

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
478-5**

Première édition
First edition
1993-01

**Alimentations stabilisées à sortie
en courant continu**

Partie 5:
Mesure de la composante magnétique
du champ réactif proche

Stabilized power supplies, d.c. output

Part 5:
Measurement of the magnetic component
of the reactive near field



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 478-5: 1993

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CIE est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CIE et en consultant les documents ci-dessous:

- Bulletin de la CIE
- Annuaire de la CIE
- Catalogue des publications de la CIE
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CIE: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CIE: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CIE: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CIE, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CIE établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CIE préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

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

- IEC Bulletin
- IEC Yearbook
- Catalogue of IEC Publications
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

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

Graphical and letter symbols

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

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

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

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
478-5**

Première édition
First edition
1993-01

**Alimentations stabilisées à sortie
en courant continu**

**Partie 5:
Mesure de la composante magnétique
du champ réactif proche**

Stabilized power supplies, d.c. output

**Part 5:
Measurement of the magnetic component
of the reactive near field**

© CEI 1993 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

K

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ALIMENTATIONS STABILISÉES À
SORTIE EN COURANT CONTINUPartie 5: Mesure de la composante magnétique
du champ réactif proche

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 478-5 a été établie par le sous-comité 22E: Alimentations stabilisées, du comité d'études 22 de la CEI: Electronique de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
22E(BC)25	22E(BC)27

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

La CEI 478 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Alimentations stabilisées à sortie en courant continu.

Partie 1: 1974, Termes et définitions.

Partie 2: 1986, Caractéristiques et performances.

Partie 3: 1989, Niveaux de référence et mesure des perturbations électromagnétiques (PEM) par conduction.

Partie 4: 1976, Essais autres que ceux concernant les perturbations radioélectriques.

L'annexe B fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**STABILIZED POWER SUPPLIES,
D.C. OUTPUT****Part 5: Measurement of the magnetic component
of the reactive near field**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 478-5 has been prepared by sub-committee 22E: Stabilized power supplies, of IEC technical committee 22: Power electronics.

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

DIS	Report on Voting
22E(CO)25	22E(CO)27

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

IEC 478 consists of the following parts, under the general title: Stabilized power supplies, d.c. output.

Part 1: 1974, Terms and definitions

Part 2: 1986, Rating and performance

Part 3: 1989, Reference levels and measurement of conducted electromagnetic interference (EMI)

Part 4: 1976, Tests other than radio-frequency interference

Annex B forms an integral part of this standard.

Annex A is for information only.

ALIMENTATIONS STABILISÉES À SORTIE EN COURANT CONTINU

Partie 5: Mesure de la composante magnétique du champ réactif proche

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 478 spécifie l'équipement et les techniques de mesure à utiliser pour évaluer le champ réactif proche des perturbations électromagnétiques (PEM) produites par les alimentations stabilisées à découpage.

Aucune valeur limite n'est mentionnée. Les valeurs mesurées, à indiquer par le fabricant, permettront à l'utilisateur de juger du degré de compatibilité avec l'équipement final projeté et de faire une comparaison simple des performances entre les produits émanant de différents fabricants.

En ce qui concerne des alimentations pour applications particulières, la méthode de mesure doit être utilisée de préférence si une valeur limite est à convenir entre un utilisateur et un fabricant.

La méthode d'essai spécifiée dans cette norme se rapporte plus particulièrement à la plage de fréquences 10 kHz à 30 MHz.

Les prescriptions pour la mesure des perturbations électromagnétiques par conduction sont décrites dans la CEI 478-3.

L'antenne en spirale sur circuit imprimé peut également être utilisée comme source ponctuelle d'induction pour la mesure d'immunité au champ magnétique. La méthode opérationnelle est en dehors du domaine d'application de cette partie de la CEI 478.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 478. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 478 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 169-8: 1978, *Connecteurs pour fréquences radioélectriques – Partie 8: Connecteurs coaxiaux pour fréquences radioélectriques avec diamètre intérieur du conducteur extérieur de 6,5 mm (0,256 in) à verrouillage à baïonnette – Impédance caractéristique 50 ohms (type BNC)*

CEI 478-3: 1989, *Alimentation, stabilisées à sortie en courant continu – Partie 3: Niveaux de référence et mesure des perturbations électromagnétiques (PEM) par conduction*

CISPR 16: 1987, *Spécification du CISPR pour les appareils et les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques*

STABILIZED POWER SUPPLIES, D.C. OUTPUT

Part 5: Measurement of the magnetic component of the reactive near field

1 Scope

This part of IEC 478 specifies the measuring equipment and techniques to be used in assessing the near field radiated electromagnetic interference (EMI) generated by stabilized power supplies of the switched-mode type (SMPS).

No limit values are stated. The measured values, to be quoted by the manufacturer, will enable the user to judge the degree of compatibility with the final equipment projected and to make a simple comparison of performance levels in between products from different manufacturers.

The measurement method shall preferably be applied when a limit value is to be agreed between a user and a manufacturer for power supplies for special applications.

The specified test method of this specification relates to the frequency range 10 kHz to 30 Mhz.

The requirements for measurement of conducted electromagnetic interference are available in IEC 478-3.

The printed circuit board spiral antenna may also act as a point-source magnetic field inducing device for immunity measurement. The procedure method falls outside the scope of this part of IEC 478.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 478. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 478 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 169-8: 1978, *Radio frequency connectors – Part 8: R.F. coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 6,5 mm (0,256 in) with bayonet lock – Characteristic impedance 50 ohms (Type BNC)*

IEC 478-3: 1989, *Stabilized power supplies, d.c. output – Part 3: Reference levels and measurement of conducted electromagnetic interference (EMI)*

CISPR 16: 1987, *CISPR specification for radio interference measuring apparatus and measurement method*

3 Appareil de mesure

3.1 Antenne en spirale

Le concept de mesure du champ rayonné utilise une boucle en spirale sur circuit imprimé. Cette technique permet d'obtenir un dispositif petit, de faible coût, facilement reproductible, pratique et solide, ayant une précision de mesure acceptable sans procédure de calibration fastidieuse et onéreuse.

