

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Noise suppression sheet for digital devices and equipment –
Part 2: Measuring methods**

**Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques –
Partie 2: Méthodes de mesure**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Noise suppression sheet for digital devices and equipment –
Part 2: Measuring methods**

**Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques –
Partie 2: Méthodes de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.100.10

ISBN 978-2-8322-2836-4

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Noise suppression sheet for digital devices and equipment –
Part 2: Measuring methods**

**Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques –
Partie 2: Méthodes de mesure**

CONTENTS

FOREWORD	4
1 Scope	6
2 Normative references	6
3 General	6
4 Measuring methods	7
4.1 Intra-decoupling ratio: R_{da}	7
4.2 Inter-decoupling ratio: R_{de}	12
4.3 Transmission attenuation power ratio: R_{tp}	15
4.4 Radiation suppression ratio: R_{rs}	19
4.5 Line-decoupling ratio: R_{dl}	23
Figure 1 – Schematic diagram of a pair of antennas and NSS under test	7
Figure 2 – A pair of antennas and NSS under test	8
Figure 3 – Frequency response of coupling between a pair of antennas	8
Figure 4 – Recommended examples of small loop antennas for the measurement	9
Figure 5 – Cross-sectional view of the measuring configuration	10
Figure 6 – Schematic diagram of the measuring configuration	11
Figure 7 – Schematic diagram of a pair of loop antennas and test sample	13
Figure 8 – Schematic diagram of a pair of antenna and test sample	13
Figure 9 – Schematic diagram of the measuring configuration	14
Figure 10 – Schematic diagram of the measuring method for transmission attenuation power ratio R_{tp}	16
Figure 11 – Data examples of the measurement results	18
Figure 12 – Measurement system diagram of R_{rs}	19
Figure 13 – Schematic diagram of test fixture	19
Figure 14 – Size and structure of test fixture	20
Figure 15 – Test sample attachment on test fixture	22
Figure 16 – Test fixture set-up on turntable	22
Figure 17 – Noise path	24
Figure 18 – A test fixture for line decoupling measurement	25
Figure 19 – Schematic diagram of MSL and loop antenna set-up	25
Figure 20 – NSS, loop antenna and magnetic flux configuration	26
Table 1 – Merits and limitations of the recommended antennas	10
Table 2 – Dimensions of loop antennas	10
Table 3 – Dimensions of test sample	11
Table 4 – Dimensions of loop antennas	14
Table 5 – Dimensions of test fixture	16
Table 6 – Dimensions of test sample	17
Table 7 – Dimensions of test fixture	20
Table 8 – Dimensions of test sample	21
Table 9 – Noise suppression effect classified as noise path and NSS position	24

Table 10 – Dimensions of the MSL	26
Table 11 – Dimensions of loop antenna	26
Table 12 – Dimensions of the test sample.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NOISE SUPPRESSION SHEET
FOR DIGITAL DEVICES AND EQUIPMENT –****Part 2: Measuring methods**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62333-2 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-05) [documents 51/853/FDIS and 51/861/RVD] and its amendment 1 (2015-08) [documents 51/1068/CDV and 51/1088/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62333-2 has been prepared IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

This standard is to be used in conjunction with IEC 62333-1.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 62333 consists of the following parts, under the general title *Noise suppression sheet for digital devices and equipment*:

Part 1: Definitions and general properties

Part 2: Measuring methods

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

NOISE SUPPRESSION SHEET FOR DIGITAL DEVICES AND EQUIPMENT –

Part 2: Measuring methods

1 Scope

This part of IEC 62333 specifies the methods for measuring the electromagnetic characteristics of a noise suppression sheet. Those methods are intended to provide useful and repeatable measurements to characterize the performance of the noise suppression sheets, so that manufacturers and their customers are able to obtain the same results.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendment) applies.

IEC 62333-1, *Noise suppression sheet for digital devices and equipment – Part 1: Definitions and general properties*

CISPR 16-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 General

Electromagnetic interference between electronic devices, and emission of radiation from electronic devices are caused, in part, by RF current generated by active devices which are driven at high frequency. Printed-circuit board (PCB), devices mounted on the PCB, and all other connected circuits or cables can act as antennas to radiate the RF noise. Levels of the electromagnetic interference and the emission are proportional to the RF current, and are also affected significantly by PCB design, radiation efficiency of the antennas, and noise coupling coefficients between the devices and the antennas.

The noise suppression sheet (NSS) is used for decoupling of the noise path, suppressing RF noise current, and reducing radiation. The noise suppression effect of the NSS can be evaluated by four parameters. They are defined as intra-decoupling ratio (R_{da}), inter-decoupling ratio (R_{de}), transmission attenuation power ratio (R_{tp}) and radiation suppression ratio (R_{rs}).

A pair of antennas is held close to each other for the measuring intra-decoupling ratio (R_{da}) and inter-decoupling ratio (R_{de}). One antenna acts as a noise source and another one as a receiver. Both decoupling ratios are derived from comparison before and after the NSS is installed nearby the antennas. These measuring procedures represent practical configurations of the NSS. Practically, the NSS is installed near the noise source or the noise interfered part, inside of the electronic equipments.

A micro-strip line (MSL) test fixture is used for the measuring transmission attenuation power ratio (R_{tp}) as a transmission line that would be a noise path. The ratio is derived from comparison before and after the NSS installation. This measuring procedure represents another practical configuration that the NSS is utilized for reducing the RF current along the transmission line.

The MSL test fixture is also used for measuring radiation suppression ratio (R_{rs}) as the antenna. The ratio is derived from a comparison before and after the NSS installation. This measuring procedure represents another practical configuration that the NSS is utilized for reducing the radiation from the antenna.

4 Measuring methods

4.1 Intra-decoupling ratio: R_{da}

4.1.1 Principle

The following measuring method is applied for evaluating a reduction of coupling between lines or circuit boards on one side of the NSS, from 100 MHz to 6 GHz.

A pair of loop antennas is employed. One is for noise source and the other one for receiver. They are simulating a general electromagnetic interference situation that often exists inside electronic equipment (see Figure 1).

The NSS is placed so that the centre of the antenna pair comes to the centre of the NSS. The coupling between two antennas with the NSS is measured, as well as the coupling without the NSS as a reference value. Consequently, intra-decoupling ratio R_{da} (dB) can be obtained.

RF magnetic field raised by one antenna is coupled with another one (see Figure 2a). By setting the NSS, the antennas (see Figure 2b), a part of the magnetic flux is led to the NSS, and the coupling is reduced by electromagnetic loss in the material.

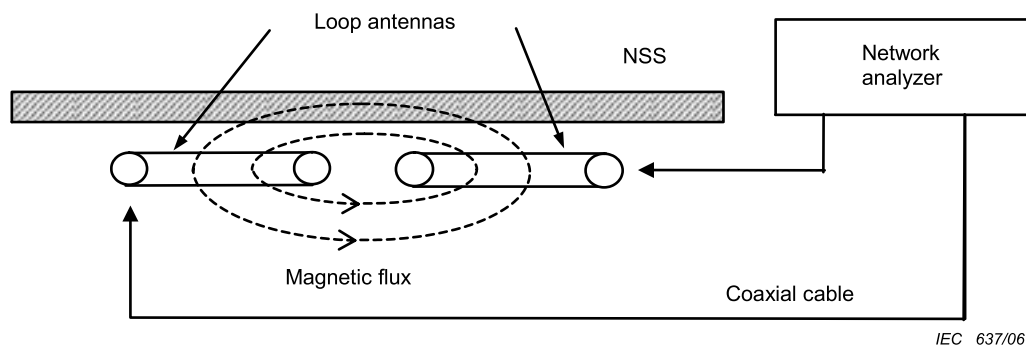
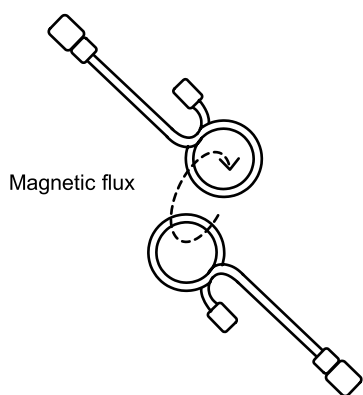
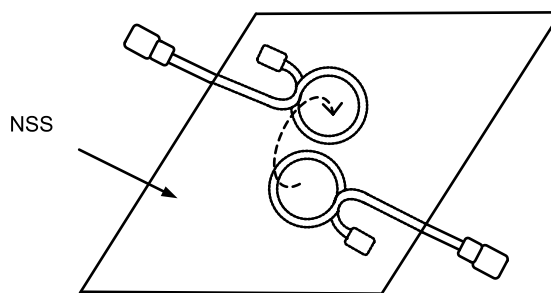


Figure 1 – Schematic diagram of a pair of antennas and NSS under test



IEC 638/06

Figure 2a – Loop antennas



IEC 639/06

Figure 2b – NSS under test

Figure 2 – A pair of antennas and NSS under test

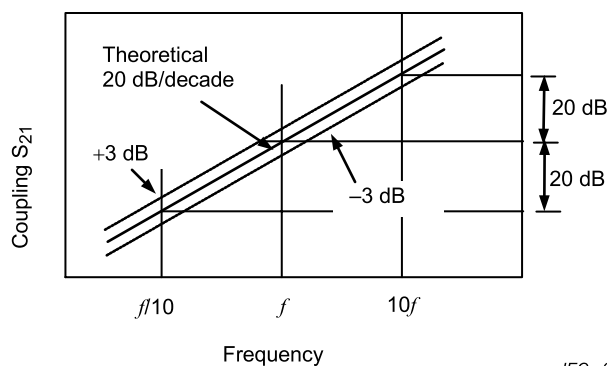
4.1.2 Apparatus

Figure 1 shows the schematic diagram of the measuring method of intra-decoupling ratio.

NOTE The test sample and the loop antennas are set at least 30 mm away from any other material except for the coaxial cable, using low dielectric and low loss material such as the styrene foam and air gap.

Small loop antennas shall be used for the generation of the RF magnetic field and the detection of the magnetic flux.

The S_{21} of the ideal loop antenna pair is proportional to the frequency. This means that S_{21} increases 20 dB with the decade of frequency. The usable frequency range of the loop antenna is defined by the deviation of S_{21} from the theoretical value. The deviation should be less than ± 3 dB as shown in Figure 3.



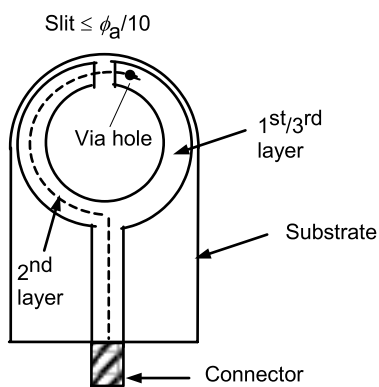
IEC 640/06

Figure 3 – Frequency response of coupling between a pair of antennas

Several loop antenna designs shown in Figure 4 are capable of achieving the 20 dB/decade frequency response that defines a valid R_{da}/R_{de} measurement.

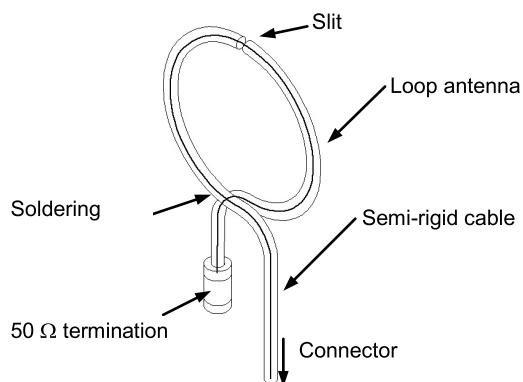
4.1.2.1 Loop antenna

Recommended examples of the small antennas are shown in Figure 4. Merits and limitations of recommended examples of the antennas are described in Table 1.



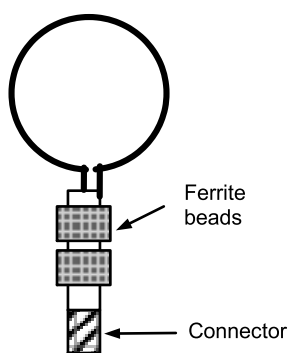
IEC 641/06

Figure 4a – Shielded multi-layered antenna with slit



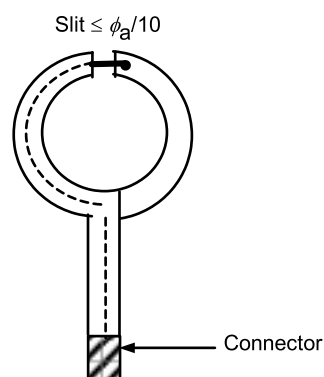
IEC 642/06

Figure 4b – Shielded loop antenna with slit and 50 Ω termination



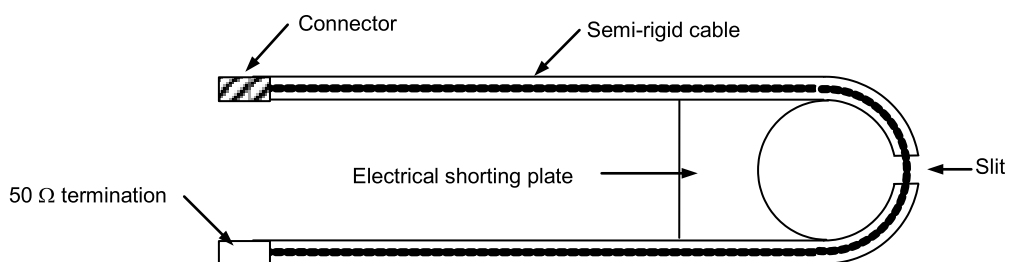
IEC 643/06

Figure 4c – One turn antenna with ferrite beads



IEC 644/06

Figure 4d – Shielded coaxial antenna with slit



IEC 645/06

Figure 4e – Shield loop antenna with electrical shorting plate

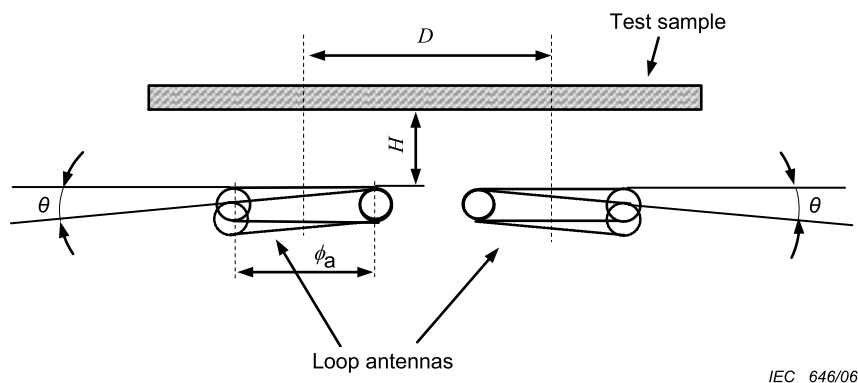
Figure 4 – Recommended examples of small loop antennas for the measurement

Table 1 – Merits and limitations of the recommended antennas

	Loop antenna type	Frequency range (approx.) GHz	Fabrication	Materials
a)	Shielded multi-layer antenna with slit	0,1 to 3	PCB manufacturing process required	PCB material Ex. FR-4
b)	Shielded loop antenna with 50 Ω termination	0,1 to 6	Engineering skills required	Semi-rigid cable
c)	One turn antenna with ferrite beads	0,1 to 2	Easy	Semi-rigid cable Ferrite beads Ex. NiCuZn ferrite
d)	Shielded coaxial antenna with slit	0,1 to 2	Easy	Semi-rigid cable
e)	Shield loop antenna with electrical shorting plate	0,1 to 6	Easy	Semi-rigid cable

Slit width shown in Figures 4a), b), d) and e) shall be less than $\phi_a/10$, where ϕ_a is average diameter of the loop antenna.

A pair of loop antennas shall be arranged as shown in Figure 5. The dimensions of loop antennas are specified as shown in Table 2.



D is the distance between centres of the loop antennas;

ϕ_a is the average diameter of the loop antenna;

H is the clearance between test sample and the antenna surface;

θ is the angle between test sample and each loop antenna surface.

Figure 5 – Cross-sectional view of the measuring configuration**Table 2 – Dimensions of loop antennas**

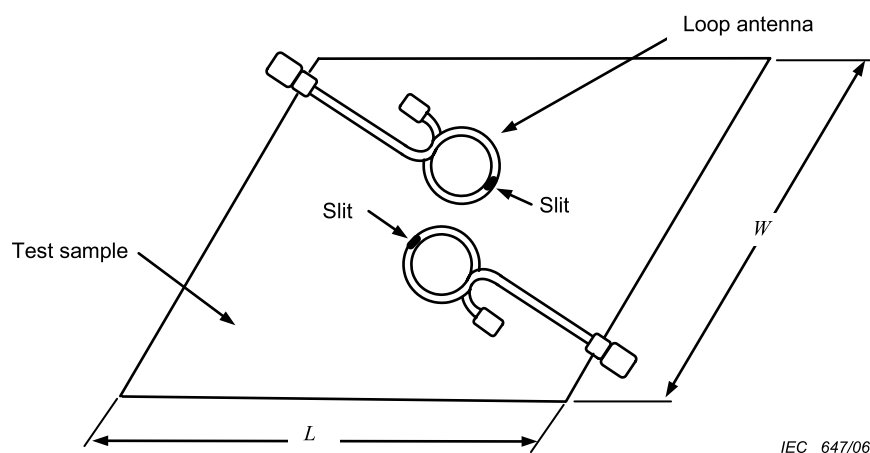
Distance D mm	Diameter ϕ_a mm	Clearance H mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
$a \leq 10$ degrees			

4.1.2.2 Network analyzer

A network analyzer should be prepared both for signal source and signal receiver. A calibration of the network analyzer should be done at the nearest point of loop antenna. The combination of a signal generator and a receiver will be used as an alternative measuring equipment.

4.1.3 Test sample

The dimensions of test samples are specified in Figure 6 and Table 3.



L is the length of test sample;
 W is the width of test sample.

Figure 6 – Schematic diagram of the measuring configuration

Table 3 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
≥ 40	≥ 40
NOTE Any thickness of the test sample can be used in this measurement as the thickness of the test sample depends on the sample formation.	

NOTE The measurement is not sensitive to the maximum dimensions of the test sample.

4.1.4 Procedure

Arrangement of antennas and the test sample are shown in Table 2, Table 3, Figure 5 and Figure 6.

4.1.4.1 General

- Loop antennas shall be arranged in a plane as shown in Figure 5.
- When a loop antenna with slit is used, the slit of two antennas shall be arranged as shown in Figure 6.

4.1.4.2 Measuring configuration

- a) A pair of loop antennas shall be prepared as given in 4.1.2.
- b) Connect the antennas to network analyzer through coaxial cables as shown in Figure 1.
- c) Arrange the test sample and the antennas as shown in Figure 5 and Figure 6.
- d) Measure transmission characteristics (S_{21}), first without the test sample (S_{21R}), then with the test sample (S_{21M}).

4.1.4.3 Calculation of R_{da}

Intra-decoupling ratio R_{da} is then calculated by the following formula:

$$R_{da} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample;

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.1.5 Expression of results

R_{da} shall be expressed.

4.2 Inter-decoupling ratio: R_{de}

4.2.1 Principle

This method is applied for evaluating the reduction of coupling between lines or circuit boards by the NSS between them, at the frequency range from 100 MHz to 6 GHz.

A pair of antennas is employed. One is for noise source and the other is for receiver. An electromagnetic interference actually observed in electronic equipment is simulated by the measurement as shown in Figure 7.

NSS is placed approximately in the middle of the antennas. S_{21} between two antennas with NSS is measured. And the coupling compared without NSS as a reference value, and consequently, inter-decoupling ratio R_{de} (dB) can be obtained.

RF magnetic field generated by one antenna is coupled with another one (see Figure 8). By setting the NSS, between the antennas, a part of the magnetic flux is led to the NSS, and the coupling is reduced by the electromagnetic loss of the material.

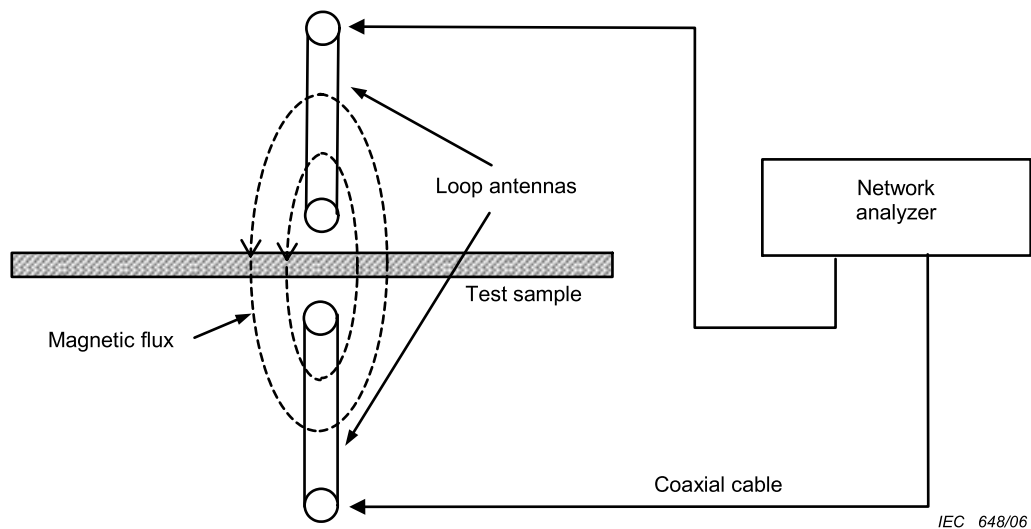


Figure 7 – Schematic diagram of a pair of loop antennas and test sample

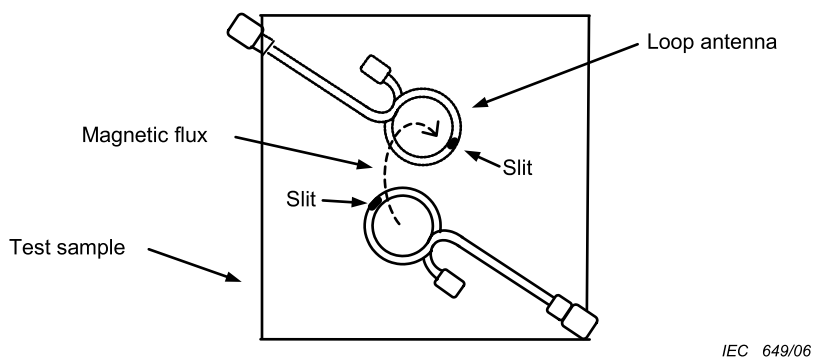


Figure 8 – Schematic diagram of a pair of antenna and test sample

4.2.2 Apparatus

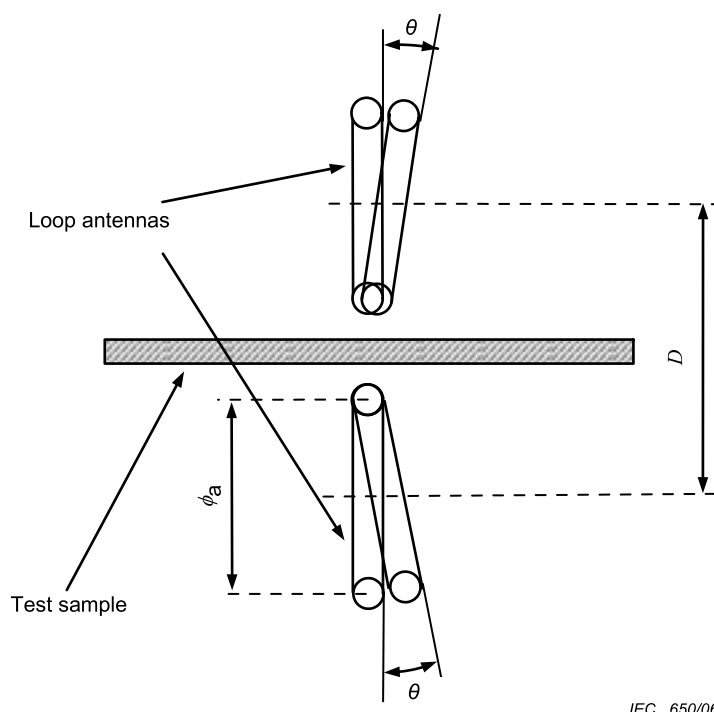
Figure 7 shows the schematic diagram of the measuring method of inter-decoupling ratio.

NOTE The test sample and the loop antennas are set at least 30 mm away from any other materials except for the coaxial cable, using low dielectric and low loss material such as the styrene foam and air gap.

4.2.2.1 Loop antenna

Small loop antennas defined in 4.1.2 shall be used.

A pair of loop antennas shall be held as shown in Figure 9. The dimensions of the loop antennas are specified as shown in Table 4.



IEC 650/06

- D is the distance between the centres of the loop antennas;
- ϕ_a is the average diameter of the loop antenna;
- θ is the angle from the plane perpendicular to the test sample.

Figure 9 – Schematic diagram of the measuring configuration

Table 4 – Dimensions of loop antennas

Distance D mm	Diameter ϕ_a mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
^a ≤ 10 degrees		

Frequency response required by the antenna shall be in accordance with 4.1.2.

4.2.2.2 Network analyzer

A network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.2.3 Test sample

Test sample shall be in accordance with 4.1.3.

4.2.4 Procedure

Arrangements of the antennas and the test sample are shown in Table 1, Table 3 and Figure 9.

4.2.4.1 General

- Loop antennas shall be arranged in a plane as shown in Figure 9.
- When the loop antenna with slit is used, the slit of the two antennas shall be arranged as shown in Figure 8.

4.2.4.2 Measuring configuration

- a) A pair of loop antennas shall be arranged as shown in 4.2.2.1.
- b) Connect the antennas to the network analyzer through coaxial cables as shown in Figure 7.
- c) Arrange the test sample and the antennas as shown in Figure 8 and Figure 9.
- d) Measure transmission characteristics (S_{21}), first without the test sample (S_{21R}) then with the test sample (S_{21M}).

4.2.4.3 Calculation of R_{de}

Inter-decoupling ratio R_{de} is then calculated by the following formula:

$$R_{de} = S_{21R} - S_{21M} \quad (\text{dB})$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample;

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.2.5 Expression of results

R_{de} shall be expressed.

4.3 Transmission attenuation power ratio: R_{tp} **4.3.1 Principle**

This method is for measuring the attenuation of conducting current noise along the PCB or the other noise path achieved by the NSS installation. The MSL, which is used in the microwave frequency, is employed as a transmission line for the noise, and the MSL simulates a general noise path of the electronic equipment (see Figure 10).

4.3.2 Apparatus

The schematic diagram of the measuring method of a transmission attenuation power ratio; R_{tp} is shown in Figure 10.

