -mètres disponibles dans le commerce.

6. Procédé de mesure

6.1 Position

Pour obtenir une précision satisfaisante de la mesure, la butée ajustable du noyau doit être placée de façon qu'un noyau ayant une longueur nominale soit centré dans la bobine de mesure.

Aucune pièce magnétique ni aucune pièce métallique de dimension importante ne doivent se trouver à moins de 100 mm du noyau à mesurer.

6.2 Choix de la bobine

Pour mesurer un noyau, on utilise le plus petit mandrin dont le diamètre d_1 est supérieur d'au moins 0,1 mm à celui du noyau à mesurer.

6.3 Inductance L

L'inductance L doit être mesurée avec une des bobines spécifiées au paragraphe 5.3 conformément à la prescription du paragraphe 6.2. L'appareil de mesure de l'inductance utilisé doit avoir une précision supérieure à 1%.

Les câbles de connexion entre la bobine et l'appareil de mesure doivent être aussi courts que possible; l'emploi de fils méplats à faibles pertes est recommandé.

6.4 Facteur de qualité Q

Le facteur de qualité Q doit être mesuré avec une des bobines spécifiées au paragraphe 5.4 conformément à la prescription du paragraphe 6.2.

TABLE VI

Measuring coils for measurement of Q at 100 MHz

Coil Reference	Number of turns	Wire*	Inductance L_o		Q_o	
		(mm)	(nH)	Tolerance		Tolerance
1.7	6	0.56	90	± 30 nH	125	± 10
2.2	5	0.6	96		155	
2.7	4	0.8	84		170	
3.2	4	0.8	93		180	
3.7	4	0.8	104		200	
4.2	1 + 1 + 1 = 3	0.8	79		190	
4.7	1 + 1 + 1 = 3	0.8	87		205	
5.2	1 + 1 + 1 = 3	0.8	89		210	
5.7	1 + 1 + 1 = 3	0.8	97		230	
6.2	1 + 1 + 1 = 3	0.8	102		245	
6.7	Not yet specified					
7.7						
8.7						

For coils 1.7 to 3.7, the partition walls shall be removed and the turns uniformly spaced over the winding area

* Grade 1 enamelled copper wire, whose nominal conductor diameter is of the value shown, in accordance with IEC Publication 317-4.

Note. — Further variance on the measured Q_o (approximately $\pm 20\%$) can be expected due to the variations between commercially available Q meters.

6. Measurement procedure

6.1 Position

In order to obtain a satisfactory measurement accuracy, the adjustable stop shall be set so that a core of nominal length is centrally positioned in the measuring coil.

Magnetic parts and large metallic parts shall not be placed within a distance of 100 mm from the core to be measured.

6.2 Choice of coil

For each core measurement the smallest coil former, whose diameter d_1 exceeds that of the test core by at least 0.1 mm, shall be selected.

6.3 Inductance L

The inductance L shall be measured with one of the coils specified in Sub-clause 5.3 in accordance with the requirement given in Sub-clause 6.2. The inaccuracy of the measuring equipment used for the inductance measurement shall not exceed 1%.

The connecting cables between measuring coil and measuring apparatus shall be as short as possible; the use of low-loss flat cable is recommended.

6.4 Quality factor Q

The quality factor Q shall be measured with one of the coils specified in Sub-clause 5.4 in accordance with the requirement given in Sub-clause 6.2.

Les câbles de connexion entre les bobines et l'appareil de mesure doivent être aussi courts que possible.

Pour les mesures de Q à 100 MHz, la bobine de mesure est branchée directement à l'appareil de mesure; la longueur des connexions ne doit pas dépasser 20 mm.

6.5 *Température*

L'inductance L et le facteur de qualité Q doivent être mesurés à 25 ± 5 °C. Immédiatement avant les mesures, les noyaux doivent être maintenus à cette température pendant au moins 3 h.

6.6 *Coefficient de température de l'inductance*

Pas encore spécifié.

The connecting cables between measuring coils and measuring apparatus shall be as short as possible.

For measurements of Q at 100 MHz, the measuring coil is connected directly to the measuring apparatus; the length of the connecting wires shall not exceed 20 mm.

6.5 *Temperature*

Inductance L and quality factor Q shall be measured at 25 ± 5 °C. The cores to be tested shall be exposed to this temperature for at least 3 h immediately before the measurement.

6.5 *Temperature coefficient of inductance*

Not yet specified.

ICS 29.100.10