L'écran de l'autre côté du circuit imprimé minimise la mesure du champ électrique sans agir comme une boucle en court-circuit. L'écran normalise également la capacitance de l'antenne vers la masse et réduit, par conséquent, les effets de proximité des pièces métalliques. La construction est décrite dans la figure 1. Les détails de construction de la spirale sont donnés en annexe B.

Deux types d'antennes en spirale peuvent être distingués:

Type A: Antenne en spirale pour la mesure à l'extérieur de la surface des alimentations (= échelle 1:2, annexe B)

Valeurs typiques: $L = 1,72 \mu\text{H}$, $C = 21,4 \text{ pF}$

Type B: Antenne en spirale pour localiser des sources ponctuelles de dispersion de champ magnétique (= échelle 1:4, annexe B)

3 Measuring set

3.1 *Spiral antenna*

The emission measurement concept uses a printed wiring board spiral loop. This technique provides a small, low cost, highly reproducible, convenient rugged device having acceptable calibration accuracy without tedious and expensive calibration procedures.

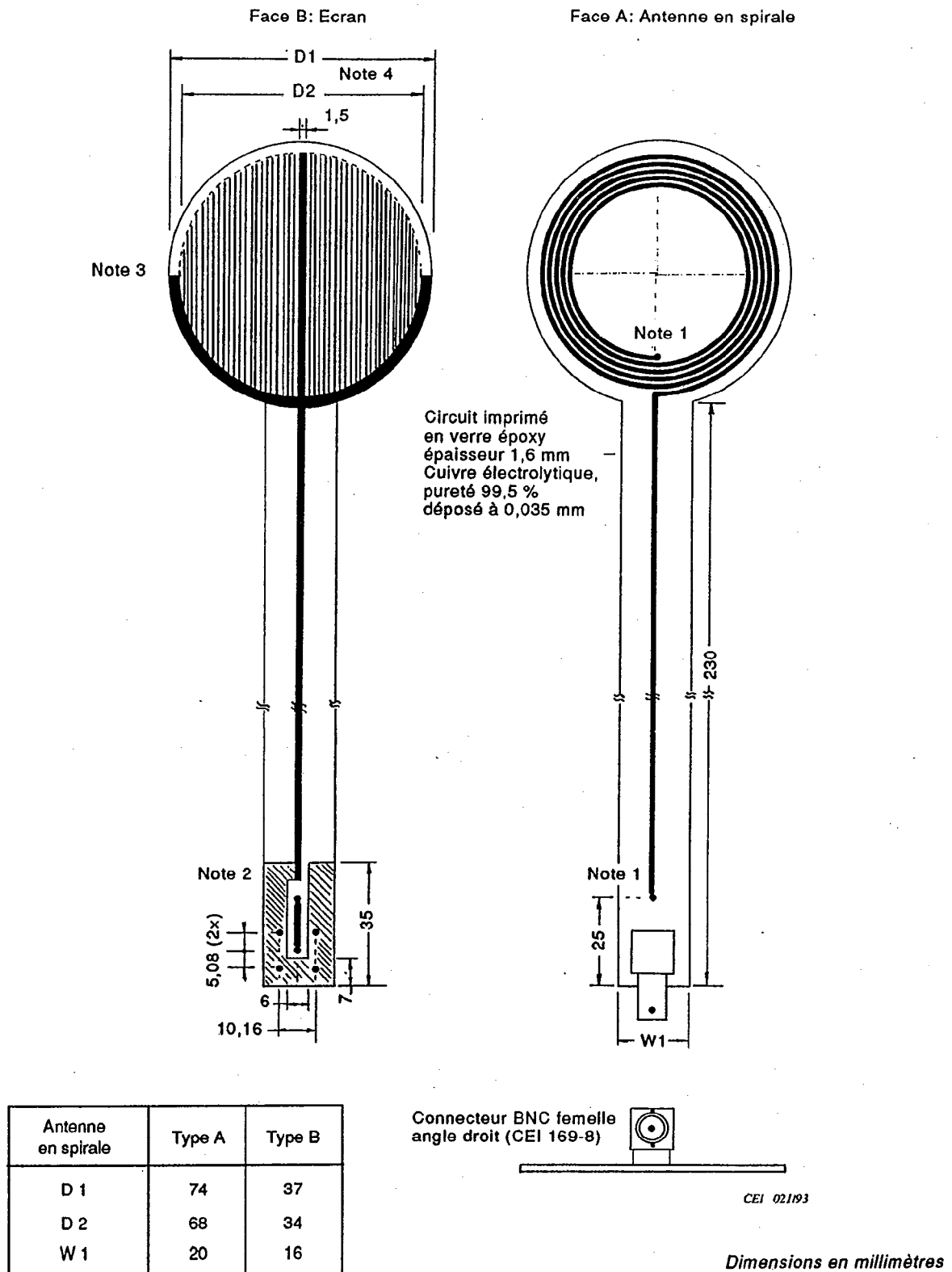
The screen on the reverse side of the printed circuit board minimizes electric field pick-up without acting as a shorted turn. It also normalizes the capacitance of the loop to ground, thereby reducing spurious effects of nearby metalwork. The construction is shown in figure 1. The details for the spiral implementation drawing are given in annex B.

Two types of spiral antennas can be distinguished:

Type A: Spiral antenna for general outer surface measurement of power supplies
(= scale 1:2 of annex B).