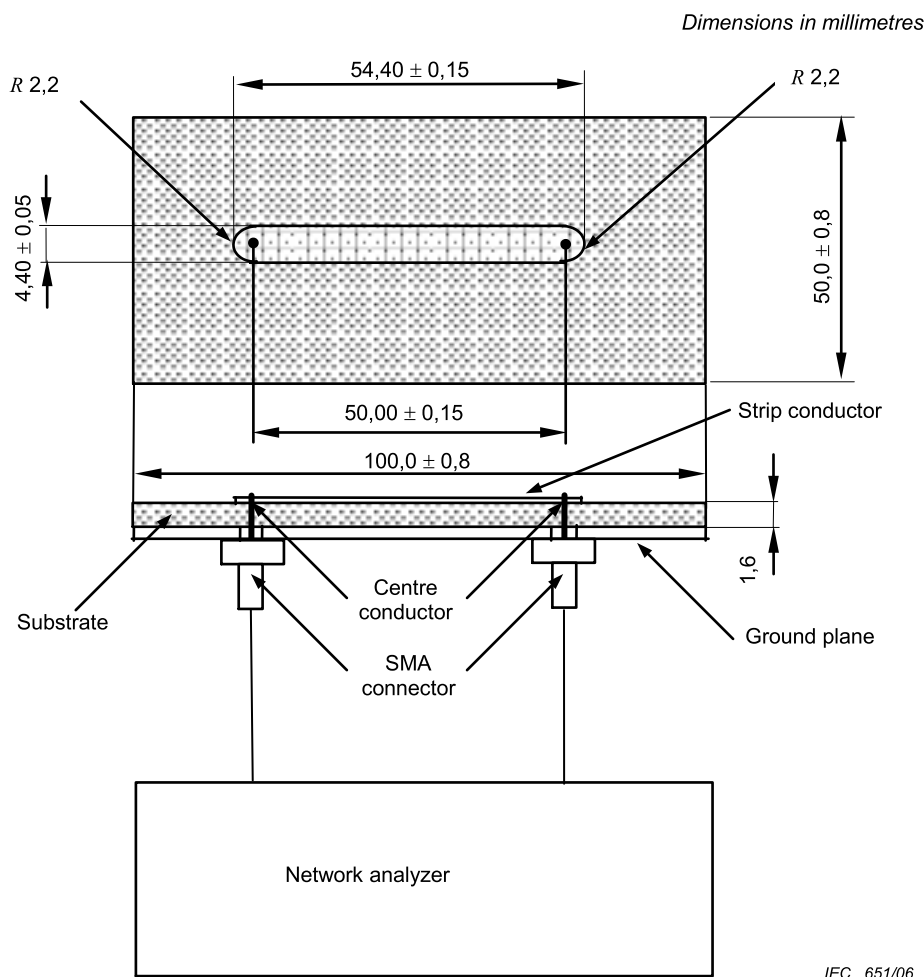


Figure 10 – Schematic diagram of the measuring method for transmission attenuation power ratio R_{tp}

4.3.3 Test fixture

The dimensions of the test fixture, on which the strip conductor is printed, are shown in Table 5. Both ends of the test fixture should be connected to the network analyzer via SMA type connectors. The VSWR of the test fixture terminated with the other end should be smaller than 1,5 within a measuring frequency range.

Table 5 – Dimensions of test fixture

	Length mm	Width mm	Thickness mm	Material
Substrate	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	1,6 ^a	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu
Ground plane	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	0,018 ^a	Cu
^a Typically				
^b $\epsilon_r = 2,2$ to 2,6				

4.3.3.1 Network analyzer

A network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.3.4 Test sample

4.3.4.1 Dimension

The dimensions of the test sample for measuring R_{tp} are shown in Table 6.

Table 6 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
≥ 100	≥ 50

NOTE The measurement is not sensitive to the maximum dimensions of the test sample.

4.3.4.2 Attachment method on the test fixture

The test sample should be put and fixed on the whole test fixture by using one of the following methods:

a) direct fixing:

the test sample may be fixed on the MSL test fixture when the test sample is adhesive or with an adhesive layer;

b) fixing with adhesive:

when the test sample is not adhesive, the test sample shall be fixed on the MSL test fixture with an appropriate adhesive that does not affect transmission characteristics of the test fixture. The adhesive should be less than 0,1 mm in thickness and non-conductive. The width and the length of the adhesive shall be equal to those of the test sample;

NOTE Example of adhesive: a double-sided adhesive tape with less than 0,1 mm in thickness.

c) fixing with spacer and weight:

in some cases, when the test sample does not have a self-adhesive layer, fixing with a spacer and an appropriate weight can be used. In this method, the spacer shall be inserted between the strip conductor and the sheets in advance. A polyethylene terephthalate (PET) sheet, which does not affect transmission characteristics, is favourable as the spacer. A spacer of 0,025 mm in thickness is required between the test sample and the strip conductor. Furthermore, the test sample should be maintained in a flat position by applying an appropriate weight. The mass 0,5 kg (5 N) is preferred and should be supported by styrene foam board with a thickness of more than 10 mm in order to avoid disturbance caused by the weight.

4.3.5 Procedure

4.3.5.1 Measurement system set-up

The measurement apparatus and the test sample(s) should be prepared in accordance with 4.3.2 and 4.3.4 in advance. A calibration of the network analyzer should be done at the end of connectors of coaxial cables connected to the test fixture. Connect each end of the coaxial cable to each port of the test fixture, respectively.

4.3.5.2 Reference measurement

Measure and save S_{11} and S_{21} data as a reference. Measured S_{11} and S_{21} are called S_{11R} and S_{21R} , respectively.

4.3.5.3 Test sample measurement

The test sample should be placed on the test fixture in accordance with 4.3.4. Measure and save S_{11} and S_{21} data as a sample characteristic. Measured S_{11} and S_{21} are called S_{11M} and S_{21M} , respectively.

4.3.5.4 Calculation of R_{tp}

R_{tp} shall be calculated by using the following formula:

$$R_{tp} = -10 \lg \left\{ 10^{S_{21M}/10} / \left(1 - 10^{S_{11M}/10} \right) \right\} \quad (\text{dB})$$

The calculated value shows attenuation due to the test sample. Data examples are shown in Figures 11 a, b and c.

4.3.6 Expression of results

The following items shall be expressed:

- R_{tp} ;
- Circuit parameters, S_{11R} , S_{21R} , S_{11M} and S_{21M} .

NOTE When the test sample has anisotropic properties, the measured direction should be given in the manufacturer's technical data.

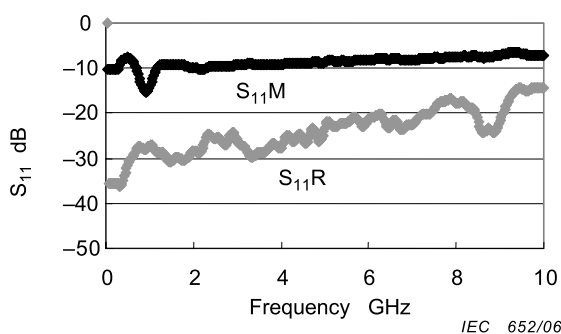


Figure 11 a – Return loss

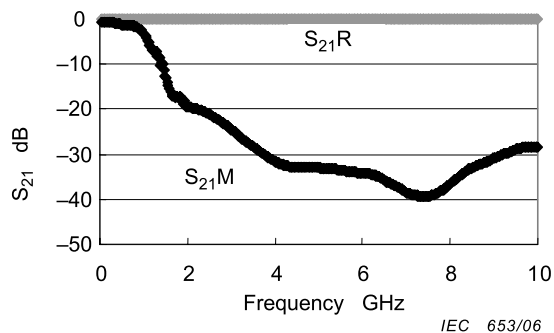


Figure 11 b – Transmission loss

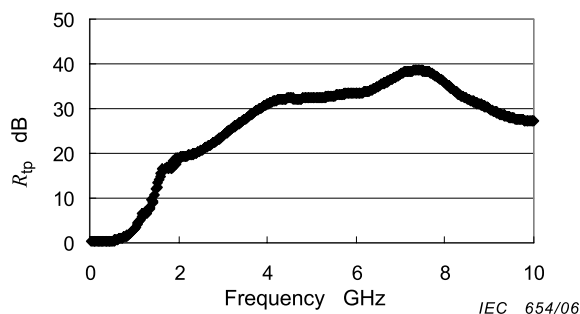


Figure 11 c – Calculated R_{tp} from S_{11M} and S_{21M}

Figure 11 – Data examples of the measurement results

4.4 Radiation suppression ratio: R_{rs}

4.4.1 Principle

An MSL is used as a radiation source on this measurement. A current on a strip conductor of the MSL generates electromagnetic wave radiation. Installation of the NSS on the strip conductor reduces the current due to the electromagnetic loss of the NSS. As a result, radiation from the MSL is suppressed.

4.4.2 Apparatus

The measurement system diagram is shown in Figure 12. The measurement system consists of a test fixture, a signal source, a receiving antenna, a receiver and a test site.

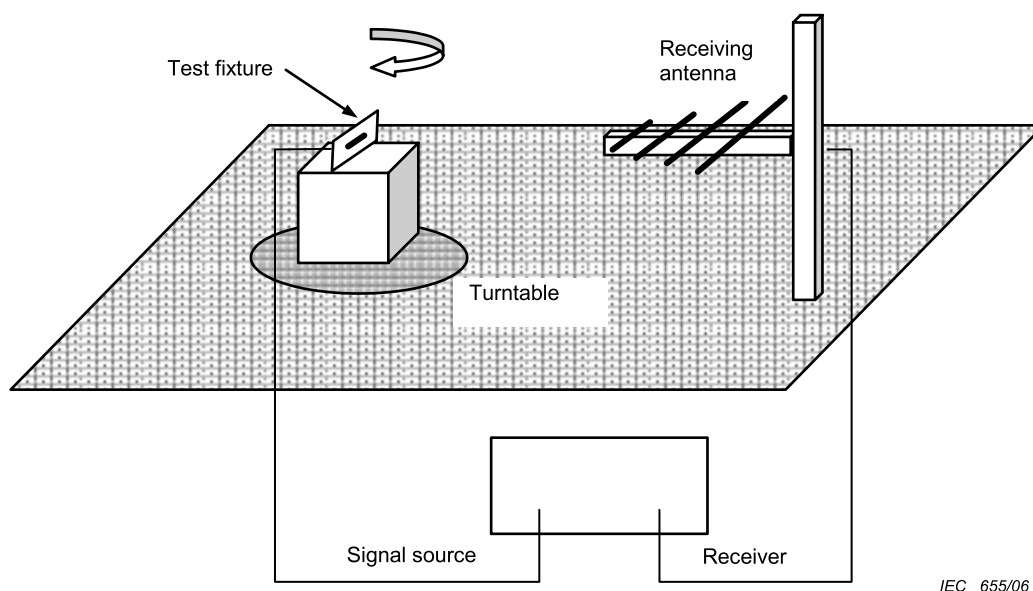


Figure 12 – Measurement system diagram of R_{rs}

4.4.2.1 Test fixture

The MSL with characteristic impedance of $50\ \Omega$ is used as the test fixture. A schematic diagram of the test fixture is shown in Figure 13, and specifications of the test fixture are shown in Figure 14, Table 7, respectively. The VSWR of the test fixture should be less than 1,5.

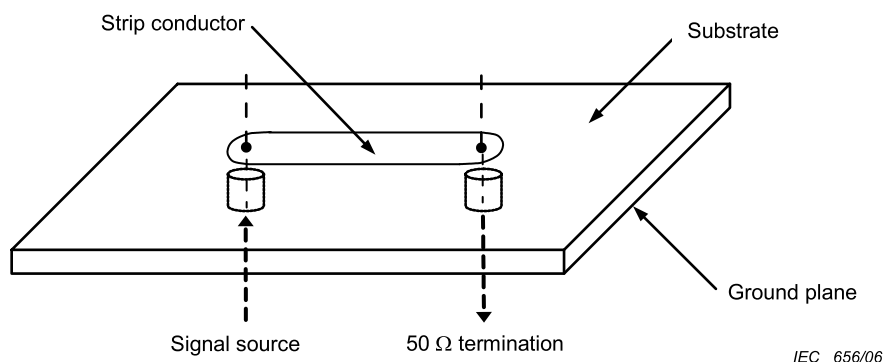


Figure 13 – Schematic diagram of test fixture

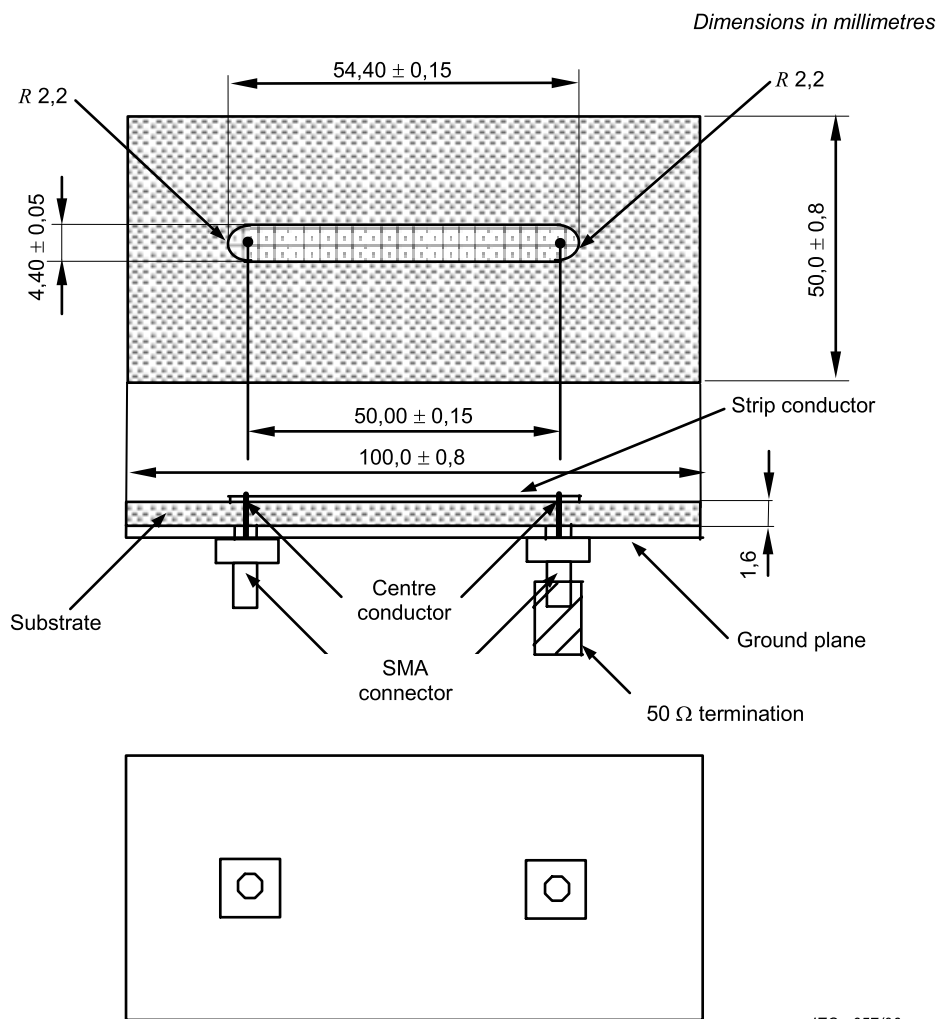


Figure 14 – Size and structure of test fixture

Table 7 – Dimensions of test fixture

	Length mm	Width mm	Thickness mm	Material
Substrate	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	$1,6^a$	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	$0,018^a$	Cu
Ground plane	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	$0,018^a$	Cu
^a Typically				
^b $\epsilon_r = 2,2$ to $2,6$				

4.4.2.2 Signal source

A spectrum analyzer with a tracking generator is favourable for this measurement. A network analyzer may be used as alternative measuring equipment. Output power of the signal source shall be in the range from 0 dBm to 10 dBm.

4.4.2.3 Receiving antenna

A receiving antenna shall be the broadband antenna in accordance with CISPR 16-1.

4.4.2.4 Receiver

A receiver shall be the spectrum analyzer in accordance with CISPR 16-1. A network analyzer may be usable under the conditions described in 4.4.4.2 b) and 4.4.4.3 c).

4.4.2.5 Test site

A test site shall be the anechoic chamber or the open-area test site in accordance with CISPR 22.

4.4.3 Test sample

4.4.3.1 Dimension

The width and length of the test sample are specified in Table 8. The thickness of the test sample is not defined.

Table 8 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
$55,2 \pm 0,65$	$4,7 \pm 0,25$

4.4.3.2 Attachment method on the test fixture

The test sample shall be fixed on the strip conductor as shown in Figure 15 by using one of the following methods. The strip conductor shall be fully covered with the test sample:

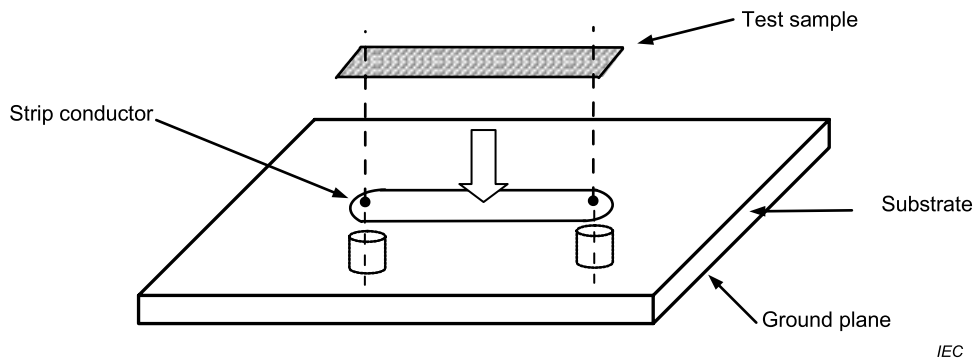
a) direct fixing:

the test sample may be fixed on the strip conductor when the test sample is adhesive or with an adhesive layer;

b) fixing with adhesive:

when the test sample is not adhesive, the test sample shall be fixed on the strip conductor with the adhesive that does not affect transmission characteristics of the test fixture. Width and length of the adhesive shall be equal to those of the test sample.

NOTE Example of adhesive: double-sided adhesive tape with less than 0,1 mm in thickness and non-conductive.



IEC 658/06

Figure 15 – Test sample attachment on test fixture

4.4.4 Procedure

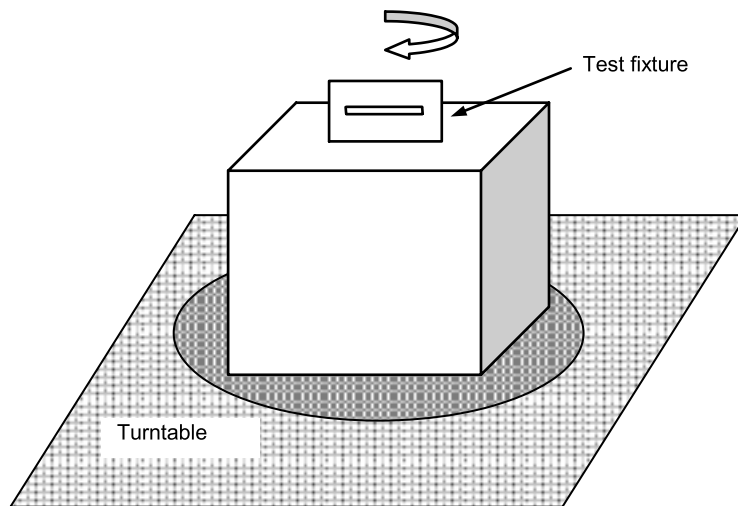
4.4.4.1 Measurement system set-up

Measurement system shall be set up in accordance with 4.4.2 and CISPR 22.

4.4.4.2 Reference measurement

a) Test fixture set-up

The test fixture shall be set on the turntable in accordance with Figure 16. The strip conductor of the test fixture shall be horizontal and the ground plane of the test fixture shall be vertical. The reference level should be measured without a test sample.



IEC 659/06

Figure 16 – Test fixture set-up on turntable

b) Measurement

Reference receiving power P_0 shall be measured using peak-hold function of the receiver in accordance with CISPR 22. The reference receiving power shall be measured in the horizontal polarization.

4.4.4.3 Test sample measurement

a) Test sample attachment on the test fixture

The test sample shall be attached on the test fixture in accordance with 4.4.3.2.

b) Test fixture set-up

The test fixture shall be set on the turntable in accordance with Figure 16. The strip conductor of the test fixture shall be horizontal and the ground plane of the test fixture shall be vertical.

c) Measurement

Receiving power P_1 shall be measured using peak-hold function of the receiver in accordance with CISPR 22. The receiving power of horizontal polarization shall be measured.

4.4.4.4 Calculation of R_{rs}

R_{rs} shall be calculated using the following formula:

$$R_{rs} = -10 \lg (P_1/P_0) \quad (\text{dB})$$

where

P_0 is the receiving power at the reference measurement;

P_1 is the receiving power at the test sample measurement.

4.4.5 Expression of results

The following items shall be expressed:

- a) R_{rs} ;
- b) attachment condition of the test sample.

4.5 Line-decoupling ratio: R_{dl}

4.5.1 General

This standard has provided for the measuring method of

- ① the intra-decoupling ratio (R_{da}),
- ② the inter-decoupling ratio (R_{de}),
- ③ the transmission attenuation power ratio (R_{tp}) and
- ④ the radiation suppression ratio (R_{rs}) in 4.1 to 4.4.

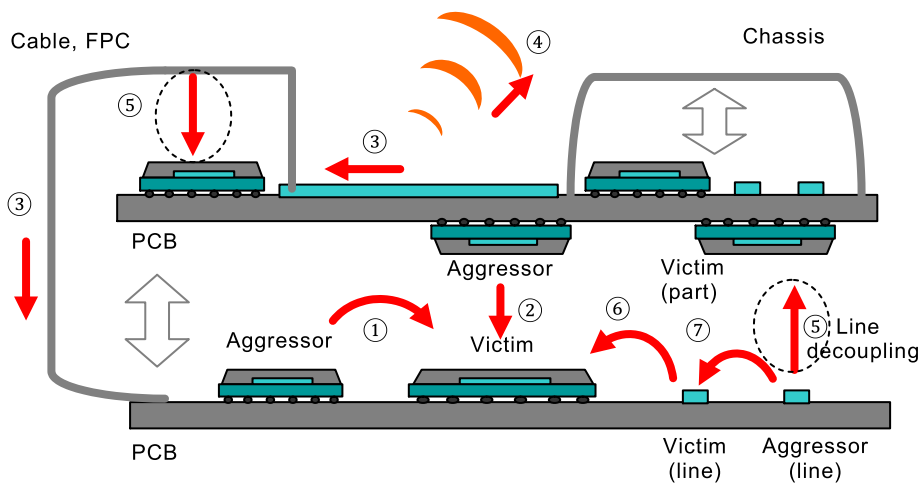
Subclause 4.5 provides

- ⑤ the line-decoupling ratio (R_{dl}).

The diagrammatic illustration of each noise suppression effect is shown in the following Table 9 and Figure 17.

Table 9 – Noise suppression effect classified as noise path and NSS position

Victim \ Agressor	Near field coupling			Conduction	Radiation
	Part (component)		Line	Line plane	Far field
	Same side	Opposite side	Line in vicinity		
Part (component)	① Intra-decoupling	② Inter-decoupling	⑤ Line decoupling	③ Transmission attenuation	④ Radiation suppression
Line	⑥	⑤ Line decoupling	⑦		



IEC

Figure 17 – Noise path

4.5.2 Principle

The following method is applied to evaluate the reduction of coupling between a line and (a) part(s) on both sides of the NSS, from 100 MHz to 6 GHz.

A test fixture for this evaluation is constructed with a micro-strip line (MSL) and a magnetic loop antenna as shown in Figure 18. The test fixture is aimed to simulate an electromagnetic interference observed frequently in electronic equipments. The MSL and the antenna correspond to a noise source, the aggressor, and a receiver, the victim, respectively.

The antenna and the NSS are set up at the centre of the MSL as shown in Figure 19. Two coupling factors of the loop antenna to the MSL with the NSS and without the NSS are measured in dB. The line-decoupling ratio R_{dl} is given in terms of dB as the difference of the two factors.

Permeability of the NSS modifies the magnetic field in its vicinity which can be applied to reduce noise coupling between the MSL and the antenna. At the high frequency range where the imaginary part of the permeability is dominant, the noise can be effectively absorbed due to the magnetic loss of the NSS.

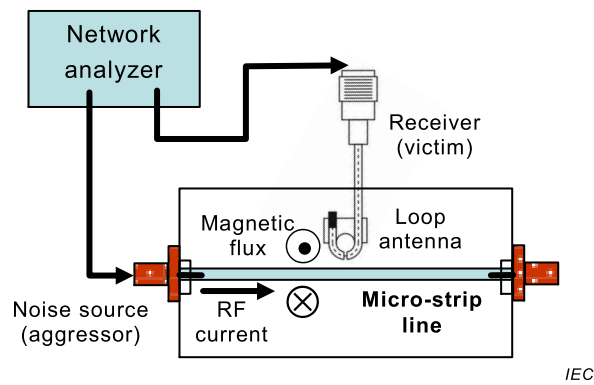
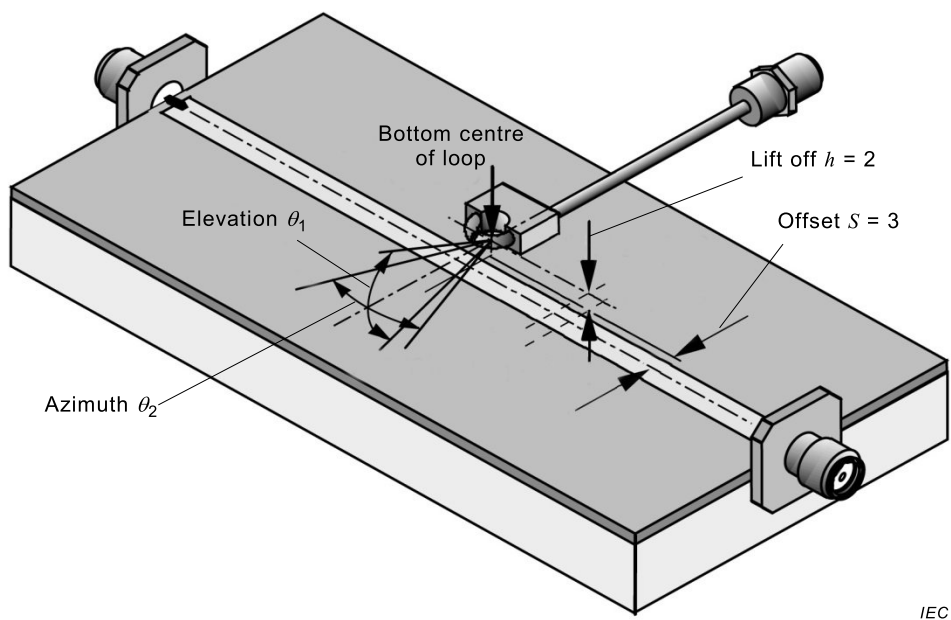


Figure 18 – A test fixture for line decoupling measurement

4.5.3 Apparatus

Figure 19 shows the schematic diagram of the measurement set-up for the line-decoupling ratio.



Key

- h is the lift off between the lower edge of the loop antenna and the surface of the MSL substrate,
- θ_1 is the elevation angle of the loop antenna surface from the horizontal plane,
- θ_2 is the azimuth angle of the loop antenna and transverse direction of the MSL,
- S is the centre offset of the loop antenna and the MSL.

Figure 19 – Schematic diagram of MSL and loop antenna set-up

4.5.3.1 Loop antenna

A small loop antenna defined in 4.1.2.1 shall be used.

4.5.3.2 Micro-strip line

The dimensions of the micro-strip line are shown in Table 10. One end of the MSL shall be connected to the network analyzer via an SMA type connector, and the other end of the MSL

shall be connected to termination load of $50\ \Omega$ via an SMA type connector. The VSWR of the MSL terminated with the other end shall be smaller than 1,2.

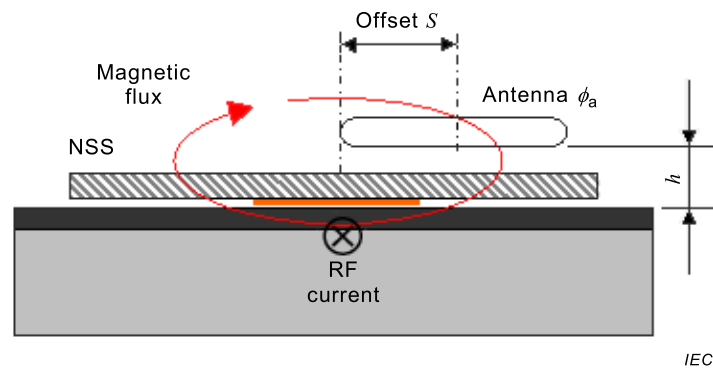
Table 10 – Dimensions of the MSL

	Length	Width	Thickness	Material
	mm	mm	mm	
Substrate	$100 \pm 0,8$	$50 \pm 0,8$	1,6	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$100 \pm 0,15$	$4,4 \pm 0,05$	$0,018^a$	Cu

^a Typically, but in any case $< 21\ \mu\text{m}$.

^b $\varepsilon_r = 2,2$ to $2,6$.

The antenna MSL and NSS configuration are shown in Figure 20. The dimensions of the loop antenna are specified as shown in Table 11.



Key

ϕ_a is the average diameter of the loop antenna.

Figure 20 – NSS, loop antenna and magnetic flux configuration

Table 11 – Dimensions of loop antenna

Lift off h	Diameter ϕ_a	Angle θ_1	Angle θ_2	Offset S
mm	mm	radian	radian	mm
$2,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$	$\leq \pi/2^b$	$3,0 \pm 0,2$

^a $\leq 10^\circ$

^b $\leq 90^\circ$

The frequency response required between the loop antenna and the MSL shall be in accordance with 4.1.2.1, however, the antenna and the MSL are within a fixed position as shown in Figure 18.

4.5.3.3 Network analyzer

A vector network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.5.4 Test sample

4.5.4.1 Dimension

The dimensions of the test sample for measuring R_{dl} are shown in Table 12.

Table 12 – Dimensions of the test sample

Length L	Width W
mm	mm
$20 \pm 0,5$	≥ 20
NOTE Any thickness of the test sample can be used in this measurement (provided the condition $h = (2,0 \pm 0,2)$ mm is maintained) as the thickness of the test sample depends on the sample formation. The measurement is not sensitive to the maximum width of the test sample.	

4.5.4.2 Attachment method on the test fixture

The test sample should be put and fixed as shown in 4.3.4.2.

4.5.5 Procedure

The arrangements of the antenna, MSL and test sample are shown in Tables 10 to 12, and also Figures 19 and 20.

4.5.5.1 Measurement system set-up

The measurement apparatus and the test sample(s) should be prepared in accordance with 4.5.3 and 4.5.4 in advance. A calibration of the network analyzer should be done at the end of the connectors of coaxial cables connected to the test fixture. Connect one connector to the MSL, and the other connector to the antenna.

4.5.5.2 Reference measurement

Measure the S_{21} data as a reference, S_{21R} .

4.5.5.3 Test sample measurement

The test sample should be placed on the test fixture in accordance with 4.5.4. Measure the S_{21} data as a sample characteristic. The measured value is then called S_{21M} .

4.5.5.4 Calculation of R_{dl}

R_{dl} shall be calculated by using the following formula:

$$R_{dl} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample.

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.5.6 Expression of results

The following items shall be expressed.

- R_{dl} ;
- attachment condition of the test sample;
- thickness of the test sample.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Généralités	32
4 Méthodes de mesure	33
4.1 Rapport d'intra-découplage: R_{da}	33
4.2 Rapport d'inter-découplage R_{de}	38
4.3 Rapport de puissance d'affaiblissement de transmission: R_{tp}	41
4.4 Rapport de suppression de rayonnement: R_{rs}	45
4.5 Rapport de découplage de ligne: R_{dl}	49
Figure 1 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'une plaque réduisant le bruit	33
Figure 2 – Paire d'antennes et plaque réduisant le bruit (NSS) en essai	34
Figure 3 – Réponse en fréquence du couplage entre une paire d'antennes	34
Figure 4 – Exemples recommandés de petites antennes cadres pour la mesure	35
Figure 5 – Vue en coupe de la configuration de mesure	36
Figure 6 – Schéma de principe de la configuration de mesure	37
Figure 7 – Représentation schématique d'une paire d'antennes cadres et d'un échantillon d'essai	39
Figure 8 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'un échantillon d'essai	39
Figure 9 – Schéma de principe de la configuration de mesure	40
Figure 10 – Représentation schématique de la méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission R_{tp}	42
Figure 11 – Exemples de données des résultats de mesure	44
Figure 12 – Schéma du spécimen de mesure de R_{rs}	45
Figure 13 – Représentation schématique d'un support d'essai	46
Figure 14 – Taille et structure du support d'essai	46
Figure 15 – Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai	48
Figure 16 – Support d'essai monté sur un plateau tournant	48
Figure 17 – Chemin de bruit	50
Figure 18 – Support d'essai pour la mesure du découplage de ligne	51
Figure 19 – Représentation schématique du montage de la ligne à micro-ruban et de l'antenne cadre	51
Figure 20 – Configuration de la plaque réduisant le bruit, de l'antenne cadre et du flux magnétique	52
Tableau 1 – Limites et mérites des antennes recommandées	36
Tableau 2 – Dimensions des antennes cadres	36
Tableau 3 – Dimensions de l'échantillon d'essai	37
Tableau 4 – Dimensions des antennes cadres	40
Tableau 5 – Dimensions du support d'essai	42

Tableau 6 – Dimensions de l'échantillon d'essai	43
Tableau 7 – Dimensions du support d'essai	47
Tableau 8 – Dimensions de l'échantillon d'essai	47
Tableau 9 – Classification des effets de suppression du bruit en fonction du chemin de bruit et de l'emplacement de la plaque réduisant le bruit.....	50
Tableau 10 – Dimensions de la ligne à micro-ruban	52
Tableau 11 – Dimensions de l'antenne cadre	52
Tableau 12 – Dimensions de l'échantillon d'essai	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PLAQUE RÉDUISANT LE BRUIT
DES DISPOSITIFS ET APPAREILS NUMÉRIQUES –****Partie 2: Méthodes de mesure****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62333-2 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-05) [documents 51/853/FDIS et 51/861/RVD] et son amendement 1 (2015-08) [documents 51/1068/CDV et 51/1088/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62333-2 a été établie par le comité d'études 51 de l'IEC: Composants magnétiques et ferrites.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62333-1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

L'IEC 62333 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques*:

Partie 1: Définitions et propriétés générales

Partie 2: Méthodes de mesure

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

PLAQUE RÉDUISANT LE BRUIT DES DISPOSITIFS ET APPAREILS NUMÉRIQUES –

Partie 2: Méthodes de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62333 spécifie les méthodes de mesure des caractéristiques électromagnétiques d'une plaque réduisant le bruit. Ces méthodes sont destinées à fournir des mesures utiles et reproductibles pour caractériser les performances des plaques réduisant le bruit, de sorte que les fabricants et leurs clients puissent obtenir les mêmes résultats.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62333-1, *Noise suppression sheet for digital devices and equipment – Part 1: Definitions and general properties* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

3 Généralités

Le brouillage électromagnétique entre des dispositifs électroniques et le rayonnement par des dispositifs électroniques sont en partie causés par un courant RF généré par des dispositifs actifs excités à haute fréquence. Une carte de circuit imprimé (PCB: *Printed Circuit Board*), des dispositifs montés sur une carte de circuit imprimé et tout autre circuit ou câble branché, peut se comporter comme une antenne qui rayonne du bruit RF. Les niveaux de brouillage électromagnétique et de rayonnement sont proportionnels au courant RF et sont largement influencés par la conception des cartes de circuit imprimé, par le rendement des antennes et les coefficients de couplage du bruit entre les dispositifs et les antennes.

La plaque réduisant le bruit (NSS: *Noise Suppression Sheet*) est utilisée pour découpler le chemin du bruit, réduire le courant du bruit RF et réduire le rayonnement. L'effet de la réduction du bruit par la plaque réduisant le bruit peut être évalué par quatre paramètres. Ces paramètres sont le rapport d'intra-découplage (R_{da}), le rapport d'inter-découplage (R_{de}), le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) et le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}).

Deux antennes sont placées proches l'une de l'autre pour la mesure du rapport d'intra-découplage (R_{da}) et du rapport d'inter-découplage (R_{de}). Une antenne se comporte comme une source de bruit et l'autre comme un récepteur. Les deux rapports de découplage proviennent de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit à proximité des antennes. Ces procédures de mesure représentent des configurations

pratiques de la plaque réduisant le bruit. Dans la pratique, la plaque réduisant le bruit est installée à proximité de la source de bruit ou de la partie perturbée par le bruit, à l'intérieur des équipements électroniques.

Un support d'essai à ligne à micro-ruban (MSL: *Micro-Strip Line*) est utilisé pour mesurer le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) comme une ligne de transmission qui serait un chemin de bruit. Le rapport provient de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit. Cette procédure de mesure représente une autre configuration pratique dans laquelle la plaque réduisant le bruit est utilisée pour réduire le courant RF le long d'une ligne de transmission.

Le support d'essai à ligne à micro-ruban est également utilisé pour mesurer le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}) comme l'antenne. Le rapport provient de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit. Cette procédure de mesure représente une autre configuration pratique dans laquelle la plaque réduisant le bruit est utilisée pour réduire le rayonnement provenant de l'antenne.

4 Méthodes de mesure

4.1 Rapport d'intra-découplage: R_{da}

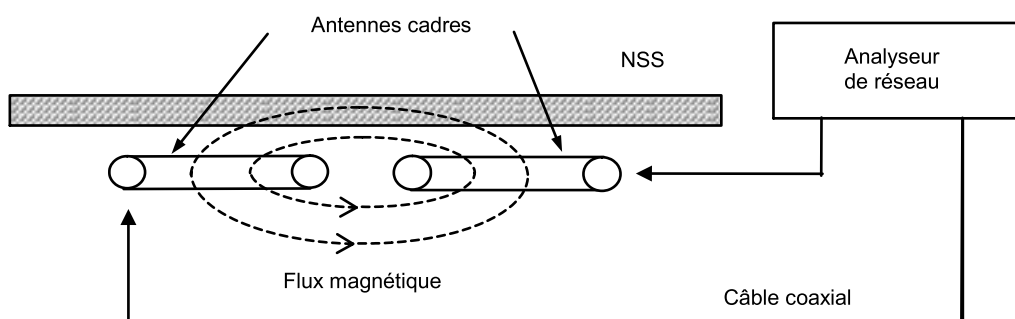
4.1.1 Principe

La méthode de mesure suivante est appliquée pour évaluer une réduction du couplage entre des lignes ou des cartes de circuit sur un côté de la plaque réduisant le bruit, entre 100 MHz et 6 GHz.

On utilise deux antennes cadres. Une antenne sert de source de bruit et l'autre de récepteur. Ces deux antennes simulent une situation de brouillage électromagnétique que l'on rencontre souvent à l'intérieur des équipements électroniques (voir Figure 1).

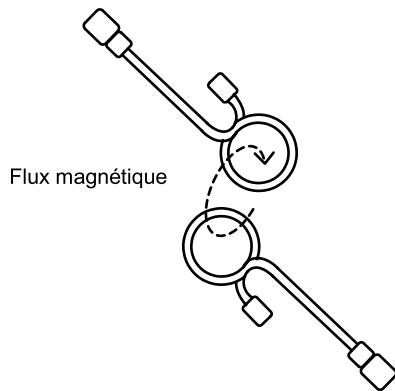
La plaque réduisant le bruit est placée de telle sorte que le centre de la paire d'antennes soit au centre de la plaque réduisant le bruit. Le couplage entre deux antennes et la plaque réduisant le bruit est mesurée, ainsi que le couplage sans la plaque réduisant le bruit pour servir de valeur de référence. On peut en conséquence obtenir le rapport d'intra-découplage R_{da} (dB).

Le champ magnétique RF émis par une antenne est couplé avec une autre antenne (voir Figure 2a). En plaçant la plaque réduisant le bruit et les antennes comme indiqué à la Figure 2b, une partie du flux magnétique est envoyé sur la plaque réduisant le bruit, et le couplage est réduit en raison des pertes électromagnétiques dans le matériau.



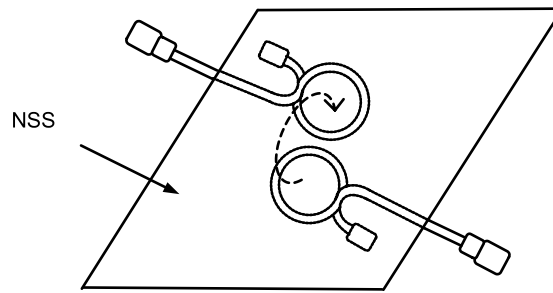
IEC 637/06

Figure 1 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'une plaque réduisant le bruit



IEC 638/06

Figure 2a – Antennes cadres



IEC 639/06

Figure 2b – NSS en essai

Figure 2 – Paire d'antennes et plaque réduisant le bruit (NSS) en essai

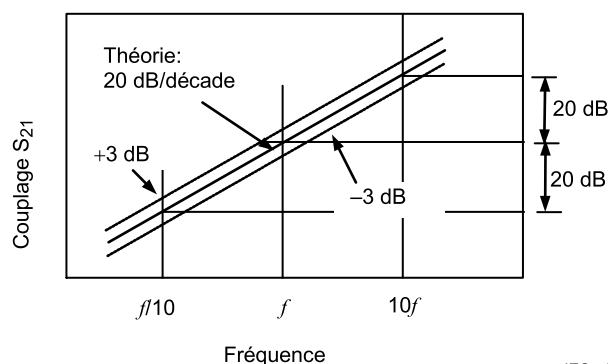
4.1.2 Appareillage

La Figure 1 est la représentation schématique de la méthode de mesure du rapport d'intra-découplage.

NOTE L'échantillon d'essai et les antennes cadres sont placés à au moins 30 mm de tout autre matériau à l'exception du câble coaxial, en utilisant un matériau à faibles pertes et de diélectrique peu élevé tels que de la mousse de styrène et un espace d'air.

Des petites antennes cadres doivent être utilisées pour générer le champ magnétique RF et pour détecter le flux magnétique.

Le coefficient de transmission S_{21} d'une paire d'antennes cadres idéales est proportionnel à la fréquence. Ceci signifie que S_{21} augmente de 20 dB par décade de fréquence. La gamme de fréquences utilisables de l'antenne cadre est définie par l'écart de S_{21} par rapport aux valeurs théoriques. Il convient que l'écart soit inférieur ± 3 dB comme le montre la Figure 3.



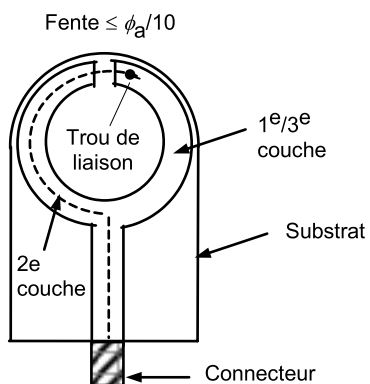
IEC 640/06

Figure 3 – Réponse en fréquence du couplage entre une paire d'antennes

Différentes conception d'antennes cadres représentées à la Figure 4 sont capables de donner une réponse fréquentielle de 20 dB/décade qui définit une mesure valide de R_{da}/R_{de} .

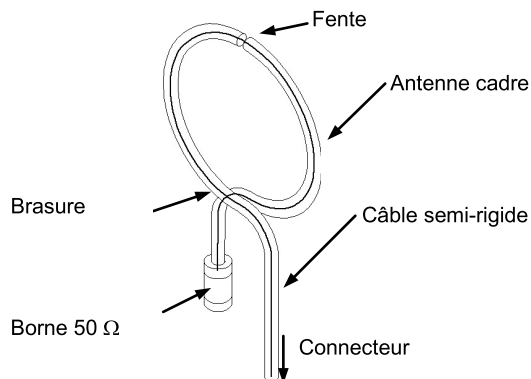
4.1.2.1 Antenne cadre

La Figure 4 représente des exemples recommandés de petites antennes. Les limites et mérites des exemples recommandés d'antennes sont présentés dans le Tableau 1.



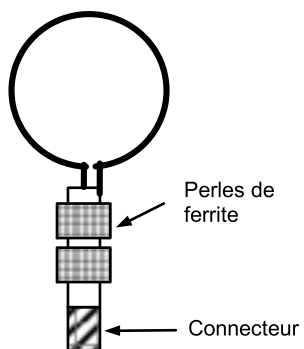
IEC 641/06

Figure 4a – Antenne multicouche blindée avec fente



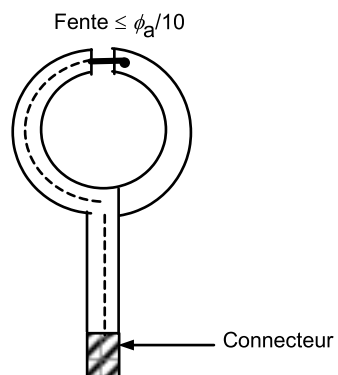
IEC 642/06

Figure 4b – Antenne cadre blindée avec fente et borne 50 Ω



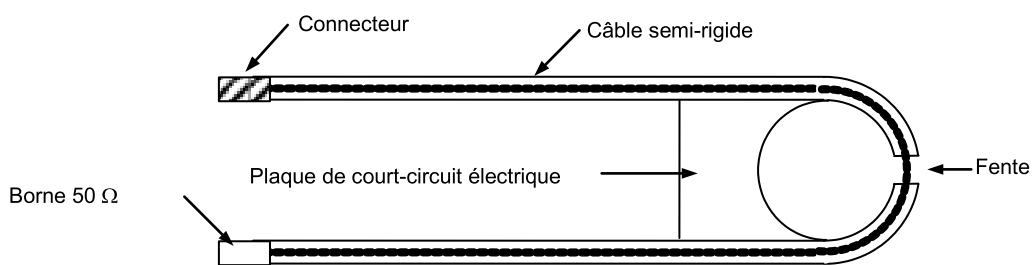
IEC 643/06

Figure 4c – Antenne à un tour avec perles de ferrite



IEC 644/06

Figure 4d – Antenne coaxiale blindée avec fente



IEC 645/06

Figure 4e – Antenne cadre blindée avec plaque de court-circuit électrique

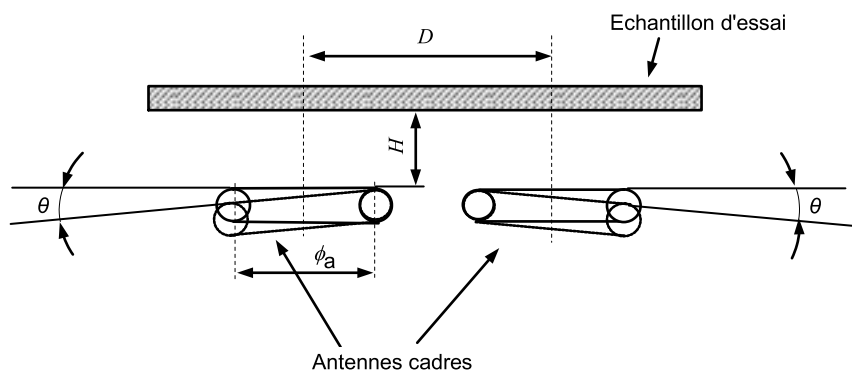
Figure 4 – Exemples recommandés de petites antennes cadres pour la mesure

Tableau 1 – Limites et mérites des antennes recommandées

	Type d'antenne cadre	Gamme de fréquences (approximative) GHz	Fabrication	Matériaux
a)	Antenne multicouches blindée avec fente	0,1 à 3	Processus de fabrication de PCB nécessaire	Matériau du PCB Ex: FR-4
b)	Antenne cadre blindée avec borne 50 Ω	0,1 à 6	Compétences techniques requises	Câble semi-rigide
c)	Antenne un tour avec perles de ferrite	0,1 à 2	Facile	Câble semi-rigide Perles de ferrite Ex: Ferrite NiCuZn
d)	Antenne coaxiale blindée avec fente	0,1 à 2	Facile	Câble semi-rigide
e)	Antenne cadre blindée avec plaque de court-circuit électrique	0,1 à 6	Facile	Câble semi-rigide

La largeur des fentes représentées aux Figures 4a), b), d) et e) doit être inférieure à $\phi_a/10$, où ϕ_a est le diamètre moyen de l'antenne cadre.

Deux antennes cadres doivent être disposées comme cela est représenté à la Figure 5. Les dimensions des antennes cadres sont spécifiées dans le Tableau 2.



IEC 646/06

D est la distance entre les centres des antennes cadres;

ϕ_a est le diamètre moyen d'une antenne cadre;

H est l'espacement entre l'échantillon d'essai et la surface d'une antenne;

θ est l'angle entre l'échantillon d'essai et chaque surface d'antenne cadre.

Figure 5 – Vue en coupe de la configuration de mesure

Tableau 2 – Dimensions des antennes cadres

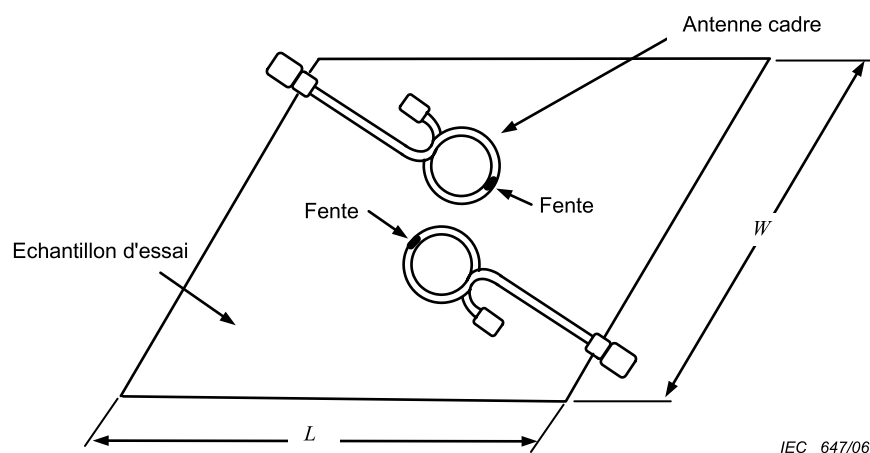
Distance D mm	Diamètre ϕ_a mm	Espacement H mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18$ ^a
^a ≤ 10 degrés			

4.1.2.2 Analyseur de réseau

Il convient de préparer un analyseur de réseau pour la source de signaux et pour le récepteur de signaux. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau au point le plus proche de l'antenne cadre. La combinaison d'un générateur et d'un récepteur de signaux sera utilisée comme appareil de mesure alternatif.

4.1.3 Echantillon d'essai

Les dimensions des échantillons d'essai sont spécifiées à la Figure 6 et dans le Tableau 3.



L est la longueur de l'échantillon d'essai;

W est la largeur de l'échantillon d'essai.

Figure 6 – Schéma de principe de la configuration de mesure

Tableau 3 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L mm	Largeur W mm
≥ 40	≥ 40
NOTE On peut utiliser n'importe quelle épaisseur pour l'échantillon d'essai dans cette mesure puisque l'épaisseur de l'échantillon d'essai dépend de la formation de l'échantillon.	

NOTE La mesure ne dépend pas des dimensions maximales de l'échantillon d'essai.

4.1.4 Procédure

La disposition des antennes et de l'échantillon d'essai est représentée dans les Tableaux 2 et 3 et dans les Figures 5 et 6.

4.1.4.1 Généralités

- Les antennes cadres doivent être placées dans un plan comme cela est représenté à la Figure 5.
- Lorsqu'une antenne cadre avec fente est utilisée, la fente des deux antennes doit être placée comme cela est représenté à la Figure 6.

4.1.4.2 Configuration de mesure

- a) Deux antennes cadres doivent être préparées comme indiqué en 4.1.2.
- b) Connecter les antennes à un analyseur de réseau par des câbles coaxiaux comme cela est représenté à la Figure 1.
- c) Placer l'échantillon d'essai et les antennes comme cela est représenté dans les Figures 5 et 6.
- d) Mesurer les coefficients de transmission (S_{21}), d'abord sans l'échantillon d'essai (S_{21R}), puis avec l'échantillon d'essai (S_{21M}).

4.1.4.3 Calcul de R_{da}

Le rapport d'intra-découplage R_{da} est ensuite calculé par la formule suivante:

$$R_{da} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai;

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.1.5 Expression des résultats

Le R_{da} doit être exprimé.

4.2 Rapport d'inter-découplage R_{de}

4.2.1 Principe

Cette méthode est appliquée pour évaluer la réduction du couplage entre des lignes ou des cartes de circuit par la plaque réduisant le bruit placée entre celles-ci, dans une gamme de fréquences comprises entre 100 MHz et 6 GHz.

On utilise deux antennes. Une antenne sert de source de bruit et l'autre de récepteur. Un brouillage électromagnétique réellement observé dans un équipement électronique est simulé par la mesure comme cela est représenté à la Figure 7.

La plaque réduisant le bruit est placée approximativement au milieu des deux antennes. Le coefficient S_{21} est mesuré entre deux antennes avec la plaque réduisant le bruit. Et le couplage est comparé sans la plaque réduisant le bruit comme valeur de référence, pour obtenir le rapport d'inter-découplage R_{de} (dB).

Le champ magnétique RF généré par une antenne est couplé avec une autre (voir Figure 8). En plaçant la plaque réduisant le bruit entre les antennes, une partie du flux magnétique est envoyé sur la plaque réduisant le bruit, et le couplage est réduit en raison des pertes électromagnétiques dans le matériau.

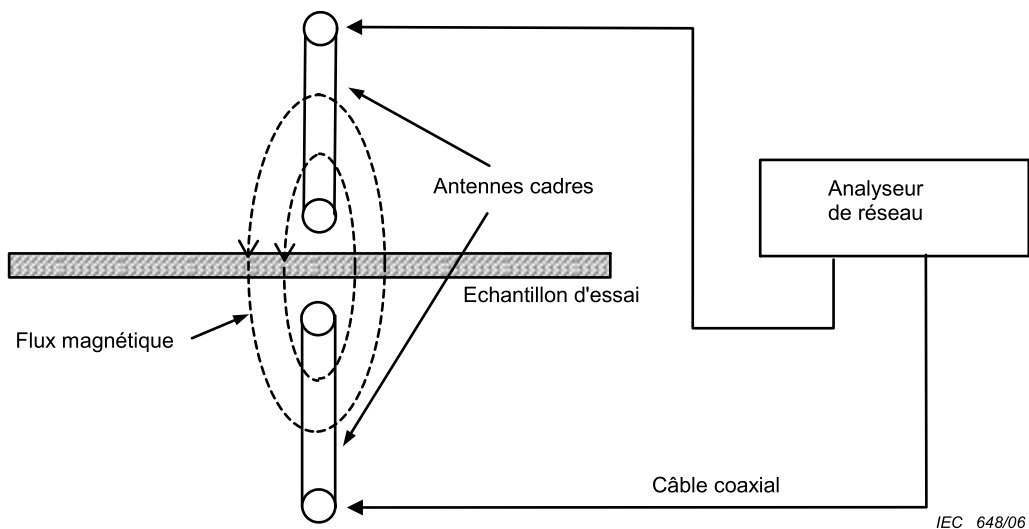


Figure 7 – Représentation schématique d'une paire d'antennes cadres et d'un échantillon d'essai

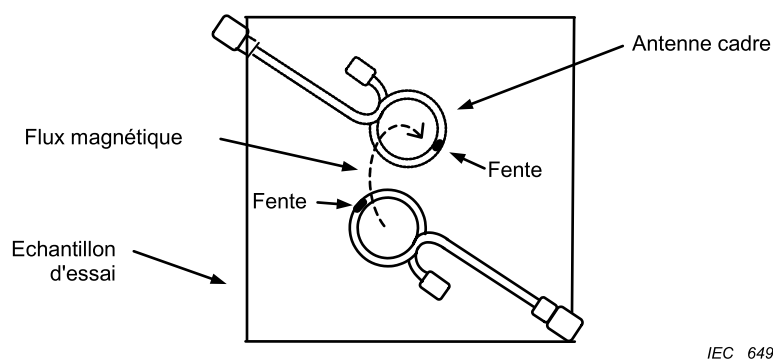


Figure 8 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'un échantillon d'essai

4.2.2 Appareillage

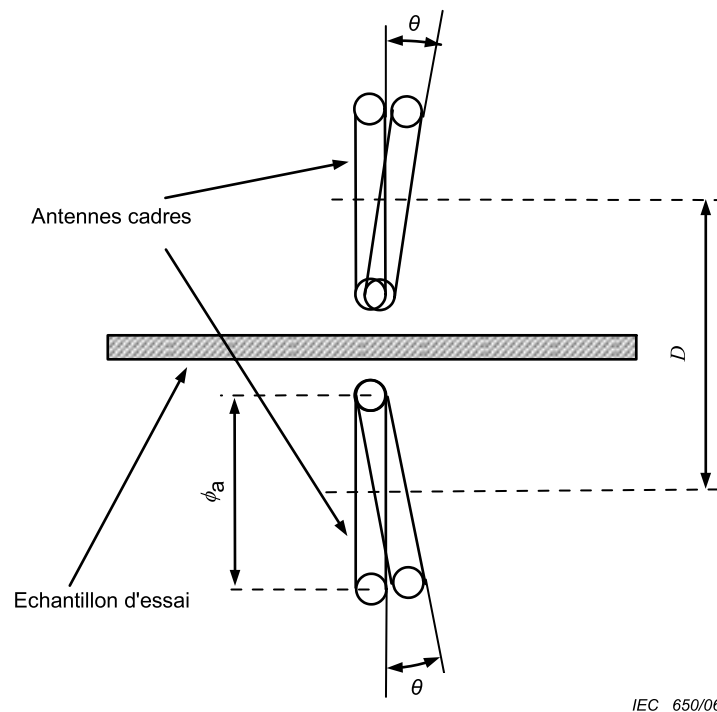
La Figure 7 est la représentation schématique de la méthode de mesure du rapport d'inter-découplage.