Typical values: $L = 1,72 \mu\text{H}$, $C = 21,4 \text{ pF}$

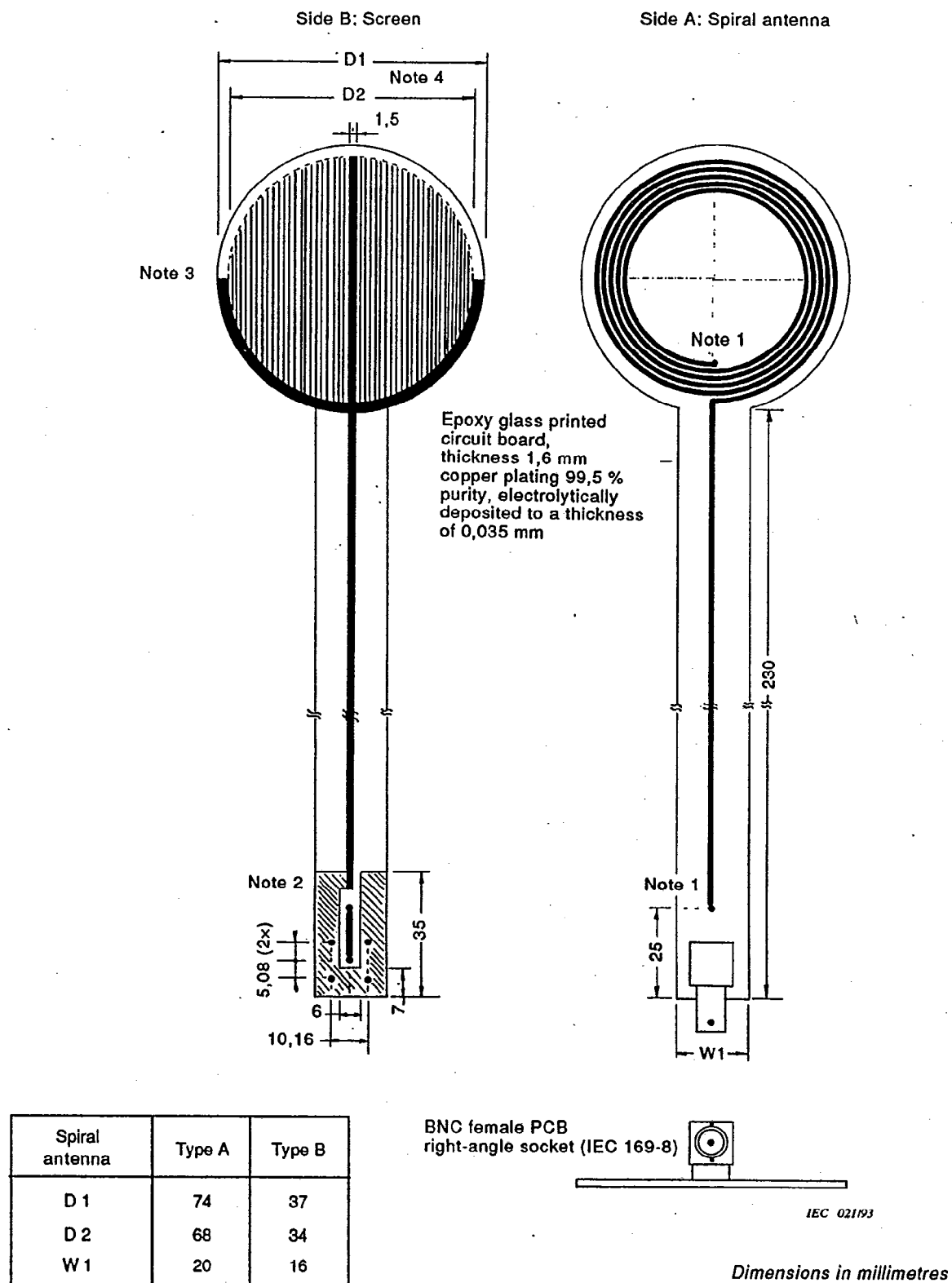
Type B: Spiral antenna for localizing punctual magnetic stray field sources
(= scale 1:4 of annex B.)



NOTES

- 1 Trous métallisés pour connecter les faces A et B.
- 2 Support cuivre plein pour connecteur, 5 trous diamètre $1,3 \pm 0,1$ mm.
- 3 Conducteur écran 1,0 mm de large avec 0,5 mm d'espacement indépendant du type de bande.
- 4 Le centre de l'écran est le point milieu des quatre centres de la spirale.
- 5 Faces A et B à protéger par un film isolant.

Figure 1 – Antenne en spirale sur circuit imprimé – Détails de construction



3.2 Instrument de mesure

Afin d'identifier les amplitudes, les plus élevées du spectre de fréquence, l'antenne en spirale sur circuit imprimé est d'abord connectée à un oscilloscope large bande (fmin 100 MHz) ou à un analyseur de fréquence.

Les niveaux exacts doivent être mesurés avec le mesureur de niveau sélectif comme décrit dans CISPR 16. Les caractéristiques principales des ensembles de mesure quasi-crête pour les plages de fréquences comprises entre 10 kHz et 30 MHz figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques de l'appareillage de mesure des perturbations électromagnétiques de quasi-crête

Caractéristiques	Plage de fréquences	
	10-150 kHz	0,15-30 MHz
Largeur de bande à 6 dB	200 Hz	9 kHz
Constante de temps de charge	45 ms	1 ms
Constante de temps de décharge	500 ms	160 ms
Constante de temps mécanique du compteur	160 ms	160 ms
Facteur de surcharge (amplificateur fréquence intermédiaire)	24 dB	30 dB
Facteur de surcharge (amplificateur c.c.)	6 dB	12 dB

3.3 Site de mesure

Le site de mesure pour les alimentations doit être plat, sans fil aérien ou structure réfléchissante, à une distance d'au moins 1 m. Une masse de mesure métallique doit être insérée sous l'unité en essai, une surface de 1 m² est généralement satisfaisante. Les alimentations fixes au sol doivent être placées au plus près du sol. Les alimentations portables doivent être placées sur une table non métallique 0,8 m au-dessus du sol.

4 Méthode de mesure

L'antenne en spirale sur circuit imprimé est connectée à l'entrée de l'instrument de mesure, comme décrit dans la figure 2, par un câble coaxial terminé en 50 Ω.

La longueur du câble coaxial doit être limitée à 0,6-0,8 m de façon à ne pas excéder 100 pF pour la capacitance combinée du câble et de l'antenne en spirale.

3.2 Measuring instrument

In order to identify the largest amplitude frequency components, the PCB spiral antenna is first connected to a wide band (fmin 100 MHz) oscilloscope or spectrum analyser.

The exact levels shall be measured with the selective level meter as described in CISPR 16. The main characteristics of the quasi-peak measuring instrument for the frequency range 10 kHz – 30 MHz is shown in table 1.

Table 1 – Characteristics of quasi-peak radio interference measuring set

Characteristics	Frequency range	
	10-150 kHz	0,15-30 MHz
Bandwidth at 6 dB	200 Hz	9 kHz
Electrical charge time constant	45 ms	1 ms
Electrical discharge time constant	500 ms	160 ms
Mechanical time constant of meter	160 ms	160 ms
Overload factor (i.f. amplifier)	24 dB	30 dB
Overload factor (d.c. amplifier)	6 dB	12 dB

3.3 Test site

The test site for the power supplies shall be flat, free of overhead wires and nearby reflecting structures at a distance of at least 1 m. A metal ground plane shall be inserted under the test unit, a test surface of 1 m² is generally adequate. Floor standing power supplies shall be placed as close as possible to the ground plane of the test site. Portable power supplies shall be placed on a non-metallic table 0,8 m above the ground plane.

4 Method of measurement

The PCB spiral antenna is connected to the measuring instrument, as shown in figure 2, by a coaxial cord terminated in 50 ohm at the instrument end.

The length of the coaxial cable shall be limited to 0,6-0,8 m in order not to exceed 100 pF for the combined cable and antenna capacitance.

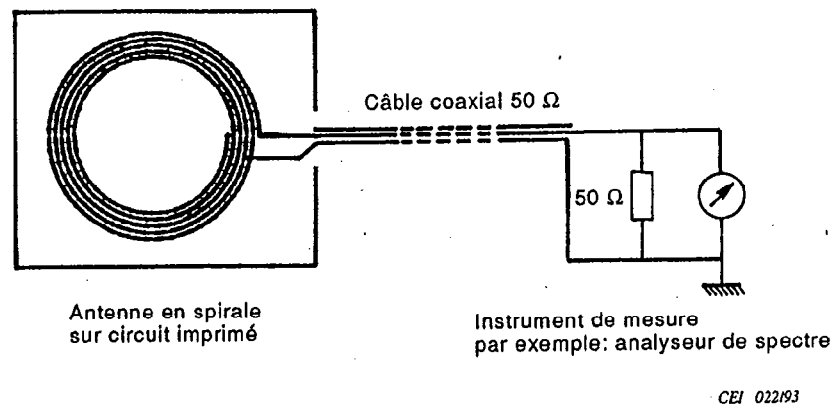


Figure 2 – Connexion de l'équipement de mesure

Le site de mesure doit être apprécié avec l'alimentation hors service en orientant l'antenne dans toutes les directions de l'espace. Le niveau de limite des signaux parasites, en terme de champ magnétique, doit être au moins 10 dB plus bas que les niveaux d'émission dans la plage de fréquences avec l'alimentation sous tension.

Les essais effectifs sur l'alimentation doivent être effectués dans les conditions normales de service, par exemple avec charges connectées. L'opérateur doit éviter de toucher, en même temps, la face de l'antenne en spirale et de l'écran.

L'antenne¹⁾ est passée sur toutes les surfaces de l'alimentation pour les trois positions orthogonales de l'antenne en spirale par rapport à chaque surface. L'une de ces positions est parallèle à la surface de l'équipement; dans ce cas l'écran de l'antenne en spirale est face à l'alimentation sous essai.

Les maxima des points de fuites peuvent être identifiés facilement.

5 Présentation des mesures

La tension de sortie de l'antenne en spirale est lue sur l'instrument de mesure en dB μ V avec le centre de l'antenne placé à 5, 10, 20 cm pour les lectures faites avec l'antenne en spirale de type A. Si l'antenne en spirale de type B est utilisée, les valeurs mesurées sont données dans des multiples de dix du champ mesuré en indiquant la distance exacte en centimètres.

Le facteur d'antenne obtenu à partir de la figure 3 doit être additionné à la valeur mesurée. Le résultat représente l'intensité du champ magnétique en dB μ A/m.

Le fabricant indiquera la plus forte valeur mesurée avec sa fréquence, distance et type d'antenne en spirale.

¹⁾ Pour les alimentations à châssis ouvert, la surface externe virtuelle est définie comme la surface imaginaire, parallèle à n'importe quel plan orthogonal de l'alimentation en commençant au niveau le plus élevé de l'enveloppe partielle.

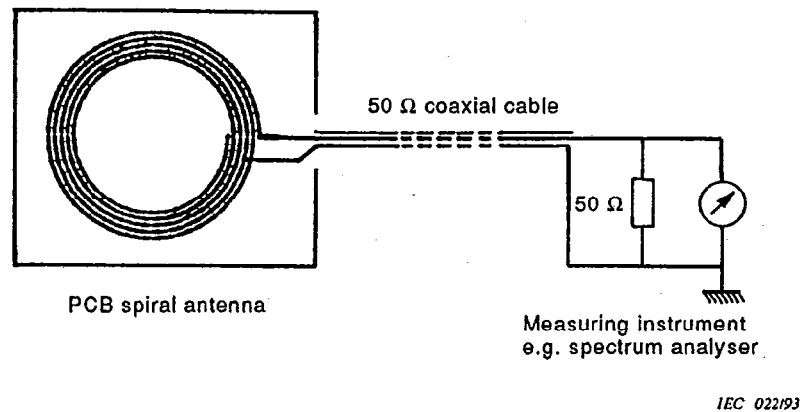


Figure 2 – Connection of measuring set

The measuring site shall be tested, when the power supply is turned off, by orienting the antenna in all directions of space. The level of spurious signals, in terms of magnetic field, shall be at least 10 dB lower than the emission levels in the frequency range with the power supply turned on.