NOTE L'échantillon d'essai et les antennes cadres sont placés à au moins 30 mm de tout autre matériau à l'exception du câble coaxial, en utilisant un matériau à faibles pertes et de diélectrique peu élevé tel que de la mousse de styrène et un espace d'air.

4.2.2.1 Antenne cadre

Les petites antennes cadres définies en 4.1.2 doivent être utilisées.

Deux antennes cadres doivent être placées comme cela est représenté à la Figure 9. Les dimensions des antennes cadres sont spécifiées dans le Tableau 4.



IEC 650/06

D est la distance entre les centres des antennes cadres;

ϕ_a est le diamètre moyen d'une antenne cadre;

θ est l'angle par rapport au plan perpendiculaire à l'échantillon d'essai.

Figure 9 – Schéma de principe de la configuration de mesure

Tableau 4 – Dimensions des antennes cadres

Distance D mm	Diamètre ϕ_a mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
^a ≤ 10 degrés		

La réponse fréquentielle requise par l'antenne doit être conforme à 4.1.2.

4.2.2.2 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.2.3 Echantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être conforme à 4.1.3.

4.2.4 Procédure

Les dispositions des antennes et de l'échantillon d'essai sont représentées dans les Tableaux 1 et 3 et à la Figure 9.

4.2.4.1 Généralités

- Les antennes cadres doivent être placées dans un plan comme cela est représenté à la Figure 9.

- b) Lorsque l'antenne cadre avec fente est utilisée, la fente des deux antennes doit être placée comme cela est représenté à la Figure 8.

4.2.4.2 Configuration de mesure

- a) Deux antennes cadres doivent être disposées comme indiqué en 4.2.2.1.
- b) Connecter les antennes à un analyseur de réseau par des câbles coaxiaux comme cela est représenté à la Figure 7.
- c) Placer l'échantillon d'essai et les antennes comme cela est représenté dans les Figures 8 et 9.
- d) Mesurer les coefficients de transmission (S_{21}), d'abord sans l'échantillon d'essai (S_{21R}), puis avec l'échantillon d'essai (S_{21M}).

4.2.4.3 Calcul de R_{de}

Le rapport d'inter-découplage R_{de} est ensuite calculé par la formule suivante:

$$R_{de} = S_{21R} - S_{21M} \quad (\text{dB})$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai;

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.2.5 Expression des résultats

Le R_{de} doit être exprimé.

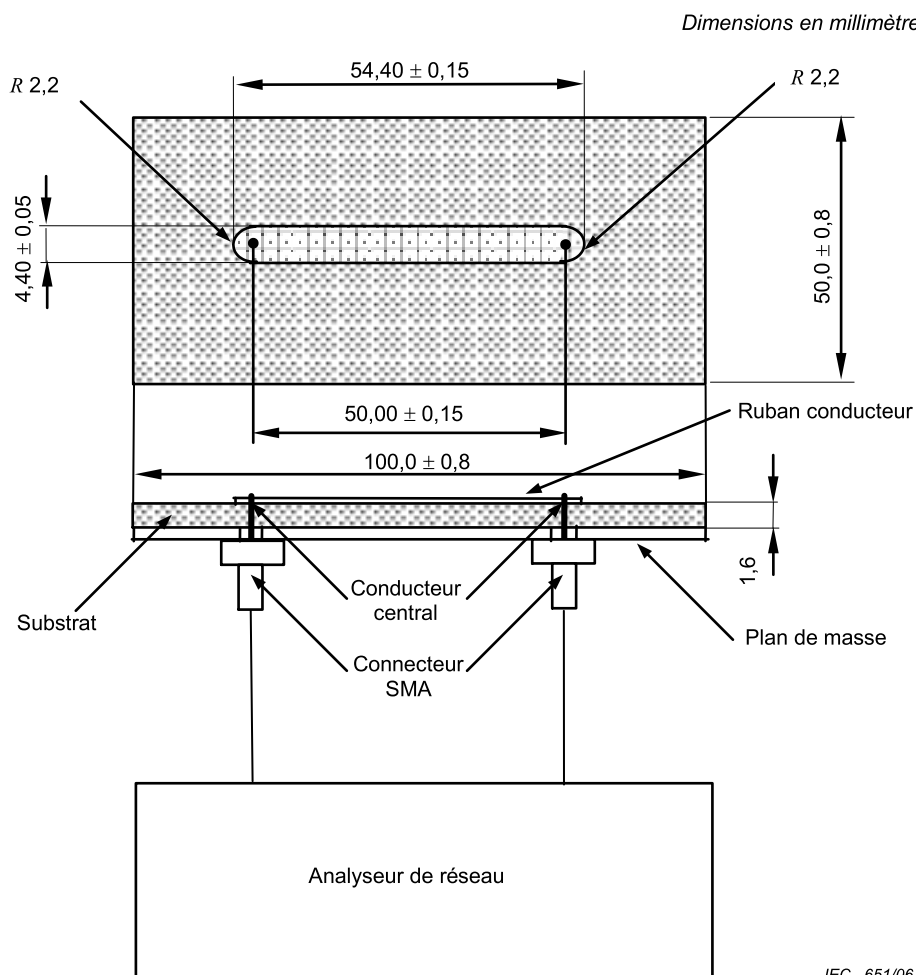
4.3 Rapport de puissance d'affaiblissement de transmission: R_{tp}

4.3.1 Principe

Cette méthode sert à mesurer l'affaiblissement du bruit du courant de conduction le long de la carte à circuit imprimé ou de l'autre chemin de bruit réalisé en installant la plaque réduisant le bruit. La ligne à micro-ruban, utilisée dans les hyperfréquences, est utilisée comme une ligne de transmission pour le bruit, et elle simule un chemin de bruit général de l'équipement électronique (voir Figure 10).

4.3.2 Appareillage

La méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission, R_{tp} , est représentée à la Figure 10.



IEC 651/06

Figure 10 – Représentation schématique de la méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission R_{tp}

4.3.3 Support d'essais

Les dimensions du support d'essai sur lequel le ruban conducteur est imprimé sont indiquées dans le Tableau 5. Il convient de connecter les deux extrémités du support d'essai à l'analyseur de réseau via des connecteurs de type SMA. Il convient que le rapport d'ondes stationnaires du support d'essai terminé sur l'autre extrémité soit inférieur à 1,5 dans la gamme de fréquences de mesure.

Tableau 5 – Dimensions du support d'essai

	Longueur mm	Largeur mm	Epaisseur mm	Matériau
Substrat	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	1,6 ^a	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu
Plan de masse	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	0,018 ^a	Cu
^a Typiquement				
^b $\epsilon_r = 2,2$ à $2,6$				

4.3.3.1 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.3.4 Echantillon d'essai

4.3.4.1 Dimension

Les dimensions de l'échantillon d'essai pour la mesure R_{tp} sont indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L mm	Largeur W mm
≥ 100	≥ 50

NOTE La mesure ne dépend pas des dimensions maximales de l'échantillon d'essai.

4.3.4.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

Il convient de placer et de fixer l'échantillon d'essai sur le support d'essai selon une des méthodes suivantes:

a) fixation directe:

l'échantillon d'essai peut être fixé sur le support d'essai à ligne à micro-ruban lorsque l'échantillon d'essai est adhésif ou doté d'une couche adhésive;

b) fixation à l'aide d'un adhésif:

lorsque l'échantillon d'essai n'est pas adhésif, il doit être fixé sur le support d'essai à ligne à micro-ruban à l'aide d'un adhésif approprié qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission du support d'essai. Il convient que l'adhésif soit non conducteur et que son épaisseur soit inférieure à 0,1 mm. La largeur et la longueur de l'adhésif doivent être égales à celles de l'échantillon d'essai;

NOTE Exemple d'adhésif: une bande adhésive double face de moins de 0,1 mm d'épaisseur.

c) fixation à l'aide d'une entretoise et d'un poids:

dans certains cas, lorsque l'échantillon d'essai n'est pas doté d'une couche adhésive, la fixation peut se faire avec une entretoise et un poids approprié. Dans cette méthode, l'entretoise doit être insérée à l'avance entre le ruban conducteur et les plaques. Une plaque de polytéréphtalate d'éthylène, qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission, constitue une bonne entretoise. Une entretoise de 0,025 mm d'épaisseur est nécessaire entre l'échantillon d'essai et le ruban conducteur. En outre, il convient de conserver l'échantillon d'essai à plat en appliquant un poids approprié. Une masse de 0,5 kg (5 N) est préférentielle et il convient qu'elle soit supportée par une plaque de mousse de styrène d'épaisseur supérieure à 10 mm afin d'éviter toute perturbation causée par le poids.

4.3.5 Procédure

4.3.5.1 Montage du système de mesure

Il convient de préparer l'appareil de mesure et les échantillons d'essai à l'avance conformément à 4.3.2 et 4.3.4. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau à l'extrémité des connecteurs des câbles coaxiaux connectés au support d'essai. Connecter chaque extrémité du câble coaxial à chaque sortie du support d'essai, respectivement.

4.3.5.2 Mesure de référence

Mesurer et sauvegarder les données S_{11} et S_{21} pour référence. Les coefficients S_{11} et S_{21} mesurés s'appellent S_{11R} et S_{21R} , respectivement.

4.3.5.3 Mesure d'un échantillon d'essai

Il convient de placer l'échantillon d'essai sur le support d'essai conformément à 4.3.4. Mesurer et sauvegarder les données S_{11} et S_{21} comme caractéristiques d'échantillon. Les coefficients S_{11} et S_{21} mesurés s'appellent S_{11M} et S_{21M} , respectivement.

4.3.5.4 Calcul de R_{tp}

R_{tp} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{tp} = -10 \lg \left\{ 10^{S_{21M}/10} / \left(1 - 10^{S_{11M}/10} \right) \right\} \quad (\text{dB})$$

La valeur calculée montre l'atténuation due à l'échantillon d'essai. Des exemples de données sont représentés dans les Figure 11a, 11b et 11c.

4.3.6 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- R_{tp}
- Les paramètres de circuit, S_{11R} , S_{21R} , S_{11M} et S_{21M} .

NOTE Lorsque l'échantillon d'essai présente des propriétés anisotropes, il convient que les données techniques du fabricant indiquent la direction mesurée.

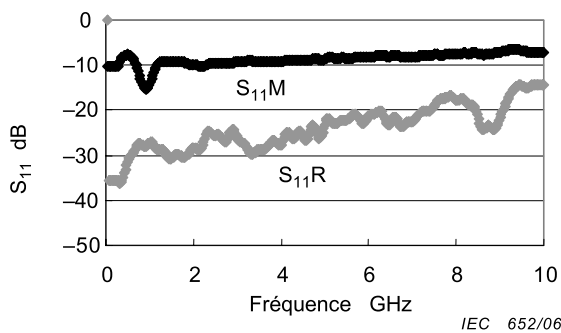


Figure 11 a – Pertes de réflexion

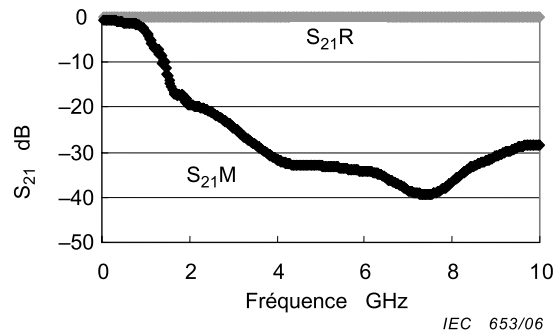


Figure 11 b – Pertes de transmission

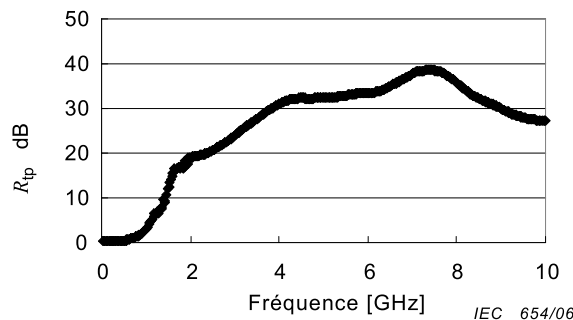


Figure 11 c – R_{tp} calculé à partir de S_{11M} et S_{21M}

Figure 11 – Exemples de données des résultats de mesure

4.4 Rapport de suppression de rayonnement: R_{rs}

4.4.1 Principe

Une ligne à micro-ruban est utilisée comme source de rayonnement dans cette mesure. Un courant sur un ruban conducteur de la ligne à micro-ruban génère un rayonnement d'ondes électromagnétiques. L'installation de la plaque réduisant le bruit sur le ruban conducteur réduit le courant du aux pertes électromagnétiques de la plaque réduisant le bruit. Le rayonnement de la plaque réduisant le bruit est ainsi supprimé.

4.4.2 Appareillage

Le schéma du spécimen de mesure est présenté à la Figure 12. Le spécimen de mesure est constitué d'un support d'essai, d'une source de signaux, d'une antenne de réception, d'un récepteur et d'un site d'essai.

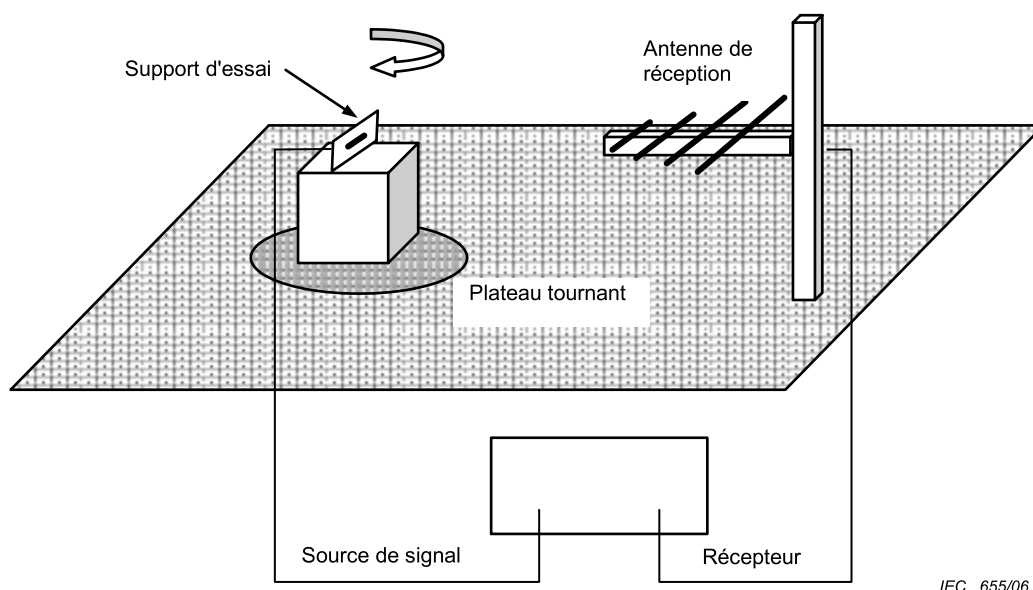


Figure 12 – Schéma du spécimen de mesure de R_{rs}

4.4.2.1 Support d'essai

La ligne à micro-ruban avec une impédance caractéristique de 50Ω est utilisée comme support d'essai. Un schéma du support d'essai est présenté à la Figure 13, et les spécifications du support d'essai sont présentées à la Figure 14 et dans le Tableau 7. Il convient que le taux d'ondes stationnaires du support d'essai soit inférieur à 1,5.

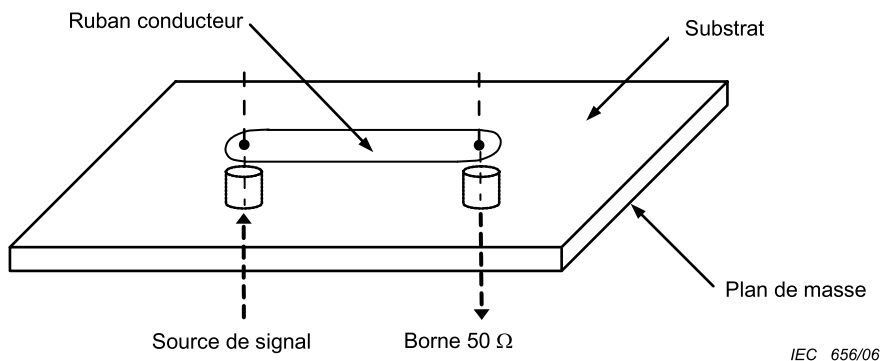


Figure 13 – Représentation schématique d'un support d'essai

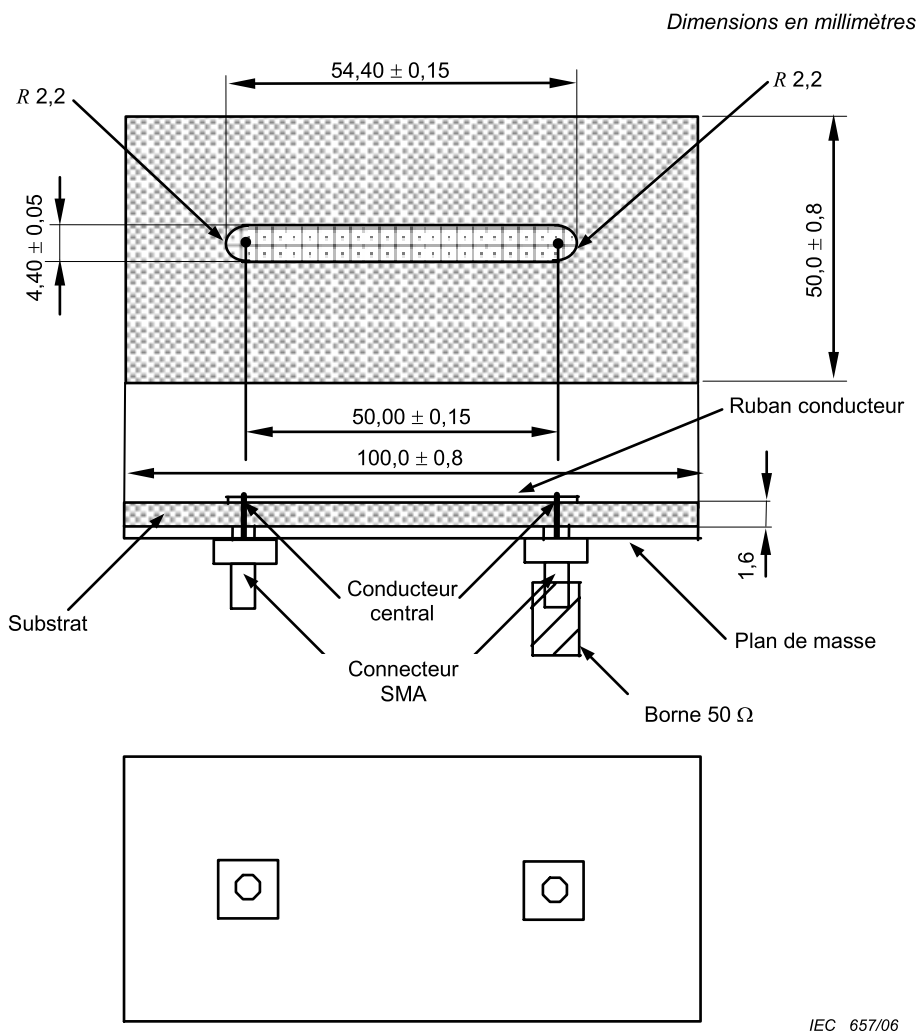


Figure 14 – Taille et structure du support d'essai

Tableau 7 – Dimensions du support d'essai

	Longueur mm	Largeur mm	Epaisseur mm	Matériau
Substrat	100,0 ± 0,8	50,0 ± 0,8	1,6 ^a	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	54,40 ± 0,15	4,40 ± 0,05	0,018 ^a	Cu
Plan de masse	100,0 ± 0,8	50,0 ± 0,8	0,018 ^a	Cu
^a Typiquement				
^b $\epsilon_r = 2,2$ à $2,6$				

4.4.2.2 Source de signal

Un analyseur de spectre avec un générateur de poursuite est favorable pour cette mesure. Un analyseur de réseau peut être utilisé comme équipement de mesure alternatif. La puissance de sortie de la source de signal doit être dans la gamme comprise entre 0 dBm et 10 dBm.

4.4.2.3 Antenne de réception

L'antenne de réception doit être une antenne à large bande conforme à la CISPR 16-1.

4.4.2.4 Récepteur

Le récepteur doit être un analyseur de spectre conforme à la CISPR 16-1. Un analyseur de réseau peut être utilisé dans les conditions décrites en 4.4.4.2 b) et en 4.4.4.3 c).

4.4.2.5 Site d'essai

Le site d'essai doit être une chambre anéchoïque ou un site d'essai ouvert conforme à la CISPR 22.

4.4.3 Echantillon d'essai

4.4.3.1 Dimension

La largeur et la longueur de l'échantillon d'essai sont spécifiées dans le Tableau 8. L'épaisseur de l'échantillon d'essai n'est pas définie.

Tableau 8 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur <i>L</i> mm	Largeur <i>W</i> mm
55,2 ± 0,65	4,7 ± 0,25

4.4.3.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

L'échantillon d'essai doit être fixé sur le ruban conducteur comme cela est représenté à la Figure 15 en utilisant une des méthodes suivantes. Le ruban conducteur doit être complètement couvert par l'échantillon d'essai.

a) fixation directe:

l'échantillon d'essai peut être fixé sur le ruban conducteur lorsque l'échantillon d'essai est adhésif ou doté d'une couche adhésive;

b) fixation à l'aide d'un adhésif:

lorsque l'échantillon d'essai n'est pas adhésif, il doit être fixé sur le ruban conducteur à l'aide d'un adhésif qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission du support

d'essai. La largeur et la longueur de l'adhésif doivent être égales à celles de l'échantillon d'essai.

NOTE Exemple d'adhésif: une bande adhésive double face de moins de 0,1 mm d'épaisseur et non conductrice.

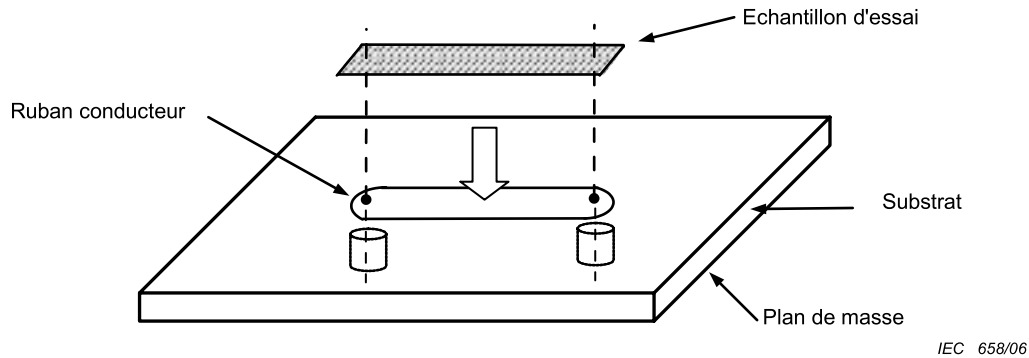


Figure 15 – Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai

4.4.4 Procédure

4.4.4.1 Montage du système de mesure

Le spécimen de mesure doit être monté conformément à 4.4.2 et à la CISPR 22.

4.4.4.2 Mesure de référence

a) Montage du support d'essai

Le support d'essai doit être monté sur le plateau tournant conformément à la Figure 16. Le ruban conducteur du support d'essai doit être horizontal et le plan de masse du support d'essai doit être vertical. Il convient de mesurer le niveau de référence sans échantillon d'essai.

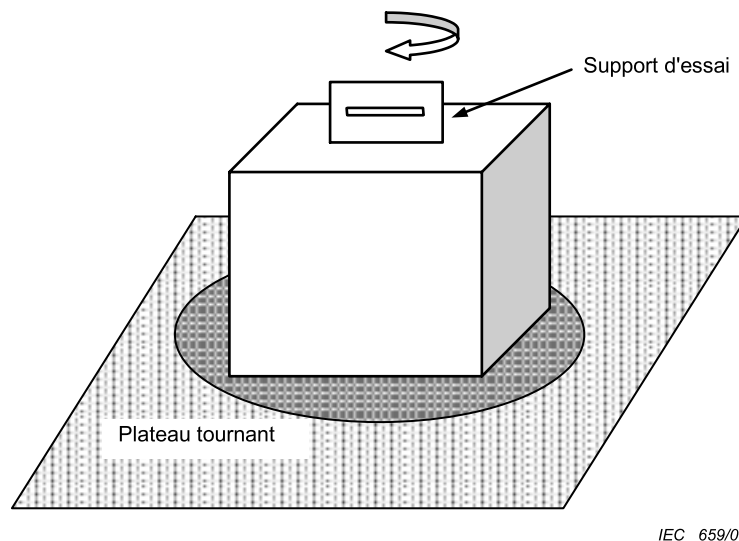


Figure 16 – Support d'essai monté sur un plateau tournant

b) Mesure

La puissance de réception de référence P_0 doit être mesurée à l'aide d'une fonction de retenue de crête du récepteur conformément à la CISPR 22. La puissance de réception de référence doit être mesurée en polarisation horizontale.

4.4.4.3 Mesure d'un échantillon d'essai**a) Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai**

L'échantillon d'essai doit être fixé sur le support d'essai conformément à 4.4.3.2.

b) Montage du support d'essai

Le support d'essai doit être monté sur le plateau tournant conformément à la Figure 16. Le ruban conducteur du support d'essai doit être horizontal et le plan de masse du support d'essai doit être vertical.

c) Mesure

La puissance de réception P_1 doit être mesurée à l'aide d'une fonction de retenue de crête du récepteur conformément à la CISPR 22. La puissance de réception doit être mesurée en polarisation horizontale.

4.4.4.4 Calcul de R_{rs}

R_{rs} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{rs} = -10 \lg (P_1/P_0) \quad (\text{dB})$$

où

P_0 est la puissance de réception pour la mesure de référence ;

P_1 est la puissance de réception pour la mesure de l'échantillon d'essai.

4.4.5 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- a) R_{rs} ;
- b) la condition de fixation de l'échantillon d'essai.

4.5 Rapport de découplage de ligne: R_{dl} **4.5.1 Généralités**

La présente norme a fourni la méthode de mesure des éléments suivants:

- ① le rapport d'intradécouplage (R_{da}),
- ② le rapport d'interdécouplage (R_{de}),
- ③ le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) et
- ④ le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}) du 4.1 au 4.4.

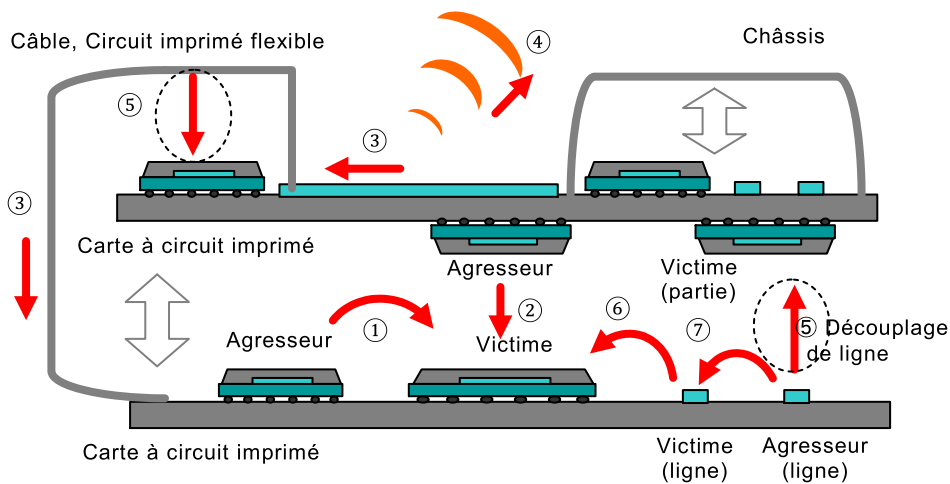
Le paragraphe 4.5 donne

- ⑤ le rapport de découplage de ligne (R_{dl}).

L'illustration schématique de chaque effet de suppression du bruit est représentée dans le Tableau 9 suivant et à la Figure 17.

Tableau 9 – Classification des effets de suppression du bruit en fonction du chemin de bruit et de l'emplacement de la plaque réduisant le bruit

Victime \ Agresseur	Couplage de champ proche			Conduction	Rayonnement
	Partie (composant)		Ligne	Plan linéaire	Champ lointain
	Même côté	Côté opposé	Ligne à proximité		
Partie (composant)	① Intra-découplage	② Inter-découplage	⑤ Découplage de ligne	③ Affaiblissement de transmission	④ Suppression de rayonnement
Ligne	⑥	⑤ Découplage de ligne	⑦		



IEC

Figure 17 – Chemin de bruit

4.5.2 Principe

La méthode suivante est appliquée pour évaluer la réduction du couplage entre une ligne et une (ou des) partie(s) sur les deux côtés de la plaque réduisant le bruit, entre 100 MHz et 6 GHz.

Un support d'essai pour cette évaluation est construit avec une ligne à micro-ruban (MSL) et une antenne cadre magnétique, comme représenté sur la Figure 18. Le support d'essai est destiné à simuler un brouillage électromagnétique, observé fréquemment dans les équipements électroniques. La ligne à micro-ruban et l'antenne correspondent à une source de bruit, l'agresseur, et à un récepteur, la victime, respectivement.

L'antenne et la plaque réduisant le bruit sont montées au centre de la ligne à micro-ruban, comme représenté sur la Figure 19. Deux facteurs de couplage de l'antenne cadre sur la ligne à micro-ruban, avec la plaque réduisant le bruit et sans la plaque réduisant le bruit, sont mesurés en dB. Le rapport de découplage de ligne R_{dl} est donné en dB, comme la différence entre les deux facteurs.

La perméabilité de la plaque réduisant le bruit modifie le champ magnétique à proximité, qui peut être appliqué afin de réduire le couplage du bruit entre la ligne à micro-ruban et l'antenne. Pour la gamme de hautes fréquences, où la partie imaginaire de la perméabilité domine, le bruit peut être absorbé efficacement en raison de la perte magnétique de la plaque réduisant le bruit.

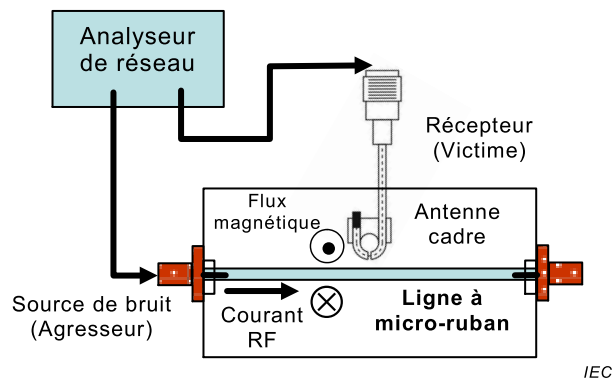
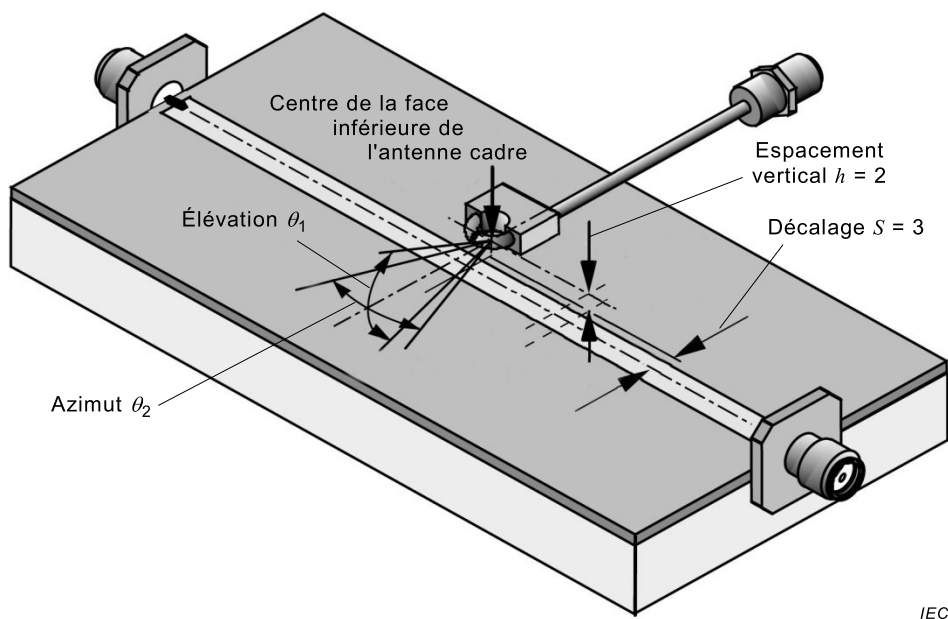


Figure 18 – Support d'essai pour la mesure du découplage de ligne

4.5.3 Appareillage

La Figure 19 est la représentation schématique du montage de mesure pour le rapport de découplage de ligne.



Légende

- h est l'espace vertical entre le bord inférieur de l'antenne cadre et la surface du substrat de la ligne à micro-ruban,
- θ_1 est l'angle d'élévation de la surface de l'antenne cadre par rapport au plan horizontal,
- θ_2 est l'angle d'azimut entre l'antenne cadre et la direction transversale de la ligne à micro-ruban,
- S est l'excentrage de l'antenne cadre et de la ligne à micro-ruban.

Figure 19 – Représentation schématique du montage de la ligne à micro-ruban et de l'antenne cadre

4.5.3.1 Antenne cadre

Une petite antenne cadre telle que définie en 4.1.2.1 doit être utilisée.

4.5.3.2 Ligne à micro-ruban

Les dimensions de la ligne à micro-ruban sont données au Tableau 10. Une extrémité de la ligne à micro-ruban doit être connectée à l'analyseur de réseau par l'intermédiaire d'un connecteur de type SMA, et l'autre extrémité de la ligne à micro-ruban doit être connectée à une charge de sortie de 50 Ω par l'intermédiaire d'un connecteur de type SMA. Le rapport d'ondes stationnaires de la ligne à micro-ruban terminée sur l'autre extrémité doit être inférieur à 1,2.

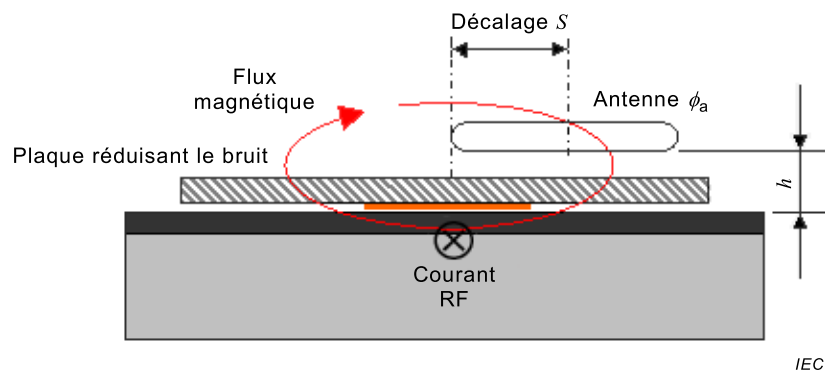
Tableau 10 – Dimensions de la ligne à micro-ruban

	Longueur	Largeur	Epaisseur	Matériau
	mm	mm	mm	
Substrat	$100 \pm 0,8$	$50 \pm 0,8$	1,6	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	$100 \pm 0,15$	$4,4 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu

^a Généralement, mais dans tous les cas < 21 μm .

^b $\varepsilon_r = 2,2$ à 2,6.

La ligne à micro-ruban de l'antenne et la configuration de la plaque réduisant le bruit sont représentées à la Figure 20. Les dimensions de l'antenne cadre sont données au Tableau 11.



Légende

ϕ_a est le diamètre moyen de l'antenne cadre.

Figure 20 – Configuration de la plaque réduisant le bruit, de l'antenne cadre et du flux magnétique

Tableau 11 – Dimensions de l'antenne cadre

Espacement vertical h	Diamètre ϕ_a	Angle θ_1	Angle θ_2	Décalage S
mm	mm	radian	radian	mm
$2,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$	$\leq \pi/2^b$	$3,0 \pm 0,2$

^a $\leq 10^\circ$

^b $\leq 90^\circ$

La réponse fréquentielle exigée entre l'antenne cadre et la ligne à micro-ruban doit être conforme à 4.1.2.1; néanmoins, l'antenne et la ligne à micro-ruban sont en position fixe, comme représenté sur la Figure 18.

4.5.3.3 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau vectoriel doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.5.4 Echantillon d'essai

4.5.4.1 Dimension

Les dimensions de l'échantillon d'essai pour la mesure de R_{dl} sont indiquées dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L	Largeur W
mm	mm
$20 \pm 0,5$	≥ 20
NOTE N'importe quelle épaisseur peut être utilisée pour l'échantillon d'essai dans cette mesure (sous réserve que la condition $h = (2,0 \pm 0,2)$ mm soit maintenue) puisque l'épaisseur de l'échantillon d'essai dépend de la formation de l'échantillon. La mesure ne dépend pas de la largeur maximale de l'échantillon d'essai.	

4.5.4.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

Il convient de placer et de fixer l'échantillon d'essai comme indiqué en 4.3.4.2

4.5.5 Procédure

Les dispositions de l'antenne, de la ligne à micro-ruban et de l'échantillon d'essai sont représentées dans les Tableaux 10 à 12 et également sur les Figures 19 et 20.

4.5.5.1 Montage du système de mesure

Il convient de préparer l'appareil de mesure et l'(les) échantillon(s) d'essai à l'avance, conformément à 4.5.3 et 4.5.4. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau à l'extrémité des connecteurs des câbles coaxiaux connectés au support d'essai. Raccorder un connecteur à la ligne à micro-ruban et l'autre connecteur à l'antenne.

4.5.5.2 Mesure de référence

Mesurer les données S_{21} sous la référence S_{21R} .

4.5.5.3 Mesure d'un échantillon d'essai

Il convient de placer l'échantillon d'essai sur le support d'essai conformément à 4.5.4. Mesurer les données S_{21} comme caractéristiques d'échantillon. La valeur mesurée est alors appelée S_{21M} .

4.5.5.4 Calcul de R_{dl}

R_{dl} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{dl} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai.

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.5.6 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- a) R_{dl} ;
 - b) la condition de fixation de l'échantillon d'essai;
 - c) l'épaisseur de l'échantillon d'essai.
-

FINAL VERSION

VERSION FINALE



**Noise suppression sheet for digital devices and equipment –
Part 2: Measuring methods**

**Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques –
Partie 2: Méthodes de mesure**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 General	6
4 Measuring methods	7
4.1 Intra-decoupling ratio: R_{da}	7
4.2 Inter-decoupling ratio: R_{de}	12
4.3 Transmission attenuation power ratio: R_{tp}	15
4.4 Radiation suppression ratio: R_{rs}	19
4.5 Line-decoupling ratio: R_{dl}	23
Figure 1 – Schematic diagram of a pair of antennas and NSS under test	7
Figure 2 – A pair of antennas and NSS under test	8
Figure 3 – Frequency response of coupling between a pair of antennas.....	8
Figure 4 – Recommended examples of small loop antennas for the measurement	9
Figure 5 – Cross-sectional view of the measuring configuration	10
Figure 6 – Schematic diagram of the measuring configuration	11
Figure 7 – Schematic diagram of a pair of loop antennas and test sample	13
Figure 8 – Schematic diagram of a pair of antenna and test sample.....	13
Figure 9 – Schematic diagram of the measuring configuration	14
Figure 10 – Schematic diagram of the measuring method for transmission attenuation power ratio R_{tp}	16
Figure 11 – Data examples of the measurement results	18
Figure 12 – Measurement system diagram of R_{rs}	19
Figure 13 – Schematic diagram of test fixture	19
Figure 14 – Size and structure of test fixture.....	20
Figure 15 – Test sample attachment on test fixture	22
Figure 16 – Test fixture set-up on turntable.....	22
Figure 17 – Noise path.....	24
Figure 18 – A test fixture for line decoupling measurement	25
Figure 19 – Schematic diagram of MSL and loop antenna set-up	25
Figure 20 – NSS, loop antenna and magnetic flux configuration.....	26
Table 1 – Merits and limitations of the recommended antennas	10
Table 2 – Dimensions of loop antennas	10
Table 3 – Dimensions of test sample	11
Table 4 – Dimensions of loop antennas	14
Table 5 – Dimensions of test fixture	16
Table 6 – Dimensions of test sample	17
Table 7 – Dimensions of test fixture	20
Table 8 – Dimensions of test sample	21
Table 9 – Noise suppression effect classified as noise path and NSS position	24

Table 10 – Dimensions of the MSL	26
Table 11 – Dimensions of loop antenna	26
Table 12 – Dimensions of the test sample.....	27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NOISE SUPPRESSION SHEET
FOR DIGITAL DEVICES AND EQUIPMENT –****Part 2: Measuring methods**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62333-2 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2006-05) [documents 51/853/FDIS and 51/861/RVD] and its amendment 1 (2015-08) [documents 51/1068/CDV and 51/1088/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62333-2 has been prepared IEC technical committee 51: Magnetic components and ferrite materials.

This standard is to be used in conjunction with IEC 62333-1.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 62333 consists of the following parts, under the general title *Noise suppression sheet for digital devices and equipment*:

Part 1: Definitions and general properties

Part 2: Measuring methods

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

NOISE SUPPRESSION SHEET FOR DIGITAL DEVICES AND EQUIPMENT –

Part 2: Measuring methods

1 Scope

This part of IEC 62333 specifies the methods for measuring the electromagnetic characteristics of a noise suppression sheet. Those methods are intended to provide useful and repeatable measurements to characterize the performance of the noise suppression sheets, so that manufacturers and their customers are able to obtain the same results.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendment) applies.

IEC 62333-1, *Noise suppression sheet for digital devices and equipment – Part 1: Definitions and general properties*

CISPR 16-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 22, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

3 General

Electromagnetic interference between electronic devices, and emission of radiation from electronic devices are caused, in part, by RF current generated by active devices which are driven at high frequency. Printed-circuit board (PCB), devices mounted on the PCB, and all other connected circuits or cables can act as antennas to radiate the RF noise. Levels of the electromagnetic interference and the emission are proportional to the RF current, and are also affected significantly by PCB design, radiation efficiency of the antennas, and noise coupling coefficients between the devices and the antennas.

The noise suppression sheet (NSS) is used for decoupling of the noise path, suppressing RF noise current, and reducing radiation. The noise suppression effect of the NSS can be evaluated by four parameters. They are defined as intra-decoupling ratio (R_{da}), inter-decoupling ratio (R_{de}), transmission attenuation power ratio (R_{tp}) and radiation suppression ratio (R_{rs}).

A pair of antennas is held close to each other for the measuring intra-decoupling ratio (R_{da}) and inter-decoupling ratio (R_{de}). One antenna acts as a noise source and another one as a receiver. Both decoupling ratios are derived from comparison before and after the NSS is installed nearby the antennas. These measuring procedures represent practical configurations of the NSS. Practically, the NSS is installed near the noise source or the noise interfered part, inside of the electronic equipments.

A micro-strip line (MSL) test fixture is used for the measuring transmission attenuation power ratio (R_{tp}) as a transmission line that would be a noise path. The ratio is derived from comparison before and after the NSS installation. This measuring procedure represents another practical configuration that the NSS is utilized for reducing the RF current along the transmission line.

The MSL test fixture is also used for measuring radiation suppression ratio (R_{rs}) as the antenna. The ratio is derived from a comparison before and after the NSS installation. This measuring procedure represents another practical configuration that the NSS is utilized for reducing the radiation from the antenna.

4 Measuring methods

4.1 Intra-decoupling ratio: R_{da}

4.1.1 Principle

The following measuring method is applied for evaluating a reduction of coupling between lines or circuit boards on one side of the NSS, from 100 MHz to 6 GHz.

A pair of loop antennas is employed. One is for noise source and the other one for receiver. They are simulating a general electromagnetic interference situation that often exists inside electronic equipment (see Figure 1).

The NSS is placed so that the centre of the antenna pair comes to the centre of the NSS. The coupling between two antennas with the NSS is measured, as well as the coupling without the NSS as a reference value. Consequently, intra-decoupling ratio R_{da} (dB) can be obtained.

RF magnetic field raised by one antenna is coupled with another one (see Figure 2a). By setting the NSS, the antennas (see Figure 2b), a part of the magnetic flux is led to the NSS, and the coupling is reduced by electromagnetic loss in the material.

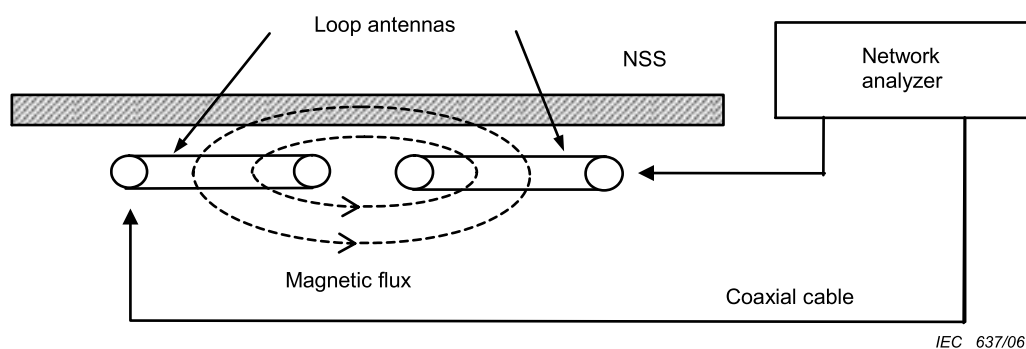
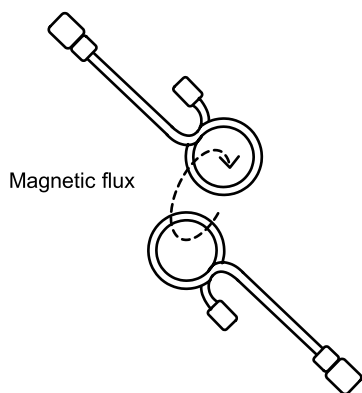
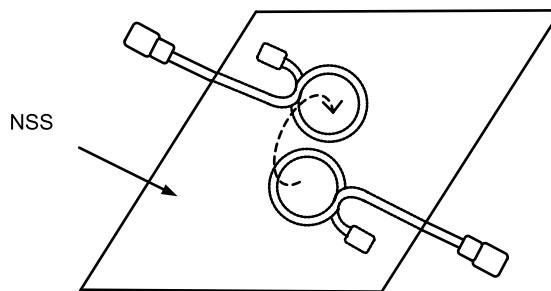


Figure 1 – Schematic diagram of a pair of antennas and NSS under test



IEC 638/06

Figure 2a – Loop antennas



IEC 639/06

Figure 2b – NSS under test

Figure 2 – A pair of antennas and NSS under test

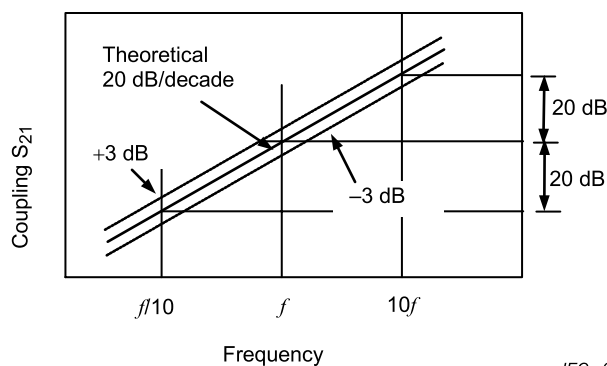
4.1.2 Apparatus

Figure 1 shows the schematic diagram of the measuring method of intra-decoupling ratio.

NOTE The test sample and the loop antennas are set at least 30 mm away from any other material except for the coaxial cable, using low dielectric and low loss material such as the styrene foam and air gap.

Small loop antennas shall be used for the generation of the RF magnetic field and the detection of the magnetic flux.

The S_{21} of the ideal loop antenna pair is proportional to the frequency. This means that S_{21} increases 20 dB with the decade of frequency. The usable frequency range of the loop antenna is defined by the deviation of S_{21} from the theoretical value. The deviation should be less than ± 3 dB as shown in Figure 3.



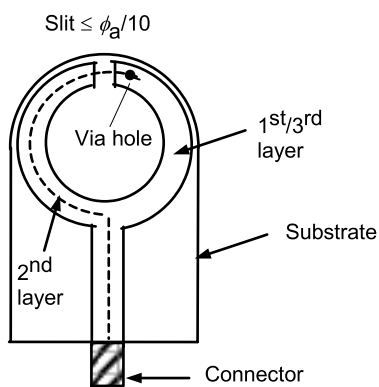
IEC 640/06

Figure 3 – Frequency response of coupling between a pair of antennas

Several loop antenna designs shown in Figure 4 are capable of achieving the 20 dB/decade frequency response that defines a valid R_{da}/R_{de} measurement.

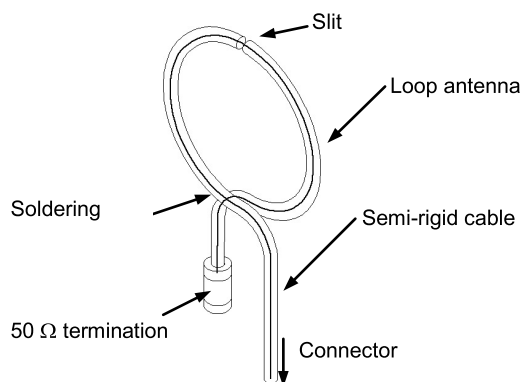
4.1.2.1 Loop antenna

Recommended examples of the small antennas are shown in Figure 4. Merits and limitations of recommended examples of the antennas are described in Table 1.



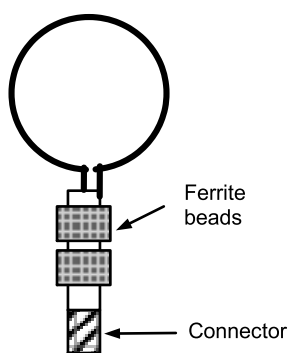
IEC 641/06

Figure 4a – Shielded multi-layered antenna with slit



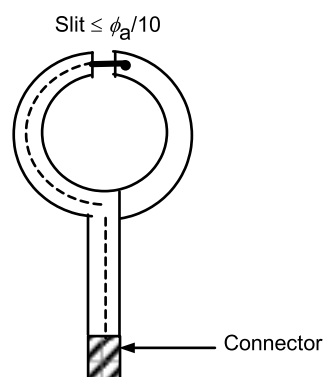
IEC 642/06

Figure 4b – Shielded loop antenna with slit and 50 Ω termination



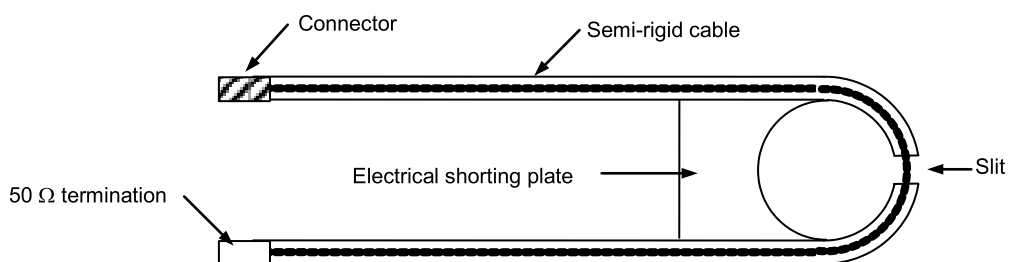
IEC 643/06

Figure 4c – One turn antenna with ferrite beads



IEC 644/06

Figure 4d – Shielded coaxial antenna with slit



IEC 645/06

Figure 4e – Shield loop antenna with electrical shorting plate

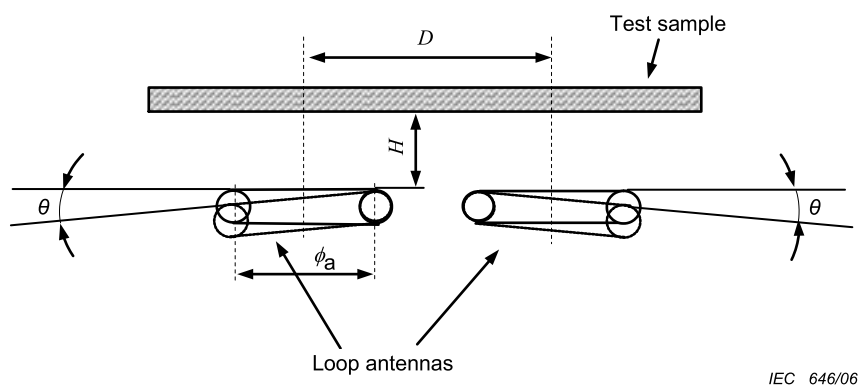
Figure 4 – Recommended examples of small loop antennas for the measurement

Table 1 – Merits and limitations of the recommended antennas

	Loop antenna type	Frequency range (approx.) GHz	Fabrication	Materials
a)	Shielded multi-layer antenna with slit	0,1 to 3	PCB manufacturing process required	PCB material Ex. FR-4
b)	Shielded loop antenna with 50 Ω termination	0,1 to 6	Engineering skills required	Semi-rigid cable
c)	One turn antenna with ferrite beads	0,1 to 2	Easy	Semi-rigid cable Ferrite beads Ex. NiCuZn ferrite
d)	Shielded coaxial antenna with slit	0,1 to 2	Easy	Semi-rigid cable
e)	Shield loop antenna with electrical shorting plate	0,1 to 6	Easy	Semi-rigid cable

Slit width shown in Figures 4a), b), d) and e) shall be less than $\phi_a/10$, where ϕ_a is average diameter of the loop antenna.

A pair of loop antennas shall be arranged as shown in Figure 5. The dimensions of loop antennas are specified as shown in Table 2.



IEC 646/06

- D is the distance between centres of the loop antennas;
- ϕ_a is the average diameter of the loop antenna;
- H is the clearance between test sample and the antenna surface;
- θ is the angle between test sample and each loop antenna surface.

Figure 5 – Cross-sectional view of the measuring configuration**Table 2 – Dimensions of loop antennas**

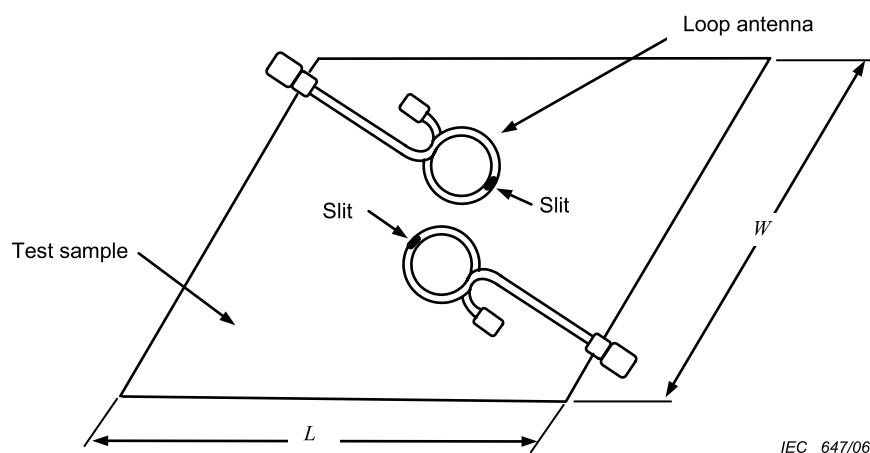
Distance D mm	Diameter ϕ_a mm	Clearance H mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
$a \leq 10$ degrees			

4.1.2.2 Network analyzer

A network analyzer should be prepared both for signal source and signal receiver. A calibration of the network analyzer should be done at the nearest point of loop antenna. The combination of a signal generator and a receiver will be used as an alternative measuring equipment.