The effective test on the power supply shall be carried out under normal service conditions e.g. connected to all loads. The operator must avoid touching both the spiral antenna and the screen at the same time.

The PCB spiral antenna is passed over all the equipment surfaces¹⁾ in turn for each of the three orthogonal positions of the spiral antenna. One of the positions is parallel to the equipment surface; in this case the screen side is facing the equipment under test.

The maxima of leakage points can be readily identified.

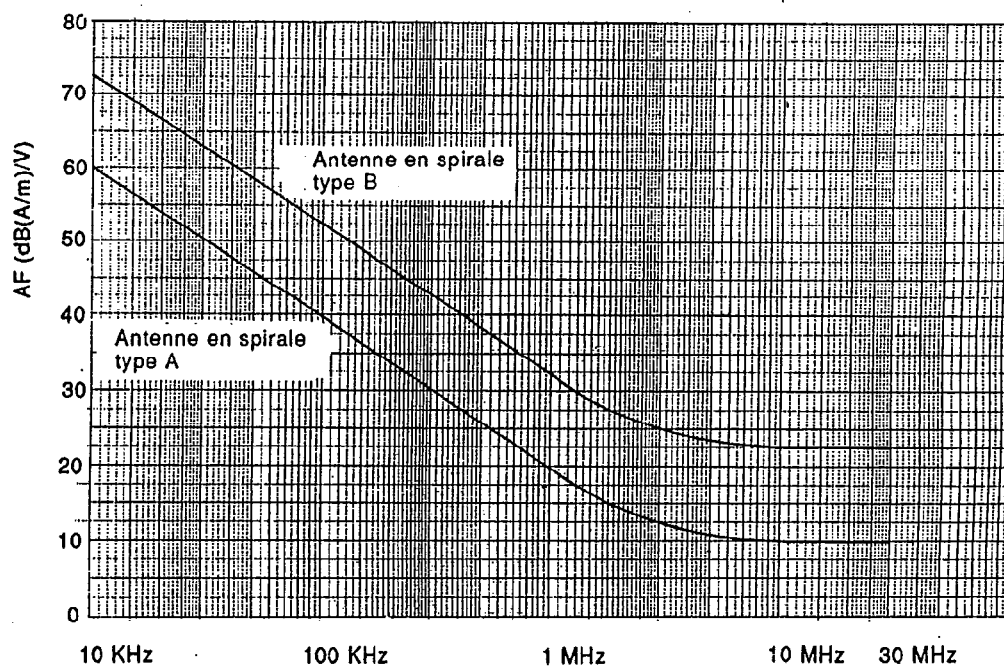
5 Presentation of data

The output voltage of the spiral antenna is read from the measuring instrument in dB μ V with the centre of the spiral antenna to the surface placed at 5, 10 and 20 cm for type A spiral antenna measurements. If type B spiral antenna is used, the measured data is given in multiples of ten of the field intensity with the exact distance quoted in centimetres.

The antenna factor obtained from figure 3 shall be added to the measured value. The result is the magnetic field strength expressed in dB μ A/m.

The manufacturer shall indicate the value of the highest level noted with its corresponding frequency and distance and type of the spiral antenna.

¹⁾ For open frame power supplies, the virtual external surface is given as the imaginary plane, parallel to any orthogonal plane of the power supply, starting at the highest edge of the partial enclosure.



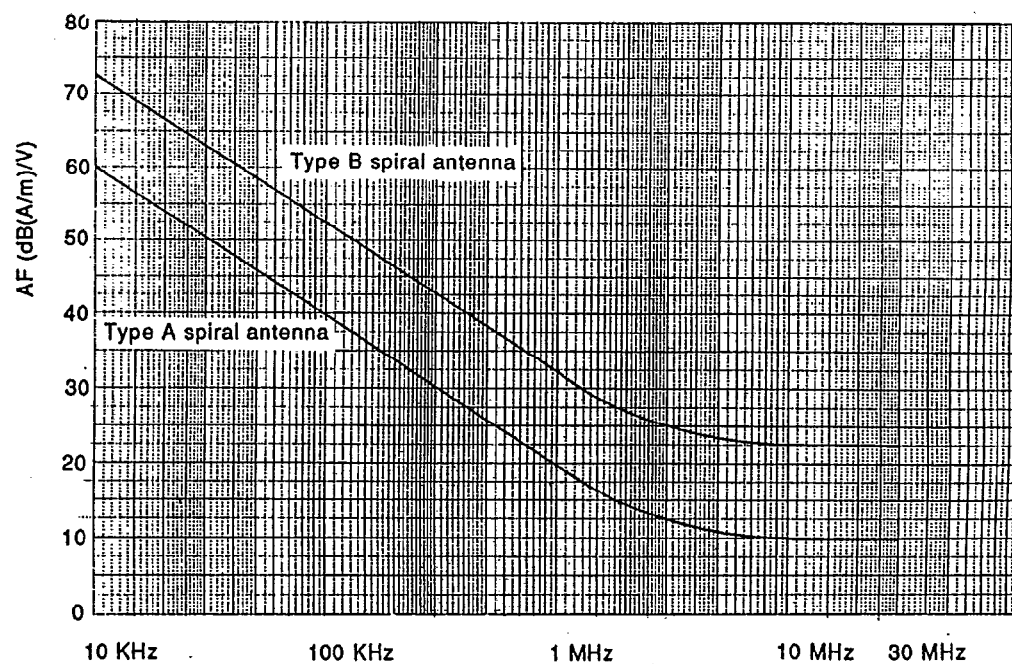
CEI 023/93

Figure 3 – Facteur d'antenne

NOTES

1 Pour les lecteurs non familiarisés avec les mesures de champ magnétique, quelques notions fondamentales sont annotées en annexe A.

2 Il existe une différence entre la valeur de l'inductance de l'antenne en spirale à basse et haute fréquences engendrant des différences dans le facteur d'antenne théorique et mesuré. Néanmoins, les valeurs de la figure 3 doivent être utilisées.



IEC 023193

Figure 3 - Antenna factor

NOTES

- 1 For readers not familiar with magnetic field strength measurements, some basic information is given in annex A.
- 2 There is a difference between the test spiral antenna inductance value at low and high frequencies, giving rise to differences between the theoretical and measured antenna factor (AF). Nevertheless, the values of figure 3 shall be used.

Annexe A (informative)

Mémento concernant la mesure de champ

A.1 Conversion d'unités

En général, les niveaux des champs impliqués dans les PEM sont très bas et peuvent être exprimés en $\mu\text{V/m}$ ou $\mu\text{A/m}$. Le tableau ci-dessous exprime la conversion d'unités.

V, A ou V/m, A/m	dBV, dBA ou dBV/m, dBA/m	μV , μA ou $\mu\text{V/m}$, $\mu\text{A/m}$	dB μV , dB μA ou dB $\mu\text{V/m}$, dB $\mu\text{A/m}$
1	0	10^6	120
10^{-1}	-20	10^5	100
10^{-2}	-40	10^4	80
10^{-3}	-60	10^3	60
10^{-4}	-80	10^2	40
10^{-5}	-100	10^1	20

A.2 Calcul du facteur d'antenne

A.2.1 Définition générale

Comme montré dans la figure 3, l'antenne en spirale convertit l'intensité du champ magnétique H (A/m) dans une tension induite directement mesurable V_{mes} (V).

La définition du facteur d'antenne AF est:

$$AF = \frac{H}{V_{\text{mes}}} \quad (\text{unité: (A/m)/V})$$

$$AF \text{ (dB)} = 20 \log \frac{H}{V_{\text{mes}}}$$

$$H(\text{dBA/m}) = V_{\text{mes}} \text{ (dBV)} + AF \text{ (dB)}$$

$$H(\text{dB}\mu\text{A/m}) = V_{\text{mes}} \text{ (dB}\mu\text{V)} + AF \text{ (dB)}$$

Annex A (informative)

Memento on field measurements

A.1 Unit conversion

Generally, field strength levels involved in EMI are very low and can be expressed in $\mu\text{V/m}$ or $\mu\text{A/m}$. The table below expresses the unit conversions.

V, A or V/m, A/m	dBV, dBA or dBV/m, dBA/m	μV , μA or $\mu\text{V/m}$, $\mu\text{A/m}$	$\text{dB}\mu\text{V}$, $\text{dB}\mu\text{A}$ or $\text{dB}\mu\text{V/m}$, $\text{dB}\mu\text{A/m}$
1	0	10^6	120
10^{-1}	-20	10^5	100
10^{-2}	-40	10^4	80
10^{-3}	-60	10^3	60
10^{-4}	-80	10^2	40
10^{-5}	-100	10^1	20

A.2 Antenna factor calculation

A.2.1 General definition

As shown in figure 3 the loop antenna converts the magnetic field intensity H (A/m) in a directly measurable induced voltage V_{mes} (V).

The antenna factor definition is:

$$AF = \frac{H}{V_{\text{mes}}} \quad (\text{unit: (A/m)/V})$$

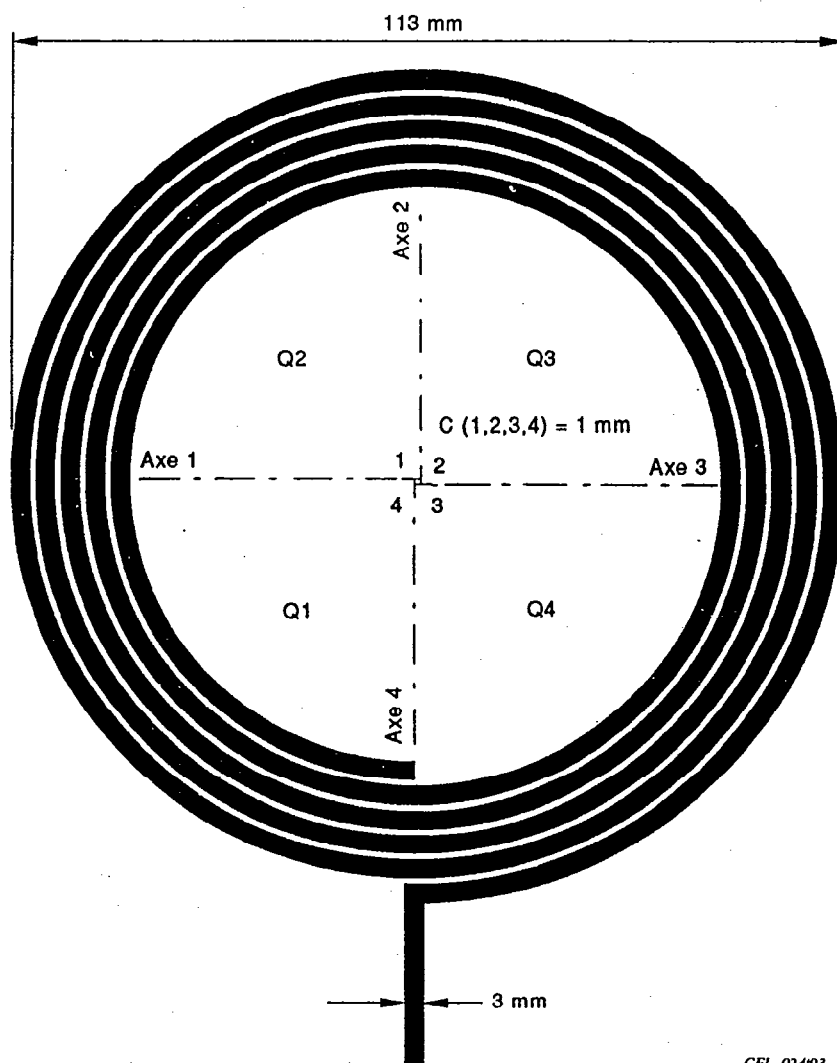
$$AF \text{ (dB)} = 20 \log \frac{H}{V_{\text{mes}}}$$