4.1.3 Test sample

The dimensions of test samples are specified in Figure 6 and Table 3.



L is the length of test sample;
 W is the width of test sample.

Figure 6 – Schematic diagram of the measuring configuration

Table 3 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
≥ 40	≥ 40
NOTE Any thickness of the test sample can be used in this measurement as the thickness of the test sample depends on the sample formation.	

NOTE The measurement is not sensitive to the maximum dimensions of the test sample.

4.1.4 Procedure

Arrangement of antennas and the test sample are shown in Table 2, Table 3, Figure 5 and Figure 6.

4.1.4.1 General

- Loop antennas shall be arranged in a plane as shown in Figure 5.
- When a loop antenna with slit is used, the slit of two antennas shall be arranged as shown in Figure 6.

4.1.4.2 Measuring configuration

- a) A pair of loop antennas shall be prepared as given in 4.1.2.
- b) Connect the antennas to network analyzer through coaxial cables as shown in Figure 1.
- c) Arrange the test sample and the antennas as shown in Figure 5 and Figure 6.
- d) Measure transmission characteristics (S_{21}), first without the test sample (S_{21R}), then with the test sample (S_{21M}).

4.1.4.3 Calculation of R_{da}

Intra-decoupling ratio R_{da} is then calculated by the following formula:

$$R_{da} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample;

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.1.5 Expression of results

R_{da} shall be expressed.

4.2 Inter-decoupling ratio: R_{de}

4.2.1 Principle

This method is applied for evaluating the reduction of coupling between lines or circuit boards by the NSS between them, at the frequency range from 100 MHz to 6 GHz.

A pair of antennas is employed. One is for noise source and the other is for receiver. An electromagnetic interference actually observed in electronic equipment is simulated by the measurement as shown in Figure 7.

NSS is placed approximately in the middle of the antennas. S_{21} between two antennas with NSS is measured. And the coupling compared without NSS as a reference value, and consequently, inter-decoupling ratio R_{de} (dB) can be obtained.

RF magnetic field generated by one antenna is coupled with another one (see Figure 8). By setting the NSS, between the antennas, a part of the magnetic flux is led to the NSS, and the coupling is reduced by the electromagnetic loss of the material.

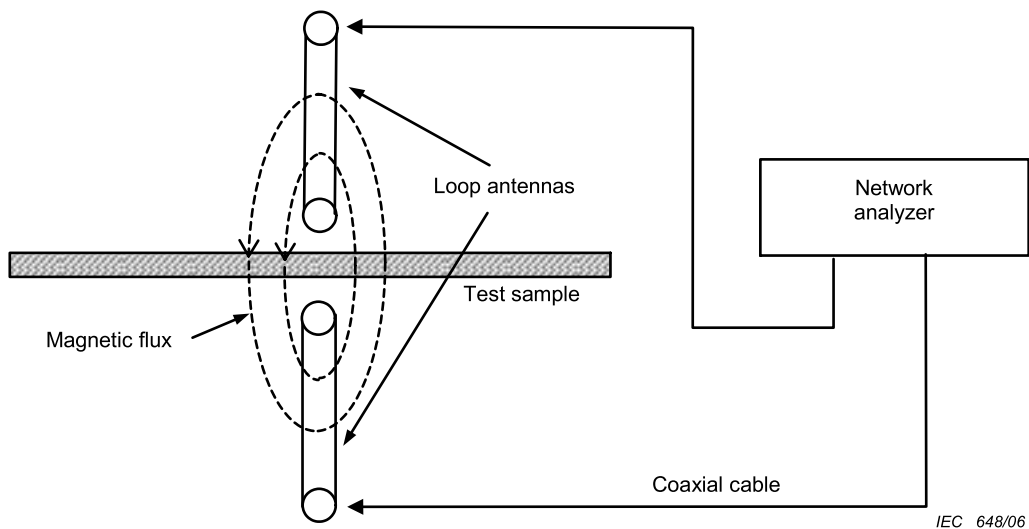


Figure 7 – Schematic diagram of a pair of loop antennas and test sample

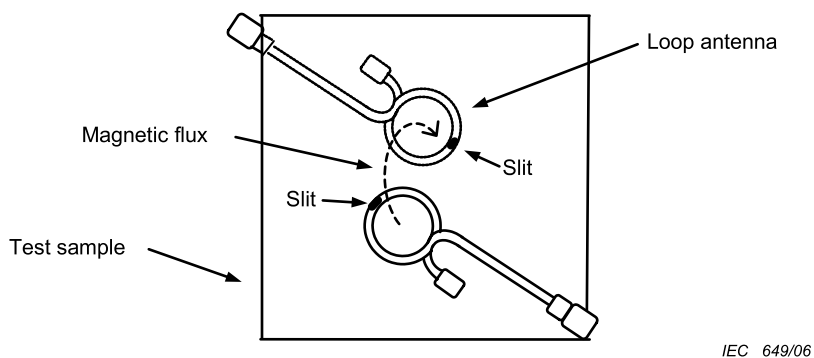


Figure 8 – Schematic diagram of a pair of antenna and test sample

4.2.2 Apparatus

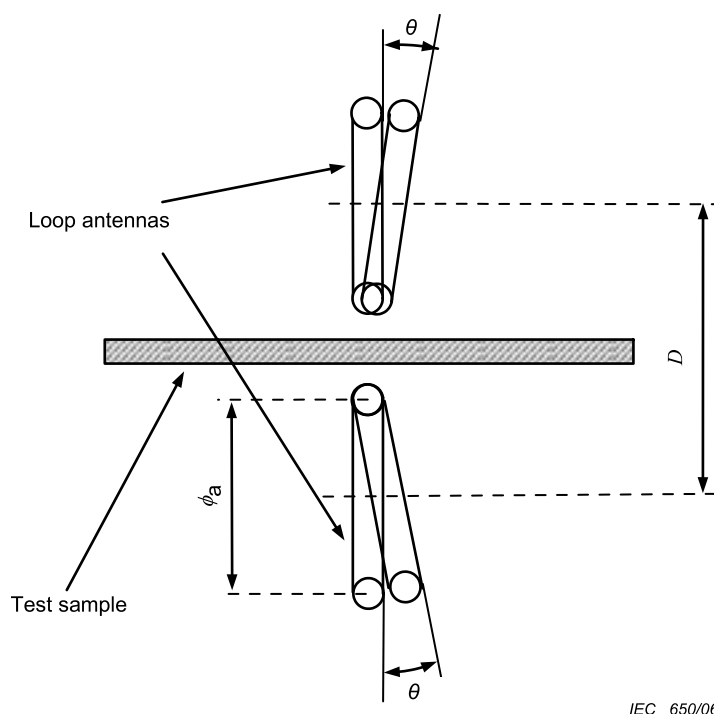
Figure 7 shows the schematic diagram of the measuring method of inter-decoupling ratio.

NOTE The test sample and the loop antennas are set at least 30 mm away from any other materials except for the coaxial cable, using low dielectric and low loss material such as the styrene foam and air gap.

4.2.2.1 Loop antenna

Small loop antennas defined in 4.1.2 shall be used.

A pair of loop antennas shall be held as shown in Figure 9. The dimensions of the loop antennas are specified as shown in Table 4.



IEC 650/06

- D is the distance between the centres of the loop antennas;
- ϕ_a is the average diameter of the loop antenna;
- θ is the angle from the plane perpendicular to the test sample.

Figure 9 – Schematic diagram of the measuring configuration

Table 4 – Dimensions of loop antennas

Distance D mm	Diameter ϕ_a mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
^a ≤ 10 degrees		

Frequency response required by the antenna shall be in accordance with 4.1.2.

4.2.2.2 Network analyzer

A network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.2.3 Test sample

Test sample shall be in accordance with 4.1.3.

4.2.4 Procedure

Arrangements of the antennas and the test sample are shown in Table 1, Table 3 and Figure 9.

4.2.4.1 General

- Loop antennas shall be arranged in a plane as shown in Figure 9.
- When the loop antenna with slit is used, the slit of the two antennas shall be arranged as shown in Figure 8.

4.2.4.2 Measuring configuration

- a) A pair of loop antennas shall be arranged as shown in 4.2.2.1.
- b) Connect the antennas to the network analyzer through coaxial cables as shown in Figure 7.
- c) Arrange the test sample and the antennas as shown in Figure 8 and Figure 9.
- d) Measure transmission characteristics (S_{21}), first without the test sample (S_{21R}) then with the test sample (S_{21M}).

4.2.4.3 Calculation of R_{de}

Inter-decoupling ratio R_{de} is then calculated by the following formula:

$$R_{de} = S_{21R} - S_{21M} \quad (\text{dB})$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample;

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.2.5 Expression of results

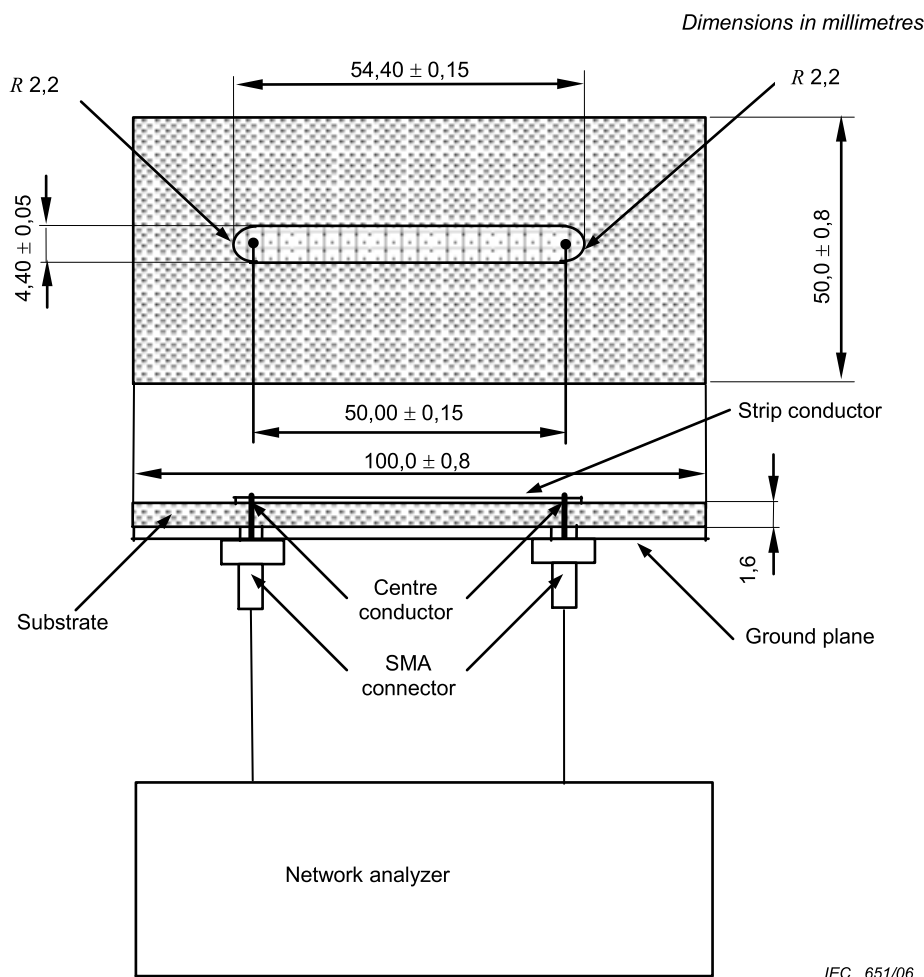
R_{de} shall be expressed.

4.3 Transmission attenuation power ratio: R_{tp} **4.3.1 Principle**

This method is for measuring the attenuation of conducting current noise along the PCB or the other noise path achieved by the NSS installation. The MSL, which is used in the microwave frequency, is employed as a transmission line for the noise, and the MSL simulates a general noise path of the electronic equipment (see Figure 10).

4.3.2 Apparatus

The schematic diagram of the measuring method of a transmission attenuation power ratio; R_{tp} is shown in Figure 10.



IEC 651/06

Figure 10 – Schematic diagram of the measuring method for transmission attenuation power ratio R_{tp}

4.3.3 Test fixture

The dimensions of the test fixture, on which the strip conductor is printed, are shown in Table 5. Both ends of the test fixture should be connected to the network analyzer via SMA type connectors. The VSWR of the test fixture terminated with the other end should be smaller than 1,5 within a measuring frequency range.

Table 5 – Dimensions of test fixture

	Length mm	Width mm	Thickness mm	Material
Substrate	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	1,6 ^a	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu
Ground plane	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	0,018 ^a	Cu
^a Typically				
^b $\epsilon_r = 2,2$ to $2,6$				

4.3.3.1 Network analyzer

A network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.3.4 Test sample

4.3.4.1 Dimension

The dimensions of the test sample for measuring R_{tp} are shown in Table 6.

Table 6 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
≥ 100	≥ 50

NOTE The measurement is not sensitive to the maximum dimensions of the test sample.

4.3.4.2 Attachment method on the test fixture

The test sample should be put and fixed on the whole test fixture by using one of the following methods:

a) direct fixing:

the test sample may be fixed on the MSL test fixture when the test sample is adhesive or with an adhesive layer;

b) fixing with adhesive:

when the test sample is not adhesive, the test sample shall be fixed on the MSL test fixture with an appropriate adhesive that does not affect transmission characteristics of the test fixture. The adhesive should be less than 0,1 mm in thickness and non-conductive. The width and the length of the adhesive shall be equal to those of the test sample;

NOTE Example of adhesive: a double-sided adhesive tape with less than 0,1 mm in thickness.

c) fixing with spacer and weight:

in some cases, when the test sample does not have a self-adhesive layer, fixing with a spacer and an appropriate weight can be used. In this method, the spacer shall be inserted between the strip conductor and the sheets in advance. A polyethylene terephthalate (PET) sheet, which does not affect transmission characteristics, is favourable as the spacer. A spacer of 0,025 mm in thickness is required between the test sample and the strip conductor. Furthermore, the test sample should be maintained in a flat position by applying an appropriate weight. The mass 0,5 kg (5 N) is preferred and should be supported by styrene foam board with a thickness of more than 10 mm in order to avoid disturbance caused by the weight.

4.3.5 Procedure

4.3.5.1 Measurement system set-up

The measurement apparatus and the test sample(s) should be prepared in accordance with 4.3.2 and 4.3.4 in advance. A calibration of the network analyzer should be done at the end of connectors of coaxial cables connected to the test fixture. Connect each end of the coaxial cable to each port of the test fixture, respectively.

4.3.5.2 Reference measurement

Measure and save S_{11} and S_{21} data as a reference. Measured S_{11} and S_{21} are called S_{11R} and S_{21R} , respectively.

4.3.5.3 Test sample measurement

The test sample should be placed on the test fixture in accordance with 4.3.4. Measure and save S_{11} and S_{21} data as a sample characteristic. Measured S_{11} and S_{21} are called S_{11M} and S_{21M} , respectively.

4.3.5.4 Calculation of R_{tp}

R_{tp} shall be calculated by using the following formula:

$$R_{tp} = -10 \lg \left\{ 10^{S_{21M}/10} / \left(1 - 10^{S_{11M}/10} \right) \right\} \quad (\text{dB})$$

The calculated value shows attenuation due to the test sample. Data examples are shown in Figures 11 a, b and c.

4.3.6 Expression of results

The following items shall be expressed:

- R_{tp} ;
- Circuit parameters, S_{11R} , S_{21R} , S_{11M} and S_{21M} .

NOTE When the test sample has anisotropic properties, the measured direction should be given in the manufacturer's technical data.

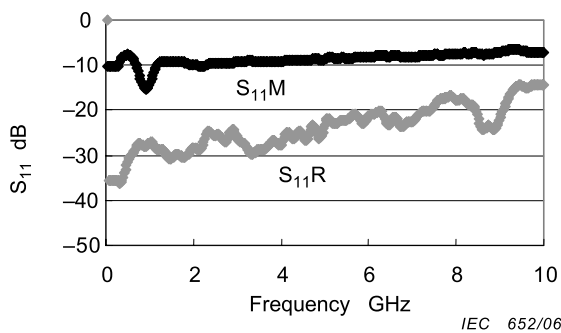


Figure 11 a – Return loss

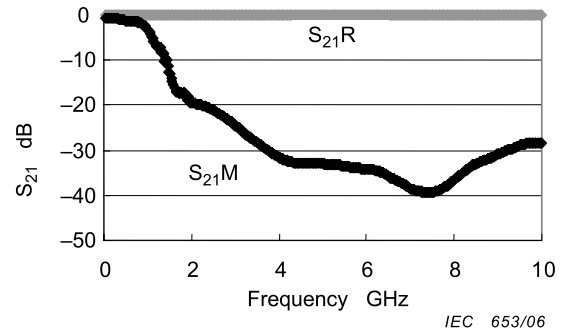


Figure 11 b – Transmission loss

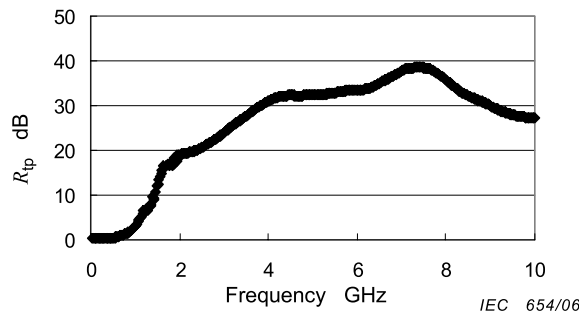


Figure 11 c – Calculated R_{tp} from S_{11M} and S_{21M}

Figure 11 – Data examples of the measurement results

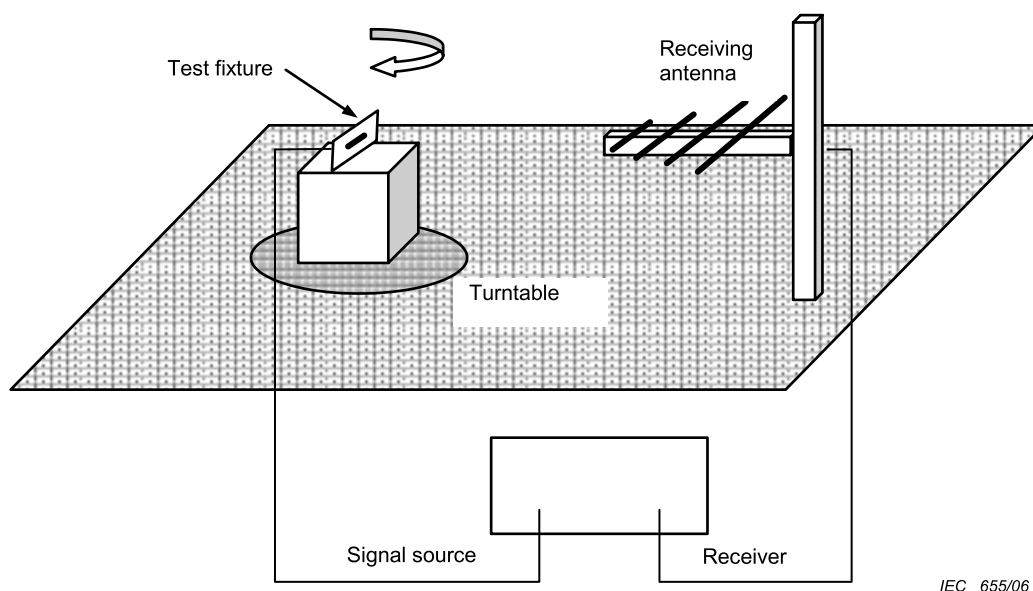
4.4 Radiation suppression ratio: R_{rs}

4.4.1 Principle

An MSL is used as a radiation source on this measurement. A current on a strip conductor of the MSL generates electromagnetic wave radiation. Installation of the NSS on the strip conductor reduces the current due to the electromagnetic loss of the NSS. As a result, radiation from the MSL is suppressed.

4.4.2 Apparatus

The measurement system diagram is shown in Figure 12. The measurement system consists of a test fixture, a signal source, a receiving antenna, a receiver and a test site.

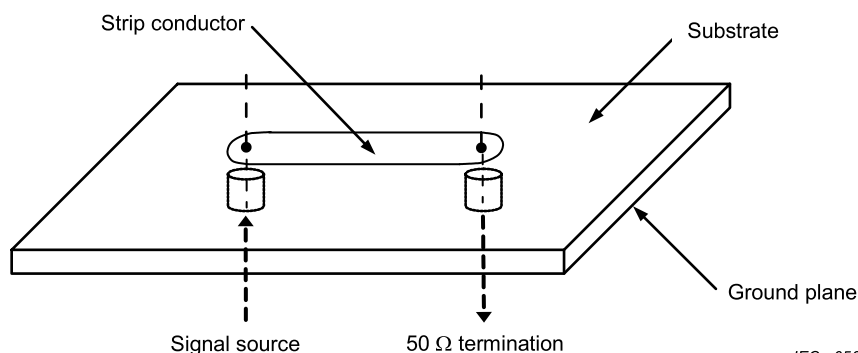


IEC 655/06

Figure 12 – Measurement system diagram of R_{rs}

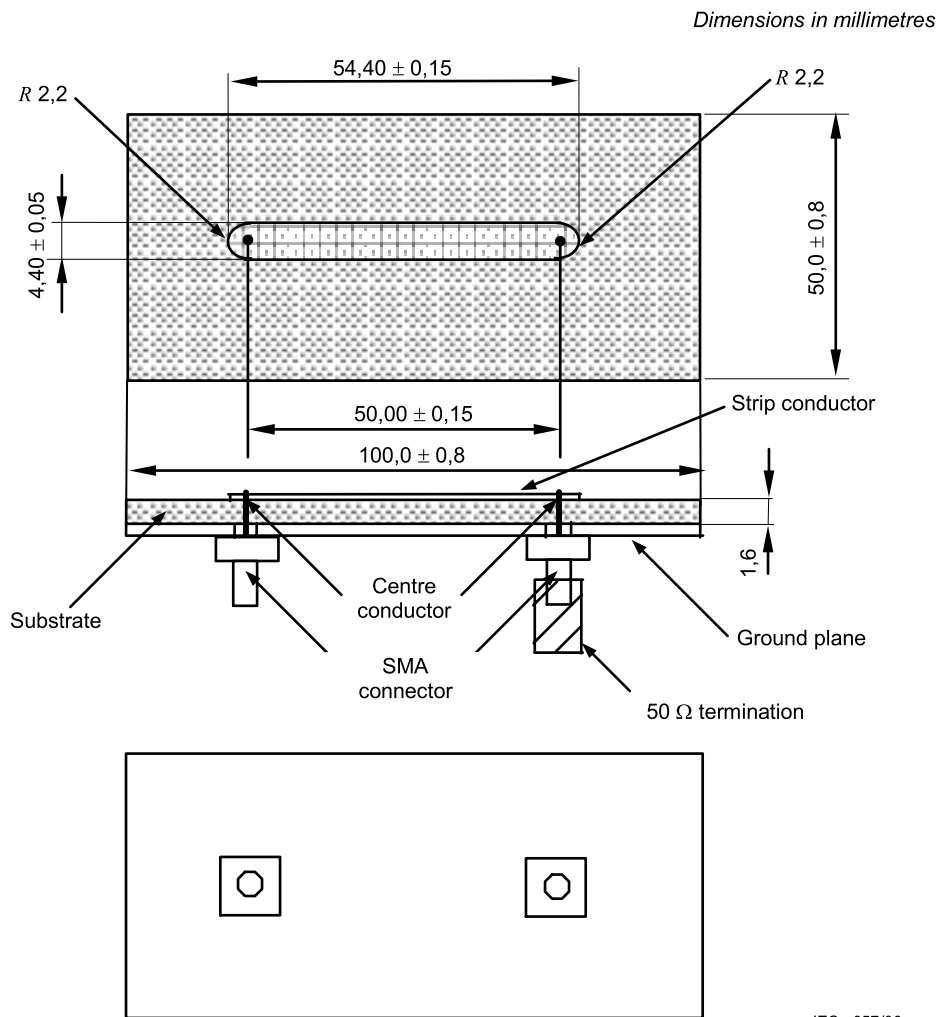
4.4.2.1 Test fixture

The MSL with characteristic impedance of $50\ \Omega$ is used as the test fixture. A schematic diagram of the test fixture is shown in Figure 13, and specifications of the test fixture are shown in Figure 14, Table 7, respectively. The VSWR of the test fixture should be less than 1,5.



IEC 656/06

Figure 13 – Schematic diagram of test fixture



IEC 657/06

Figure 14 – Size and structure of test fixture

Table 7 – Dimensions of test fixture

	Length mm	Width mm	Thickness mm	Material
Substrate	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	$1,6^a$	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	$0,018^a$	Cu
Ground plane	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	$0,018^a$	Cu
^a Typically				
^b $\epsilon_r = 2,2$ to $2,6$				

4.4.2.2 Signal source

A spectrum analyzer with a tracking generator is favourable for this measurement. A network analyzer may be used as alternative measuring equipment. Output power of the signal source shall be in the range from 0 dBm to 10 dBm.

4.4.2.3 Receiving antenna

A receiving antenna shall be the broadband antenna in accordance with CISPR 16-1.

4.4.2.4 Receiver

A receiver shall be the spectrum analyzer in accordance with CISPR 16-1. A network analyzer may be usable under the conditions described in 4.4.4.2 b) and 4.4.4.3 c).

4.4.2.5 Test site

A test site shall be the anechoic chamber or the open-area test site in accordance with CISPR 22.

4.4.3 Test sample

4.4.3.1 Dimension

The width and length of the test sample are specified in Table 8. The thickness of the test sample is not defined.

Table 8 – Dimensions of test sample

Length L mm	Width W mm
$55,2 \pm 0,65$	$4,7 \pm 0,25$

4.4.3.2 Attachment method on the test fixture

The test sample shall be fixed on the strip conductor as shown in Figure 15 by using one of the following methods. The strip conductor shall be fully covered with the test sample:

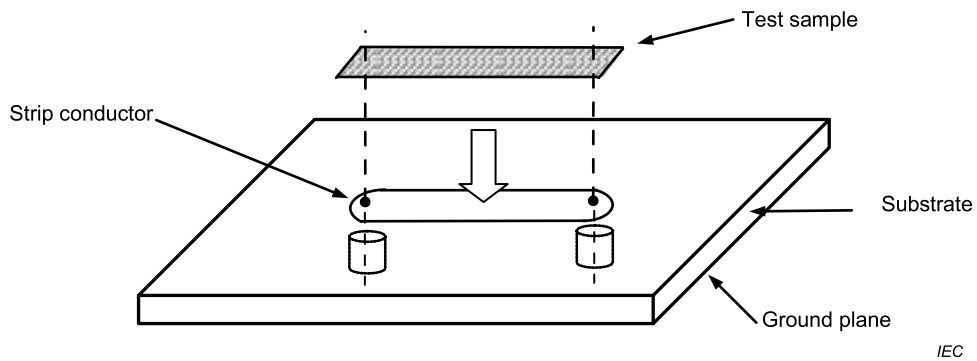
a) direct fixing:

the test sample may be fixed on the strip conductor when the test sample is adhesive or with an adhesive layer;

b) fixing with adhesive:

when the test sample is not adhesive, the test sample shall be fixed on the strip conductor with the adhesive that does not affect transmission characteristics of the test fixture. Width and length of the adhesive shall be equal to those of the test sample.

NOTE Example of adhesive: double-sided adhesive tape with less than 0,1 mm in thickness and non-conductive.



IEC 658/06

Figure 15 – Test sample attachment on test fixture

4.4.4 Procedure

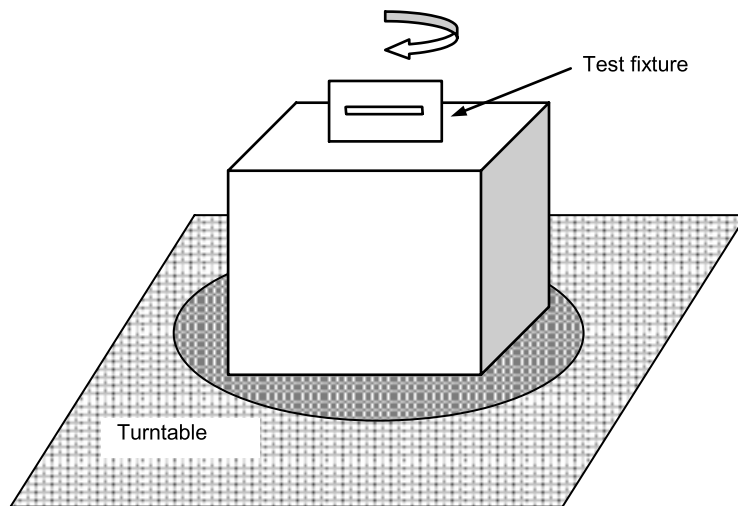
4.4.4.1 Measurement system set-up

Measurement system shall be set up in accordance with 4.4.2 and CISPR 22.

4.4.4.2 Reference measurement

a) Test fixture set-up

The test fixture shall be set on the turntable in accordance with Figure 16. The strip conductor of the test fixture shall be horizontal and the ground plane of the test fixture shall be vertical. The reference level should be measured without a test sample.



IEC 659/06

Figure 16 – Test fixture set-up on turntable

b) Measurement

Reference receiving power P_0 shall be measured using peak-hold function of the receiver in accordance with CISPR 22. The reference receiving power shall be measured in the horizontal polarization.

4.4.4.3 Test sample measurement

a) Test sample attachment on the test fixture

The test sample shall be attached on the test fixture in accordance with 4.4.3.2.

b) Test fixture set-up

The test fixture shall be set on the turntable in accordance with Figure 16. The strip conductor of the test fixture shall be horizontal and the ground plane of the test fixture shall be vertical.

c) Measurement

Receiving power P_1 shall be measured using peak-hold function of the receiver in accordance with CISPR 22. The receiving power of horizontal polarization shall be measured.

4.4.4.4 Calculation of R_{rs}

R_{rs} shall be calculated using the following formula:

$$R_{rs} = -10 \lg (P_1/P_0) \quad (\text{dB})$$

where

P_0 is the receiving power at the reference measurement;

P_1 is the receiving power at the test sample measurement.

4.4.5 Expression of results

The following items shall be expressed:

a) R_{rs} ;

b) attachment condition of the test sample.

4.5 Line-decoupling ratio: R_{dl}

4.5.1 General

This standard has provided for the measuring method of

- ① the intra-decoupling ratio (R_{da}),
- ② the inter-decoupling ratio (R_{de}),
- ③ the transmission attenuation power ratio (R_{tp}) and
- ④ the radiation suppression ratio (R_{rs}) in 4.1 to 4.4.

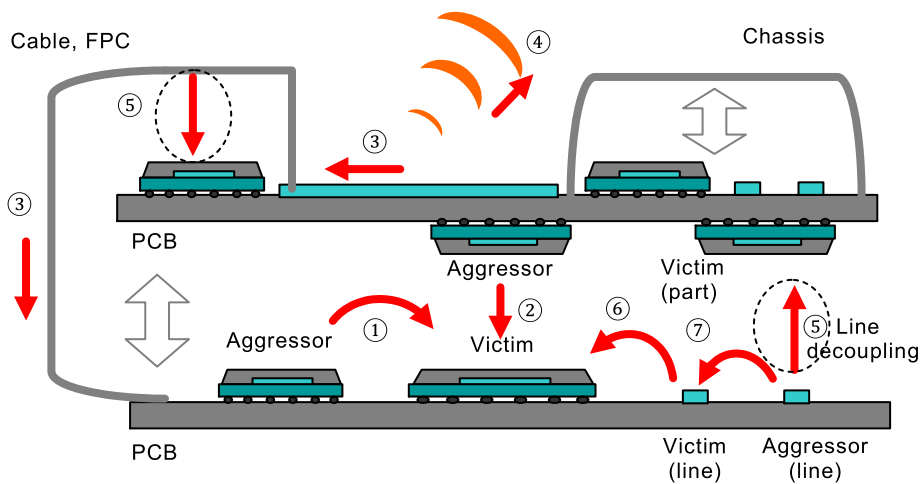
Subclause 4.5 provides

- ⑤ the line-decoupling ratio (R_{dl}).

The diagrammatic illustration of each noise suppression effect is shown in the following Table 9 and Figure 17.

Table 9 – Noise suppression effect classified as noise path and NSS position

Victim \ Agressor	Near field coupling			Conduction	Radiation
	Part (component)		Line	Line plane	Far field
	Same side	Opposite side	Line in vicinity		
Part (component)	① Intra-decoupling	② Inter-decoupling	⑤ Line decoupling	③ Transmission attenuation	④ Radiation suppression
Line	⑥	⑤ Line decoupling	⑦		



IEC

Figure 17 – Noise path

4.5.2 Principle

The following method is applied to evaluate the reduction of coupling between a line and (a) part(s) on both sides of the NSS, from 100 MHz to 6 GHz.

A test fixture for this evaluation is constructed with a micro-strip line (MSL) and a magnetic loop antenna as shown in Figure 18. The test fixture is aimed to simulate an electromagnetic interference observed frequently in electronic equipments. The MSL and the antenna correspond to a noise source, the aggressor, and a receiver, the victim, respectively.

The antenna and the NSS are set up at the centre of the MSL as shown in Figure 19. Two coupling factors of the loop antenna to the MSL with the NSS and without the NSS are measured in dB. The line-decoupling ratio R_{dl} is given in terms of dB as the difference of the two factors.

Permeability of the NSS modifies the magnetic field in its vicinity which can be applied to reduce noise coupling between the MSL and the antenna. At the high frequency range where the imaginary part of the permeability is dominant, the noise can be effectively absorbed due to the magnetic loss of the NSS.

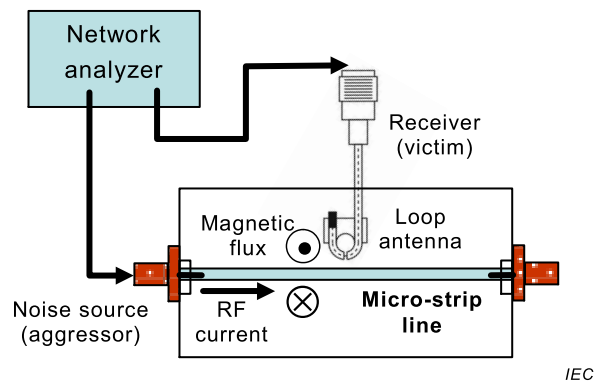
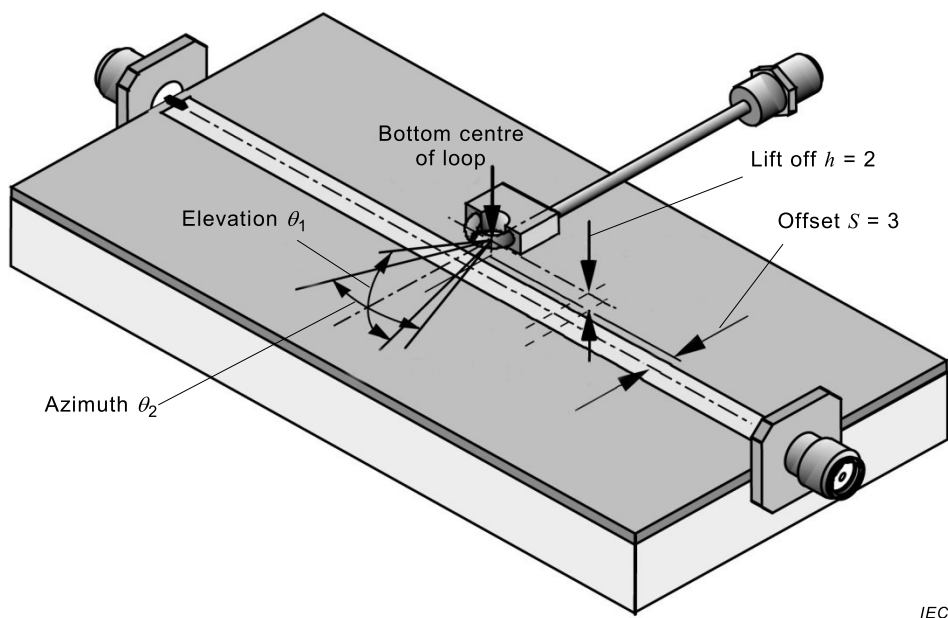


Figure 18 – A test fixture for line decoupling measurement

4.5.3 Apparatus

Figure 19 shows the schematic diagram of the measurement set-up for the line-decoupling ratio.



Key

- h is the lift off between the lower edge of the loop antenna and the surface of the MSL substrate,
- θ_1 is the elevation angle of the loop antenna surface from the horizontal plane,
- θ_2 is the azimuth angle of the loop antenna and transverse direction of the MSL,
- S is the centre offset of the loop antenna and the MSL.

Figure 19 – Schematic diagram of MSL and loop antenna set-up

4.5.3.1 Loop antenna

A small loop antenna defined in 4.1.2.1 shall be used.

4.5.3.2 Micro-strip line

The dimensions of the micro-strip line are shown in Table 10. One end of the MSL shall be connected to the network analyzer via an SMA type connector, and the other end of the MSL

shall be connected to termination load of $50\ \Omega$ via an SMA type connector. The VSWR of the MSL terminated with the other end shall be smaller than 1,2.

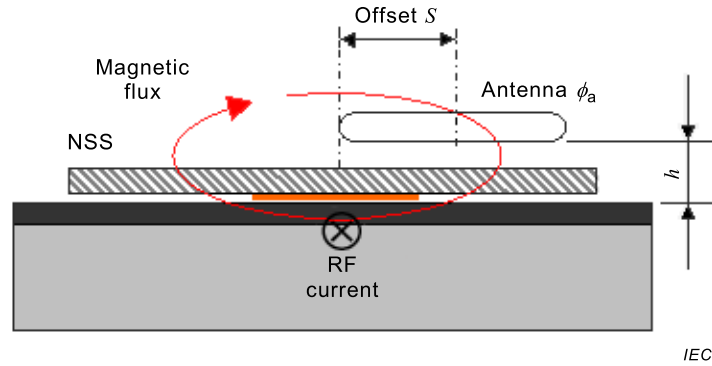
Table 10 – Dimensions of the MSL

	Length	Width	Thickness	Material
	mm	mm	mm	
Substrate	$100 \pm 0,8$	$50 \pm 0,8$	1,6	PTFE/Glass ^b
Strip conductor	$100 \pm 0,15$	$4,4 \pm 0,05$	$0,018^a$	Cu

^a Typically, but in any case $< 21\ \mu\text{m}$.

^b $\varepsilon_r = 2,2$ to $2,6$.

The antenna MSL and NSS configuration are shown in Figure 20. The dimensions of the loop antenna are specified as shown in Table 11.



Key

ϕ_a is the average diameter of the loop antenna.

Figure 20 – NSS, loop antenna and magnetic flux configuration

Table 11 – Dimensions of loop antenna

Lift off h	Diameter ϕ_a	Angle θ_1	Angle θ_2	Offset S
mm	mm	radian	radian	mm
$2,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$	$\leq \pi/2^b$	$3,0 \pm 0,2$

^a $\leq 10^\circ$

^b $\leq 90^\circ$

The frequency response required between the loop antenna and the MSL shall be in accordance with 4.1.2.1, however, the antenna and the MSL are within a fixed position as shown in Figure 18.

4.5.3.3 Network analyzer

A vector network analyzer shall be operated in accordance with 4.1.2.2.

4.5.4 Test sample

4.5.4.1 Dimension

The dimensions of the test sample for measuring R_{dl} are shown in Table 12.

Table 12 – Dimensions of the test sample

Length L	Width W
mm	mm
$20 \pm 0,5$	≥ 20
NOTE Any thickness of the test sample can be used in this measurement (provided the condition $h = (2,0 \pm 0,2)$ mm is maintained) as the thickness of the test sample depends on the sample formation. The measurement is not sensitive to the maximum width of the test sample.	

4.5.4.2 Attachment method on the test fixture

The test sample should be put and fixed as shown in 4.3.4.2.

4.5.5 Procedure

The arrangements of the antenna, MSL and test sample are shown in Tables 10 to 12, and also Figures 19 and 20.

4.5.5.1 Measurement system set-up

The measurement apparatus and the test sample(s) should be prepared in accordance with 4.5.3 and 4.5.4 in advance. A calibration of the network analyzer should be done at the end of the connectors of coaxial cables connected to the test fixture. Connect one connector to the MSL, and the other connector to the antenna.

4.5.5.2 Reference measurement

Measure the S_{21} data as a reference, S_{21R} .

4.5.5.3 Test sample measurement

The test sample should be placed on the test fixture in accordance with 4.5.4. Measure the S_{21} data as a sample characteristic. The measured value is then called S_{21M} .

4.5.5.4 Calculation of R_{dl}

R_{dl} shall be calculated by using the following formula:

$$R_{dl} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

where

S_{21R} is the transmission characteristics (S_{21}) without the test sample.

S_{21M} is the transmission characteristics (S_{21}) with the test sample.

4.5.6 Expression of results

The following items shall be expressed.

- R_{dl} ;
- attachment condition of the test sample;
- thickness of the test sample.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Généralités	32
4 Méthodes de mesure	33
4.1 Rapport d'intra-découplage: R_{da}	33
4.2 Rapport d'inter-découplage R_{de}	38
4.3 Rapport de puissance d'affaiblissement de transmission: R_{tp}	41
4.4 Rapport de suppression de rayonnement: R_{rs}	45
4.5 Rapport de découplage de ligne: R_{dl}	49
Figure 1 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'une plaque réduisant le bruit	33
Figure 2 – Paire d'antennes et plaque réduisant le bruit (NSS) en essai	34
Figure 3 – Réponse en fréquence du couplage entre une paire d'antennes	34
Figure 4 – Exemples recommandés de petites antennes cadres pour la mesure	35
Figure 5 – Vue en coupe de la configuration de mesure	36
Figure 6 – Schéma de principe de la configuration de mesure	37
Figure 7 – Représentation schématique d'une paire d'antennes cadres et d'un échantillon d'essai	39
Figure 8 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'un échantillon d'essai	39
Figure 9 – Schéma de principe de la configuration de mesure	40
Figure 10 – Représentation schématique de la méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission R_{tp}	42
Figure 11 – Exemples de données des résultats de mesure	44
Figure 12 – Schéma du spécimen de mesure de R_{rs}	45
Figure 13 – Représentation schématique d'un support d'essai	46
Figure 14 – Taille et structure du support d'essai	46
Figure 15 – Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai	48
Figure 16 – Support d'essai monté sur un plateau tournant	48
Figure 17 – Chemin de bruit	50
Figure 18 – Support d'essai pour la mesure du découplage de ligne	51
Figure 19 – Représentation schématique du montage de la ligne à micro-ruban et de l'antenne cadre	51
Figure 20 – Configuration de la plaque réduisant le bruit, de l'antenne cadre et du flux magnétique	52
Tableau 1 – Limites et mérites des antennes recommandées	36
Tableau 2 – Dimensions des antennes cadres	36
Tableau 3 – Dimensions de l'échantillon d'essai	37
Tableau 4 – Dimensions des antennes cadres	40
Tableau 5 – Dimensions du support d'essai	42

Tableau 6 – Dimensions de l'échantillon d'essai	43
Tableau 7 – Dimensions du support d'essai	47
Tableau 8 – Dimensions de l'échantillon d'essai	47
Tableau 9 – Classification des effets de suppression du bruit en fonction du chemin de bruit et de l'emplacement de la plaque réduisant le bruit.....	50
Tableau 10 – Dimensions de la ligne à micro-ruban	52
Tableau 11 – Dimensions de l'antenne cadre	52
Tableau 12 – Dimensions de l'échantillon d'essai	53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PLAQUE RÉDUISANT LE BRUIT
DES DISPOSITIFS ET APPAREILS NUMÉRIQUES –****Partie 2: Méthodes de mesure****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62333-2 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2006-05) [documents 51/853/FDIS et 51/861/RVD] et son amendement 1 (2015-08) [documents 51/1068/CDV et 51/1088/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62333-2 a été établie par le comité d'études 51 de l'IEC: Composants magnétiques et ferrites.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec l'IEC 62333-1.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

L'IEC 62333 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Plaque réduisant le bruit des dispositifs et appareils numériques*:

Partie 1: Définitions et propriétés générales

Partie 2: Méthodes de mesure

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

PLAQUE RÉDUISANT LE BRUIT DES DISPOSITIFS ET APPAREILS NUMÉRIQUES –

Partie 2: Méthodes de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62333 spécifie les méthodes de mesure des caractéristiques électromagnétiques d'une plaque réduisant le bruit. Ces méthodes sont destinées à fournir des mesures utiles et reproductibles pour caractériser les performances des plaques réduisant le bruit, de sorte que les fabricants et leurs clients puissent obtenir les mêmes résultats.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 62333-1, *Noise suppression sheet for digital devices and equipment – Part 1: Definitions and general properties* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

3 Généralités

Le brouillage électromagnétique entre des dispositifs électroniques et le rayonnement par des dispositifs électroniques sont en partie causés par un courant RF généré par des dispositifs actifs excités à haute fréquence. Une carte de circuit imprimé (PCB: *Printed Circuit Board*), des dispositifs montés sur une carte de circuit imprimé et tout autre circuit ou câble branché, peut se comporter comme une antenne qui rayonne du bruit RF. Les niveaux de brouillage électromagnétique et de rayonnement sont proportionnels au courant RF et sont largement influencés par la conception des cartes de circuit imprimé, par le rendement des antennes et les coefficients de couplage du bruit entre les dispositifs et les antennes.

La plaque réduisant le bruit (NSS: *Noise Suppression Sheet*) est utilisée pour découpler le chemin du bruit, réduire le courant du bruit RF et réduire le rayonnement. L'effet de la réduction du bruit par la plaque réduisant le bruit peut être évalué par quatre paramètres. Ces paramètres sont le rapport d'intra-découplage (R_{da}), le rapport d'inter-découplage (R_{de}), le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) et le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}).

Deux antennes sont placées proches l'une de l'autre pour la mesure du rapport d'intra-découplage (R_{da}) et du rapport d'inter-découplage (R_{de}). Une antenne se comporte comme une source de bruit et l'autre comme un récepteur. Les deux rapports de découplage proviennent de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit à proximité des antennes. Ces procédures de mesure représentent des configurations

pratiques de la plaque réduisant le bruit. Dans la pratique, la plaque réduisant le bruit est installée à proximité de la source de bruit ou de la partie perturbée par le bruit, à l'intérieur des équipements électroniques.

Un support d'essai à ligne à micro-ruban (MSL: *Micro-Strip Line*) est utilisé pour mesurer le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) comme une ligne de transmission qui serait un chemin de bruit. Le rapport provient de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit. Cette procédure de mesure représente une autre configuration pratique dans laquelle la plaque réduisant le bruit est utilisée pour réduire le courant RF le long d'une ligne de transmission.

Le support d'essai à ligne à micro-ruban est également utilisé pour mesurer le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}) comme l'antenne. Le rapport provient de la comparaison entre avant et après l'installation de la plaque réduisant le bruit. Cette procédure de mesure représente une autre configuration pratique dans laquelle la plaque réduisant le bruit est utilisée pour réduire le rayonnement provenant de l'antenne.

4 Méthodes de mesure

4.1 Rapport d'intra-découplage: R_{da}

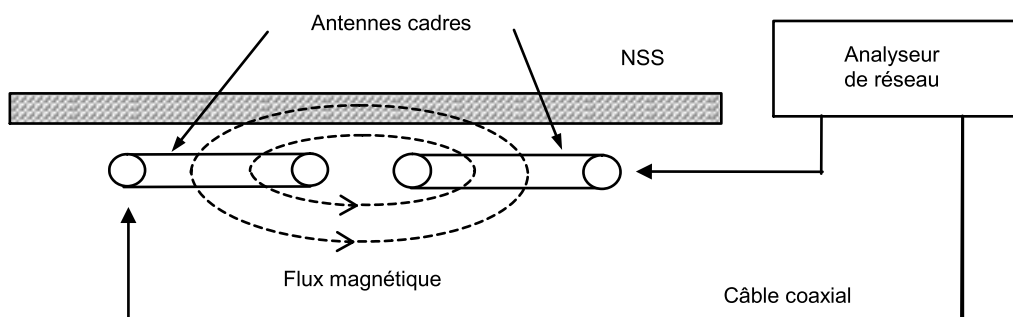
4.1.1 Principe

La méthode de mesure suivante est appliquée pour évaluer une réduction du couplage entre des lignes ou des cartes de circuit sur un côté de la plaque réduisant le bruit, entre 100 MHz et 6 GHz.

On utilise deux antennes cadres. Une antenne sert de source de bruit et l'autre de récepteur. Ces deux antennes simulent une situation de brouillage électromagnétique que l'on rencontre souvent à l'intérieur des équipements électroniques (voir Figure 1).

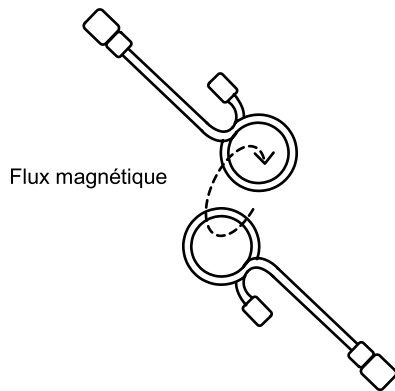
La plaque réduisant le bruit est placée de telle sorte que le centre de la paire d'antennes soit au centre de la plaque réduisant le bruit. Le couplage entre deux antennes et la plaque réduisant le bruit est mesurée, ainsi que le couplage sans la plaque réduisant le bruit pour servir de valeur de référence. On peut en conséquence obtenir le rapport d'intra-découplage R_{da} (dB).

Le champ magnétique RF émis par une antenne est couplé avec une autre antenne (voir Figure 2a). En plaçant la plaque réduisant le bruit et les antennes comme indiqué à la Figure 2b, une partie du flux magnétique est envoyé sur la plaque réduisant le bruit, et le couplage est réduit en raison des pertes électromagnétiques dans le matériau.



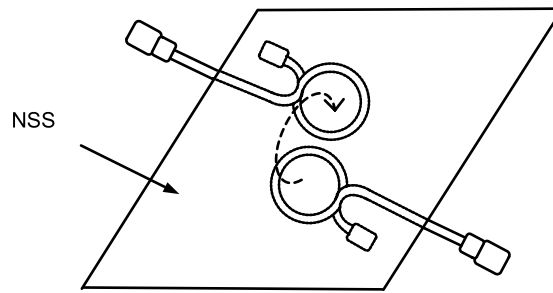
IEC 637/06

Figure 1 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'une plaque réduisant le bruit



IEC 638/06

Figure 2a – Antennes cadres



IEC 639/06

Figure 2b – NSS en essai

Figure 2 – Paire d'antennes et plaque réduisant le bruit (NSS) en essai

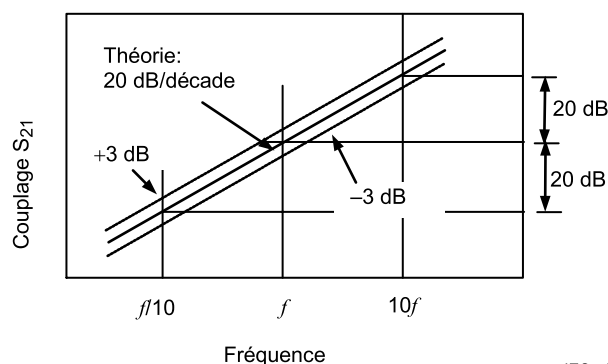
4.1.2 Appareillage

La Figure 1 est la représentation schématique de la méthode de mesure du rapport d'intra-découplage.

NOTE L'échantillon d'essai et les antennes cadres sont placés à au moins 30 mm de tout autre matériau à l'exception du câble coaxial, en utilisant un matériau à faibles pertes et de diélectrique peu élevé tels que de la mousse de styrène et un espace d'air.

Des petites antennes cadres doivent être utilisées pour générer le champ magnétique RF et pour détecter le flux magnétique.

Le coefficient de transmission S_{21} d'une paire d'antennes cadres idéales est proportionnel à la fréquence. Ceci signifie que S_{21} augmente de 20 dB par décade de fréquence. La gamme de fréquences utilisables de l'antenne cadre est définie par l'écart de S_{21} par rapport aux valeurs théoriques. Il convient que l'écart soit inférieur ± 3 dB comme le montre la Figure 3.



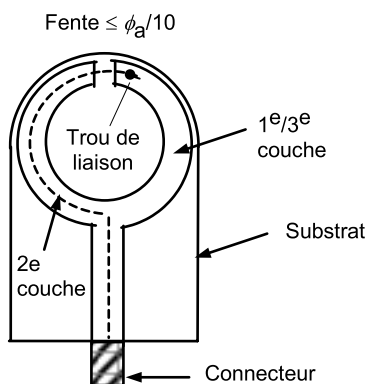
IEC 640/06

Figure 3 – Réponse en fréquence du couplage entre une paire d'antennes

Différentes conception d'antennes cadres représentées à la Figure 4 sont capables de donner une réponse fréquentielle de 20 dB/décade qui définit une mesure valide de R_{da}/R_{de} .

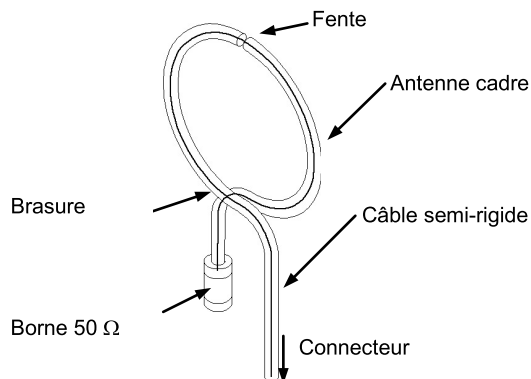
4.1.2.1 Antenne cadre

La Figure 4 représente des exemples recommandés de petites antennes. Les limites et mérites des exemples recommandés d'antennes sont présentés dans le Tableau 1.



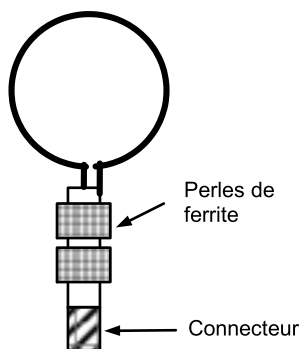
IEC 641/06

Figure 4a – Antenne multicouche blindée avec fente



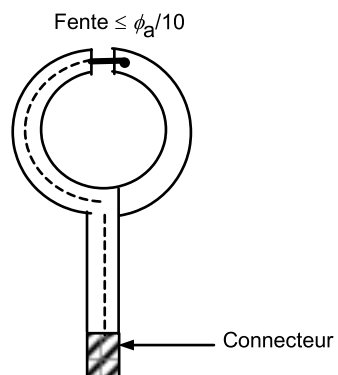
IEC 642/06

Figure 4b – Antenne cadre blindée avec fente et borne 50 Ω



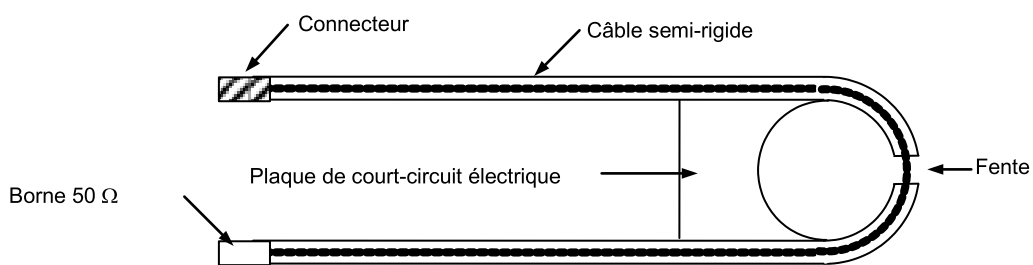
IEC 643/06

Figure 4c – Antenne à un tour avec perles de ferrite



IEC 644/06

Figure 4d – Antenne coaxiale blindée avec fente



IEC 645/06

Figure 4e – Antenne cadre blindée avec plaque de court-circuit électrique

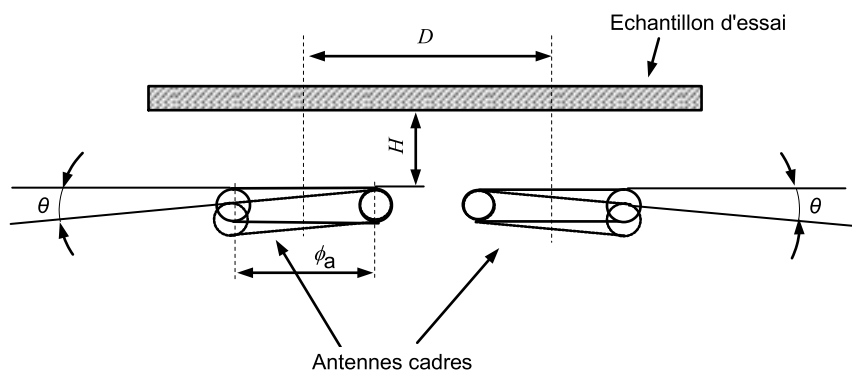
Figure 4 – Exemples recommandés de petites antennes cadres pour la mesure

Tableau 1 – Limites et mérites des antennes recommandées

	Type d'antenne cadre	Gamme de fréquences (approximative) GHz	Fabrication	Matériaux
a)	Antenne multicouches blindée avec fente	0,1 à 3	Processus de fabrication de PCB nécessaire	Matériau du PCB Ex: FR-4
b)	Antenne cadre blindée avec borne 50 Ω	0,1 à 6	Compétences techniques requises	Câble semi-rigide
c)	Antenne un tour avec perles de ferrite	0,1 à 2	Facile	Câble semi-rigide Perles de ferrite Ex: Ferrite NiCuZn
d)	Antenne coaxiale blindée avec fente	0,1 à 2	Facile	Câble semi-rigide
e)	Antenne cadre blindée avec plaque de court-circuit électrique	0,1 à 6	Facile	Câble semi-rigide

La largeur des fentes représentées aux Figures 4a), b), d) et e) doit être inférieure à $\phi_a/10$, où ϕ_a est le diamètre moyen de l'antenne cadre.