$$H(\text{dBA/m}) = V_{\text{mes}} \text{ (dBV)} + AF \text{ (dB)}$$

$$H(\text{dB}\mu\text{A/m}) = V_{\text{mes}} \text{ (dB}\mu\text{V)} + AF \text{ (dB)}$$

Annexe B (normative)

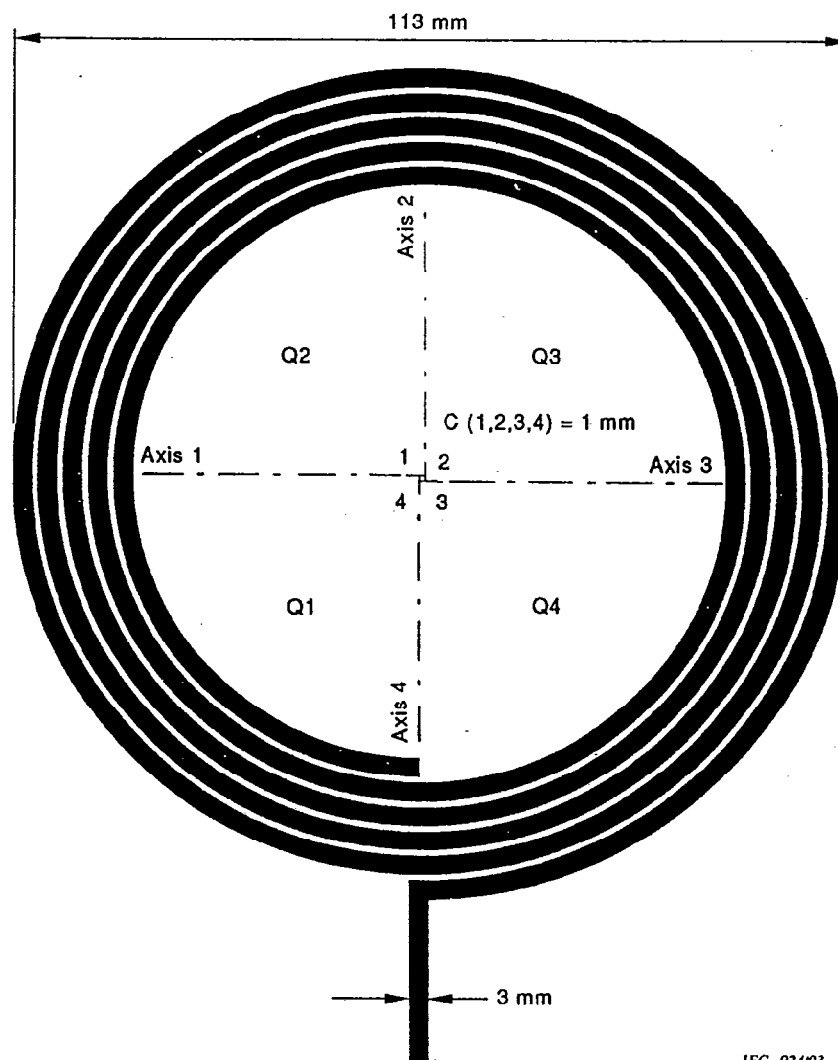
Construction détaillée, sur échelle agrandie, de l'antenne en spirale sur circuit imprimé



Centre et quadrant	Spirale mm				
	1	2	3	4	5
1	36-39	40-43	44-47	48-51	52-55
2	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56
3	38-41	42-45	46-49	50-53	54-57
4	39-42	43-46	47-50	51-54	55-58

Annex B (normative)

Detailed design, with enlarged scale, of the PCB spiral antenna



IEC 024/93

Centre and quadrant	Spiral mm				
	1	2	3	4	5
1	36-39	40-43	44-47	48-51	52-55
2	37-40	41-44	45-48	49-52	53-56
3	38-41	42-45	46-49	50-53	54-57
4	39-42	43-46	47-50	51-54	55-58

Publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes n° 22

- 84 (1957) Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure.
- 84A (1966) Premier complément: Onduleurs à vapeur de mercure.
- 84B (1967) Deuxième complément: Convertisseurs à vapeur de mercure à puissance réversible.
- 119 (1960) Recommandations pour les cellules, éléments redresseurs et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins.
- 146: – Convertisseurs à semiconducteurs.
- 146 (1973) Convertisseurs à semiconducteurs. Modification n° 1 (1975).
- 146A (1974) Premier complément: Chapitre VII: Marques et indications sur les groupes convertisseurs et sur les blocs.
- 146-1-1 (1991) Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau. Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base.
- 146-1-2 (1991) Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau. Partie 1-2: Guide d'application.
- 146-1-3 (1991) Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau. Partie 1-3: Transformateurs et bobines d'inductance.
- 146-2 (1974) Deuxième partie: Convertisseurs autocommutés à semiconducteurs.
- 146-3 (1977) Troisième partie: Convertisseurs à courant continu directs à semiconducteurs (hacheurs).
- 146-4 (1986) Quatrième partie: Méthode de spécification des performances et procédures d'essais des alimentations sans interruption.
- 146-5 (1988) Cinquième partie: Interrupteurs pour alimentations sans interruption (Interrupteurs d'ASI).
- 146-6 (1992) Partie 6: Guide d'application pour la protection par fusibles des convertisseurs contre les surintensités.
- 237 (1967) Ignitrons utilisés pour la commande des machines à souder.
- 411: – Convertisseurs de puissance pour la traction.
- 411 (1973) Convertisseurs statiques monophasés de puissance pour la traction.
- 411-1 (1975) Première partie: Convertisseurs monophasés de puissance à thyristors.
- 411-2 (1978) Deuxième partie: Informations techniques supplémentaires.
- 411-3 (1982) Troisième partie: Convertisseurs autocommutés pour la traction monophasée.
- 411-4 (1986) Quatrième partie: Convertisseurs directs de courant continu (hacheurs) pour le matériel roulant.
- 411-5 (1992) Convertisseurs électroniques de puissance à sortie polyphasée embarqués sur le matériel roulant ferroviaire.
- 478: – Alimentations stabilisées à sortie en courant continu.
- 478-1 (1974) Première partie: Termes et définitions.
- 478-2 (1986) Deuxième partie: Caractéristiques et performances.
- 478-3 (1989) Troisième partie: Niveaux de référence et mesure des perturbations électromagnétiques (PEM) par conduction.
- 478-4 (1976) Quatrième partie: Essais autres que ceux concernant les perturbations radioélectriques.
- 478-5 (1993) Partie 5: Mesure de la composante magnétique du champ réactif proche.

(suite)

IEC publications prepared by Technical Committee No. 22

- 84 (1957) Recommendations for mercury-arc convertors.
- 84A (1966) First supplement: Mercury-arc inverters.
- 84B (1967) Second supplement: Mercury-arc convertors for reversible power.
- 119 (1960) Recommendations for polycrystalline semiconductor rectifier stacks and equipment.
- 146: – Semiconductor convertors.
- 146 (1973) Semiconductor convertors. Amendment No. 1 (1975).
- 146A (1974) First supplement: Chapter VII: Markings on convertor equipments and assemblies.
- 146-1-1 (1991) General requirements and line commutated convertors. Part 1-1: Specifications of basic requirements.
- 146-1-2 (1991) General requirements and line commutated convertors. Part 1-2: Application guide.
- 146-1-3 (1991) General requirements and line commutated convertors. Part 1-3: Transformers and reactors.
- 146-2 (1974) Part 2: Semiconductor self-commutated convertors.
- 146-3 (1977) Part 3: Semiconductor direct d.c. convertors (d.c. chopper convertors).
- 146-4 (1986) Part 4: Method of specifying the performance and test requirements of uninterruptible power systems.
- 146-5 (1988) Part 5: Switches for interruptible power systems (UPS switches).
- 146-6 (1992) Part 6: Application guide for the protection of semiconductor convertors against overcurrent by fuses.
- 237 (1967) Ignitrons to be used in welding machine control.
- 411: – Power convertors for electric traction.
- 411 (1973) Single-phase traction power convertors.
- 411-1 (1975) Part 1: Single-phase power convertors using thyristors.
- 411-2 (1978) Part 2: Additional technical information.
- 411-3 (1982) Part 3: Self-commutated convertors for single-phase traction.
- 411-4 (1986) Part 4: Direct d.c. convertors (d.c. chopper convertors) for rolling stock.
- 411-5 (1992) Electronic power convertors with multiphase output installed on board railway rolling stock.
- 478: – Stabilized power supplies, d.c. output.
- 478-1 (1974) Part 1: Terms and definitions.
- 478-2 (1986) Part 2: Rating and performance.
- 478-3 (1989) Part 3: Reference levels and measurement of conducted electromagnetic interference (EMI).
- 478-4 (1976) Part 4: Tests other than radio-frequency interference.
- 478-5 (1993) Part 5: Measurement of the magnetic component of the reactive near field.

(continued)

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 22 (suite)**

- 633 (1978) Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension.
- 686 (1980) Alimentations stabilisées à sortie en courant alternatif.
- 700 (1981) Essais des valves à semiconducteurs pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension.
- 919; – Fonctionnement des systèmes à courant continu haute tension (CCHT).
- 919-1 (1988) Première partie: Spécification des conditions de fonctionnement en régime établi.
- 919-2 (1991) Partie 2: Défauts et manoeuvres.
- 971 (1989) Convertisseurs à semiconducteurs. Code d'identification pour montages convertisseurs.
- 1136; – Convertisseurs de puissance à semiconducteurs – Entraînements électriques à vitesse variable – Prescriptions générales.
- 1136-1 (1992) Partie 1: Spécifications de dimensionnement, en particulier pour les entraînements à moteurs à courant continu.
- 1148 (1992) Marquage des bornes de blocs et d'ensembles d'éléments de valve et d'équipement de convertisseur de puissance.
- 1204 (1993) Dispositifs d'alimentation à basse tension, à sortie en courant continu – Caractéristiques de fonctionnement et prescriptions de sécurité

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 22 (continued)**

- 633 (1978) Terminology for high-voltage direct current transmission.
- 686 (1980) Stabilized power supplies, a.c. output.
- 700 (1981) Testing of semiconductor valves for high-voltage d.c. power transmission.
- 919; – Performance of high-voltage d.c. (HVDC) systems.
- 919-1 (1988) Part 1: Steady-state conditions.
- 919-2 (1991) Part 2: Faults and switching.
- 971 (1989) Semiconductor converters. Identification code for convertor connections.
- 1136; – Semiconductor power converters – Adjustable speed electric drive systems – General requirements.
- 1136-1 (1992) Part 1: Rating specifications, particularly for d.c. motor drives.
- 1148 (1992) Terminal markings for valve device stacks and assemblies and for power convertor equipment.
- 1204 (1993) Low-voltage power supply devices, d.c. output – Performance characteristics and safety requirements.