Deux antennes cadres doivent être disposées comme cela est représenté à la Figure 5. Les dimensions des antennes cadres sont spécifiées dans le Tableau 2.



IEC 646/06

D est la distance entre les centres des antennes cadres;

ϕ_a est le diamètre moyen d'une antenne cadre;

H est l'espacement entre l'échantillon d'essai et la surface d'une antenne;

θ est l'angle entre l'échantillon d'essai et chaque surface d'antenne cadre.

Figure 5 – Vue en coupe de la configuration de mesure

Tableau 2 – Dimensions des antennes cadres

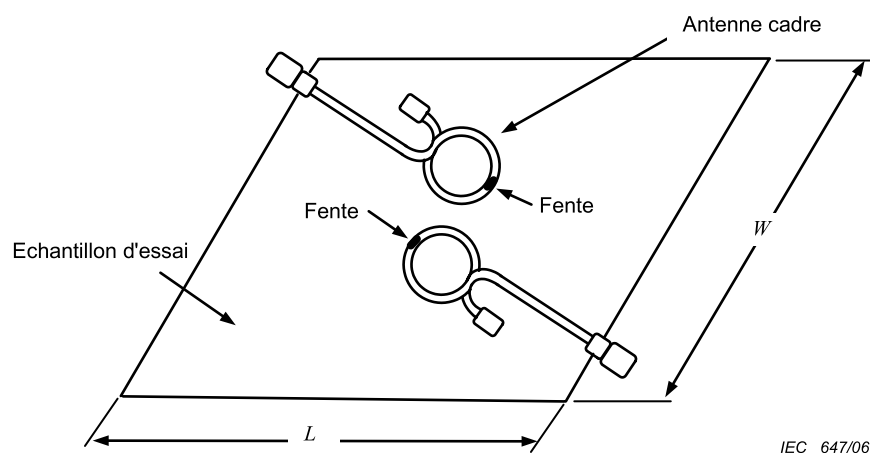
Distance D mm	Diamètre ϕ_a mm	Espacement H mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18$ ^a
^a ≤ 10 degrés			

4.1.2.2 Analyseur de réseau

Il convient de préparer un analyseur de réseau pour la source de signaux et pour le récepteur de signaux. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau au point le plus proche de l'antenne cadre. La combinaison d'un générateur et d'un récepteur de signaux sera utilisée comme appareil de mesure alternatif.

4.1.3 Echantillon d'essai

Les dimensions des échantillons d'essai sont spécifiées à la Figure 6 et dans le Tableau 3.



IEC 647/06

L est la longueur de l'échantillon d'essai;

W est la largeur de l'échantillon d'essai.

Figure 6 – Schéma de principe de la configuration de mesure

Tableau 3 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L mm	Largeur W mm
≥ 40	≥ 40
NOTE On peut utiliser n'importe quelle épaisseur pour l'échantillon d'essai dans cette mesure puisque l'épaisseur de l'échantillon d'essai dépend de la formation de l'échantillon.	

NOTE La mesure ne dépend pas des dimensions maximales de l'échantillon d'essai.

4.1.4 Procédure

La disposition des antennes et de l'échantillon d'essai est représentée dans les Tableaux 2 et 3 et dans les Figures 5 et 6.

4.1.4.1 Généralités

- Les antennes cadres doivent être placées dans un plan comme cela est représenté à la Figure 5.
- Lorsqu'une antenne cadre avec fente est utilisée, la fente des deux antennes doit être placée comme cela est représenté à la Figure 6.

4.1.4.2 Configuration de mesure

- a) Deux antennes cadres doivent être préparées comme indiqué en 4.1.2.
- b) Connecter les antennes à un analyseur de réseau par des câbles coaxiaux comme cela est représenté à la Figure 1.
- c) Placer l'échantillon d'essai et les antennes comme cela est représenté dans les Figures 5 et 6.
- d) Mesurer les coefficients de transmission (S_{21}), d'abord sans l'échantillon d'essai (S_{21R}), puis avec l'échantillon d'essai (S_{21M}).

4.1.4.3 Calcul de R_{da}

Le rapport d'intra-découplage R_{da} est ensuite calculé par la formule suivante:

$$R_{da} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai;

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.1.5 Expression des résultats

Le R_{da} doit être exprimé.

4.2 Rapport d'inter-découplage R_{de}

4.2.1 Principe

Cette méthode est appliquée pour évaluer la réduction du couplage entre des lignes ou des cartes de circuit par la plaque réduisant le bruit placée entre celles-ci, dans une gamme de fréquences comprises entre 100 MHz et 6 GHz.

On utilise deux antennes. Une antenne sert de source de bruit et l'autre de récepteur. Un brouillage électromagnétique réellement observé dans un équipement électronique est simulé par la mesure comme cela est représenté à la Figure 7.

La plaque réduisant le bruit est placée approximativement au milieu des deux antennes. Le coefficient S_{21} est mesuré entre deux antennes avec la plaque réduisant le bruit. Et le couplage est comparé sans la plaque réduisant le bruit comme valeur de référence, pour obtenir le rapport d'inter-découplage R_{de} (dB).

Le champ magnétique RF généré par une antenne est couplé avec une autre (voir Figure 8). En plaçant la plaque réduisant le bruit entre les antennes, une partie du flux magnétique est envoyé sur la plaque réduisant le bruit, et le couplage est réduit en raison des pertes électromagnétiques dans le matériau.

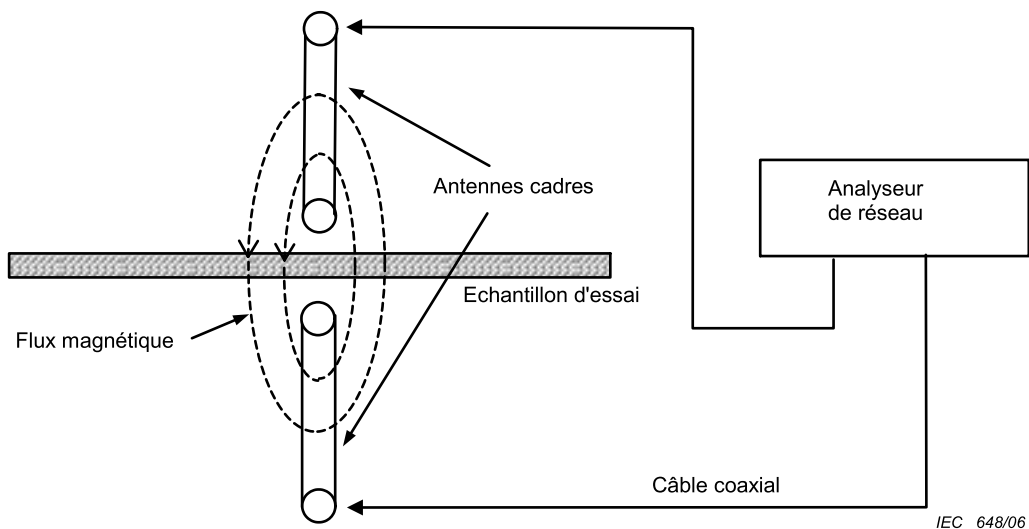


Figure 7 – Représentation schématique d'une paire d'antennes cadres et d'un échantillon d'essai

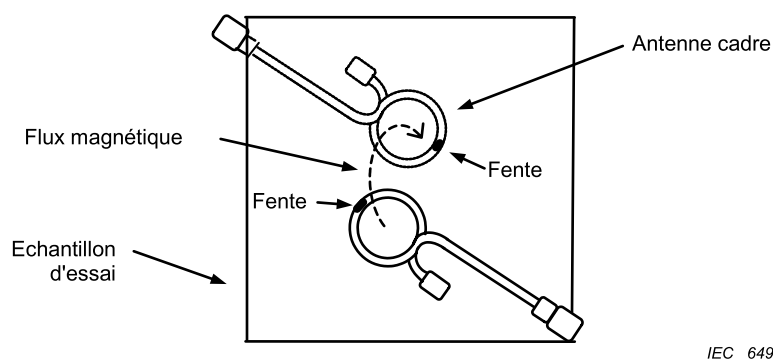


Figure 8 – Représentation schématique d'une paire d'antennes et d'un échantillon d'essai

4.2.2 Appareillage

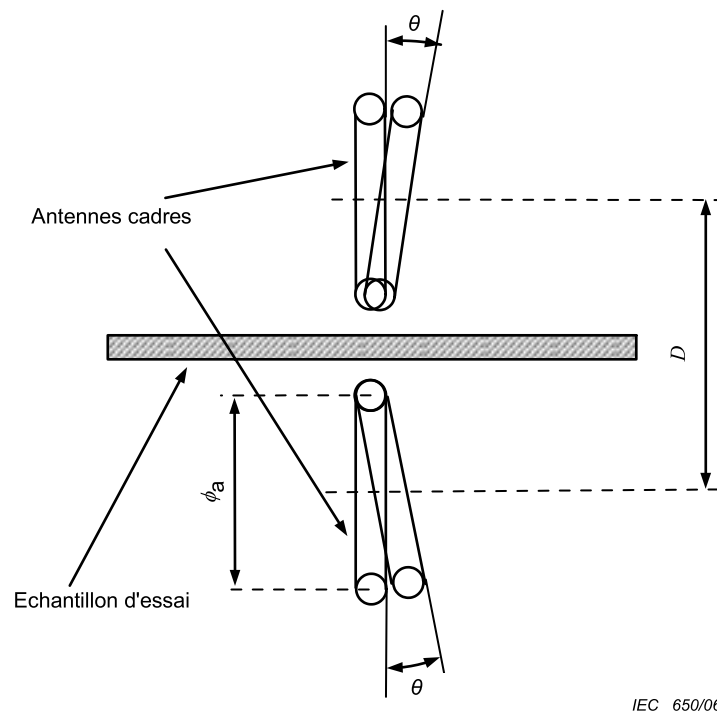
La Figure 7 est la représentation schématique de la méthode de mesure du rapport d'inter-découplage.

NOTE L'échantillon d'essai et les antennes cadres sont placés à au moins 30 mm de tout autre matériau à l'exception du câble coaxial, en utilisant un matériau à faibles pertes et de diélectrique peu élevé tel que de la mousse de styrène et un espace d'air.

4.2.2.1 Antenne cadre

Les petites antennes cadres définies en 4.1.2 doivent être utilisées.

Deux antennes cadres doivent être placées comme cela est représenté à la Figure 9. Les dimensions des antennes cadres sont spécifiées dans le Tableau 4.



IEC 650/06

D est la distance entre les centres des antennes cadres;

ϕ_a est le diamètre moyen d'une antenne cadre;

θ est l'angle par rapport au plan perpendiculaire à l'échantillon d'essai.

Figure 9 – Schéma de principe de la configuration de mesure

Tableau 4 – Dimensions des antennes cadres

Distance D mm	Diamètre ϕ_a mm	Angle θ radian
$6,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$
^a ≤ 10 degrés		

La réponse fréquentielle requise par l'antenne doit être conforme à 4.1.2.

4.2.2.2 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.2.3 Echantillon d'essai

L'échantillon d'essai doit être conforme à 4.1.3.

4.2.4 Procédure

Les dispositions des antennes et de l'échantillon d'essai sont représentées dans les Tableaux 1 et 3 et à la Figure 9.

4.2.4.1 Généralités

- Les antennes cadres doivent être placées dans un plan comme cela est représenté à la Figure 9.

- b) Lorsque l'antenne cadre avec fente est utilisée, la fente des deux antennes doit être placée comme cela est représenté à la Figure 8.

4.2.4.2 Configuration de mesure

- a) Deux antennes cadres doivent être disposées comme indiqué en 4.2.2.1.
- b) Connecter les antennes à un analyseur de réseau par des câbles coaxiaux comme cela est représenté à la Figure 7.
- c) Placer l'échantillon d'essai et les antennes comme cela est représenté dans les Figures 8 et 9.
- d) Mesurer les coefficients de transmission (S_{21}), d'abord sans l'échantillon d'essai (S_{21R}), puis avec l'échantillon d'essai (S_{21M}).

4.2.4.3 Calcul de R_{de}

Le rapport d'inter-découplage R_{de} est ensuite calculé par la formule suivante:

$$R_{de} = S_{21R} - S_{21M} \quad (\text{dB})$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai;

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.2.5 Expression des résultats

Le R_{de} doit être exprimé.

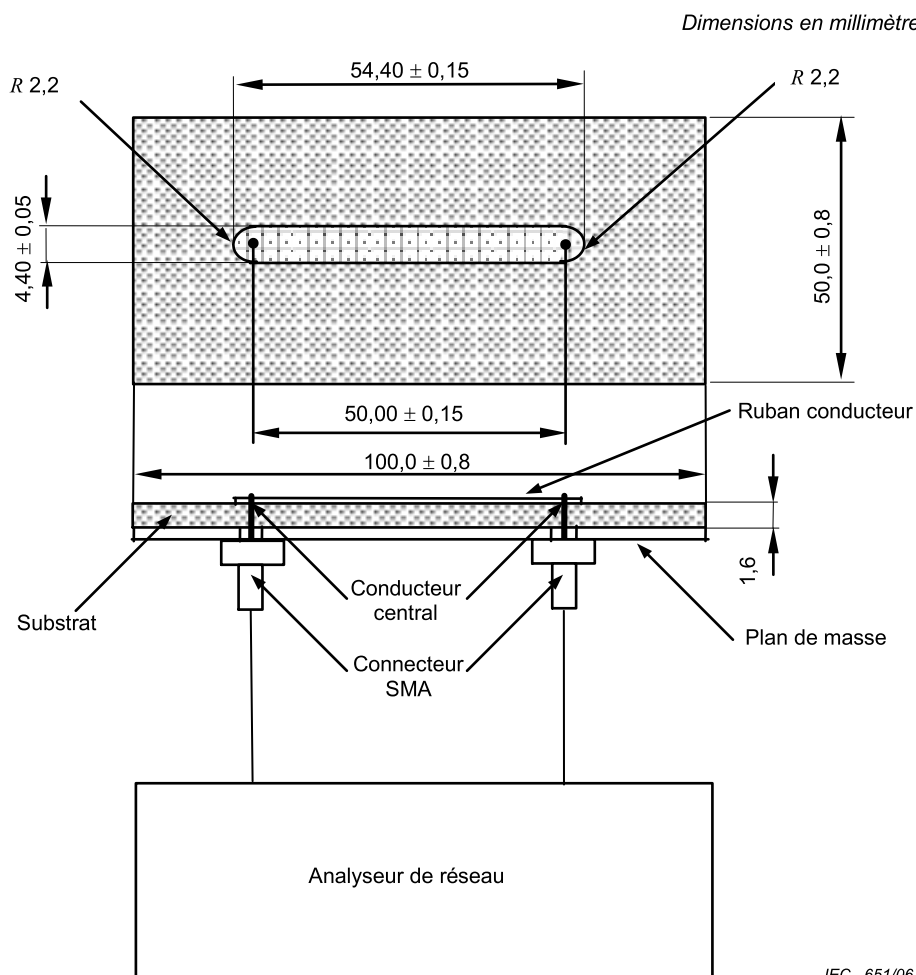
4.3 Rapport de puissance d'affaiblissement de transmission: R_{tp}

4.3.1 Principe

Cette méthode sert à mesurer l'affaiblissement du bruit du courant de conduction le long de la carte à circuit imprimé ou de l'autre chemin de bruit réalisé en installant la plaque réduisant le bruit. La ligne à micro-ruban, utilisée dans les hyperfréquences, est utilisée comme une ligne de transmission pour le bruit, et elle simule un chemin de bruit général de l'équipement électronique (voir Figure 10).

4.3.2 Appareillage

La méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission, R_{tp} , est représentée à la Figure 10.



IEC 651/06

Figure 10 – Représentation schématique de la méthode de mesure du rapport de puissance d'affaiblissement de transmission R_{tp}

4.3.3 Support d'essais

Les dimensions du support d'essai sur lequel le ruban conducteur est imprimé sont indiquées dans le Tableau 5. Il convient de connecter les deux extrémités du support d'essai à l'analyseur de réseau via des connecteurs de type SMA. Il convient que le rapport d'ondes stationnaires du support d'essai terminé sur l'autre extrémité soit inférieur à 1,5 dans la gamme de fréquences de mesure.

Tableau 5 – Dimensions du support d'essai

	Longueur mm	Largeur mm	Epaisseur mm	Matériau
Substrat	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	1,6 ^a	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	$54,40 \pm 0,15$	$4,40 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu
Plan de masse	$100,0 \pm 0,8$	$50,0 \pm 0,8$	0,018 ^a	Cu
^a Typiquement				
^b $\epsilon_r = 2,2$ à $2,6$				

4.3.3.1 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.3.4 Echantillon d'essai

4.3.4.1 Dimension

Les dimensions de l'échantillon d'essai pour la mesure R_{tp} sont indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L mm	Largeur W mm
≥ 100	≥ 50

NOTE La mesure ne dépend pas des dimensions maximales de l'échantillon d'essai.

4.3.4.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

Il convient de placer et de fixer l'échantillon d'essai sur le support d'essai selon une des méthodes suivantes:

a) fixation directe:

l'échantillon d'essai peut être fixé sur le support d'essai à ligne à micro-ruban lorsque l'échantillon d'essai est adhésif ou doté d'une couche adhésive;

b) fixation à l'aide d'un adhésif:

lorsque l'échantillon d'essai n'est pas adhésif, il doit être fixé sur le support d'essai à ligne à micro-ruban à l'aide d'un adhésif approprié qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission du support d'essai. Il convient que l'adhésif soit non conducteur et que son épaisseur soit inférieure à 0,1 mm. La largeur et la longueur de l'adhésif doivent être égales à celles de l'échantillon d'essai;

NOTE Exemple d'adhésif: une bande adhésive double face de moins de 0,1 mm d'épaisseur.

c) fixation à l'aide d'une entretoise et d'un poids:

dans certains cas, lorsque l'échantillon d'essai n'est pas doté d'une couche adhésive, la fixation peut se faire avec une entretoise et un poids approprié. Dans cette méthode, l'entretoise doit être insérée à l'avance entre le ruban conducteur et les plaques. Une plaque de polytéréphtalate d'éthylène, qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission, constitue une bonne entretoise. Une entretoise de 0,025 mm d'épaisseur est nécessaire entre l'échantillon d'essai et le ruban conducteur. En outre, il convient de conserver l'échantillon d'essai à plat en appliquant un poids approprié. Une masse de 0,5 kg (5 N) est préférentielle et il convient qu'elle soit supportée par une plaque de mousse de styrène d'épaisseur supérieure à 10 mm afin d'éviter toute perturbation causée par le poids.

4.3.5 Procédure

4.3.5.1 Montage du système de mesure

Il convient de préparer l'appareil de mesure et les échantillons d'essai à l'avance conformément à 4.3.2 et 4.3.4. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau à l'extrémité des connecteurs des câbles coaxiaux connectés au support d'essai. Connecter chaque extrémité du câble coaxial à chaque sortie du support d'essai, respectivement.

4.3.5.2 Mesure de référence

Mesurer et sauvegarder les données S_{11} et S_{21} pour référence. Les coefficients S_{11} et S_{21} mesurés s'appellent S_{11R} et S_{21R} , respectivement.

4.3.5.3 Mesure d'un échantillon d'essai

Il convient de placer l'échantillon d'essai sur le support d'essai conformément à 4.3.4. Mesurer et sauvegarder les données S_{11} et S_{21} comme caractéristiques d'échantillon. Les coefficients S_{11} et S_{21} mesurés s'appellent S_{11M} et S_{21M} , respectivement.

4.3.5.4 Calcul de R_{tp}

R_{tp} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{tp} = -10 \lg \left\{ 10^{S_{21M}/10} / \left(1 - 10^{S_{11M}/10} \right) \right\} \quad (\text{dB})$$

La valeur calculée montre l'atténuation due à l'échantillon d'essai. Des exemples de données sont représentés dans les Figure 11a, 11b et 11c.

4.3.6 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- R_{tp}
- Les paramètres de circuit, S_{11R} , S_{21R} , S_{11M} et S_{21M} .

NOTE Lorsque l'échantillon d'essai présente des propriétés anisotropes, il convient que les données techniques du fabricant indiquent la direction mesurée.

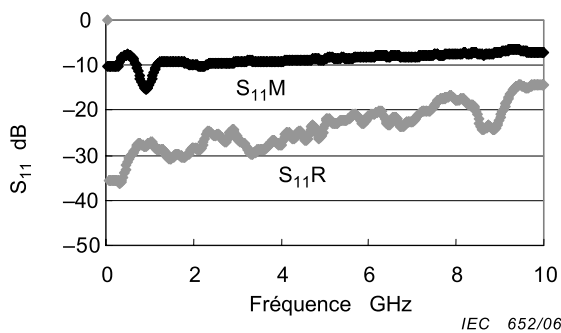


Figure 11 a – Pertes de réflexion

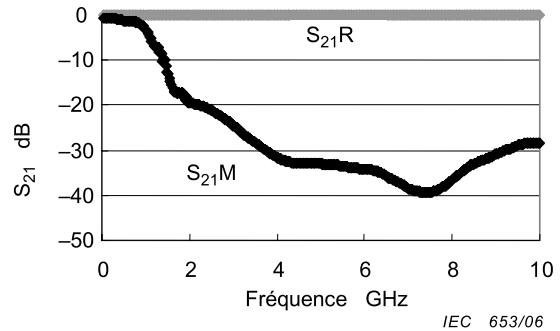


Figure 11 b – Pertes de transmission

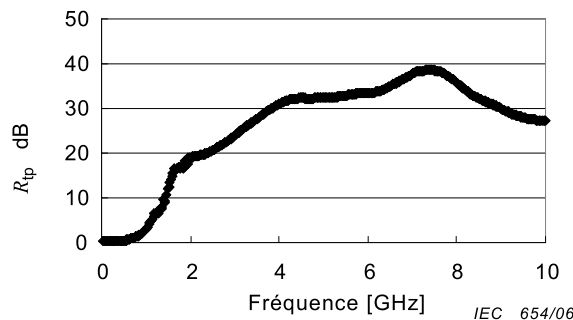


Figure 11 c – R_{tp} calculé à partir de S_{11M} et S_{21M}

Figure 11 – Exemples de données des résultats de mesure

4.4 Rapport de suppression de rayonnement: R_{rs}

4.4.1 Principe

Une ligne à micro-ruban est utilisée comme source de rayonnement dans cette mesure. Un courant sur un ruban conducteur de la ligne à micro-ruban génère un rayonnement d'ondes électromagnétiques. L'installation de la plaque réduisant le bruit sur le ruban conducteur réduit le courant du aux pertes électromagnétiques de la plaque réduisant le bruit. Le rayonnement de la plaque réduisant le bruit est ainsi supprimé.

4.4.2 Appareillage

Le schéma du spécimen de mesure est présenté à la Figure 12. Le spécimen de mesure est constitué d'un support d'essai, d'une source de signaux, d'une antenne de réception, d'un récepteur et d'un site d'essai.

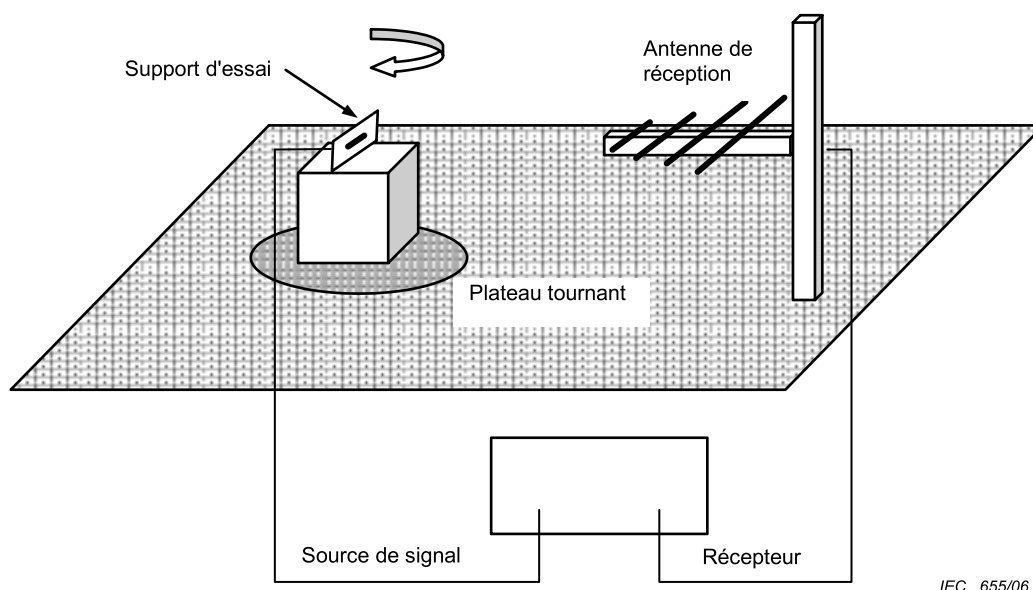


Figure 12 – Schéma du spécimen de mesure de R_{rs}

4.4.2.1 Support d'essai

La ligne à micro-ruban avec une impédance caractéristique de 50Ω est utilisée comme support d'essai. Un schéma du support d'essai est présenté à la Figure 13, et les spécifications du support d'essai sont présentées à la Figure 14 et dans le Tableau 7. Il convient que le taux d'ondes stationnaires du support d'essai soit inférieur à 1,5.

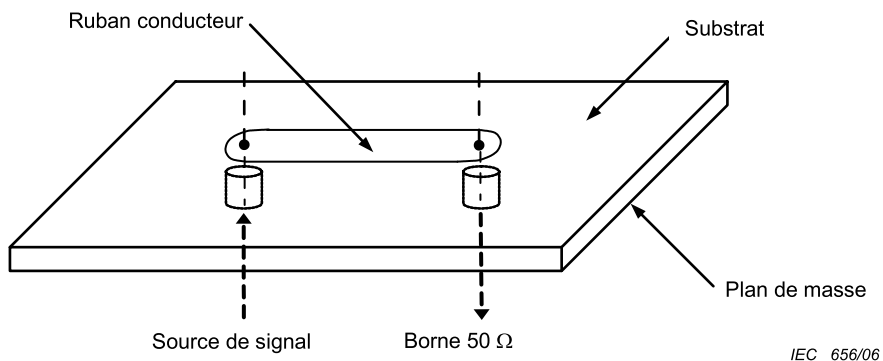


Figure 13 – Représentation schématique d'un support d'essai

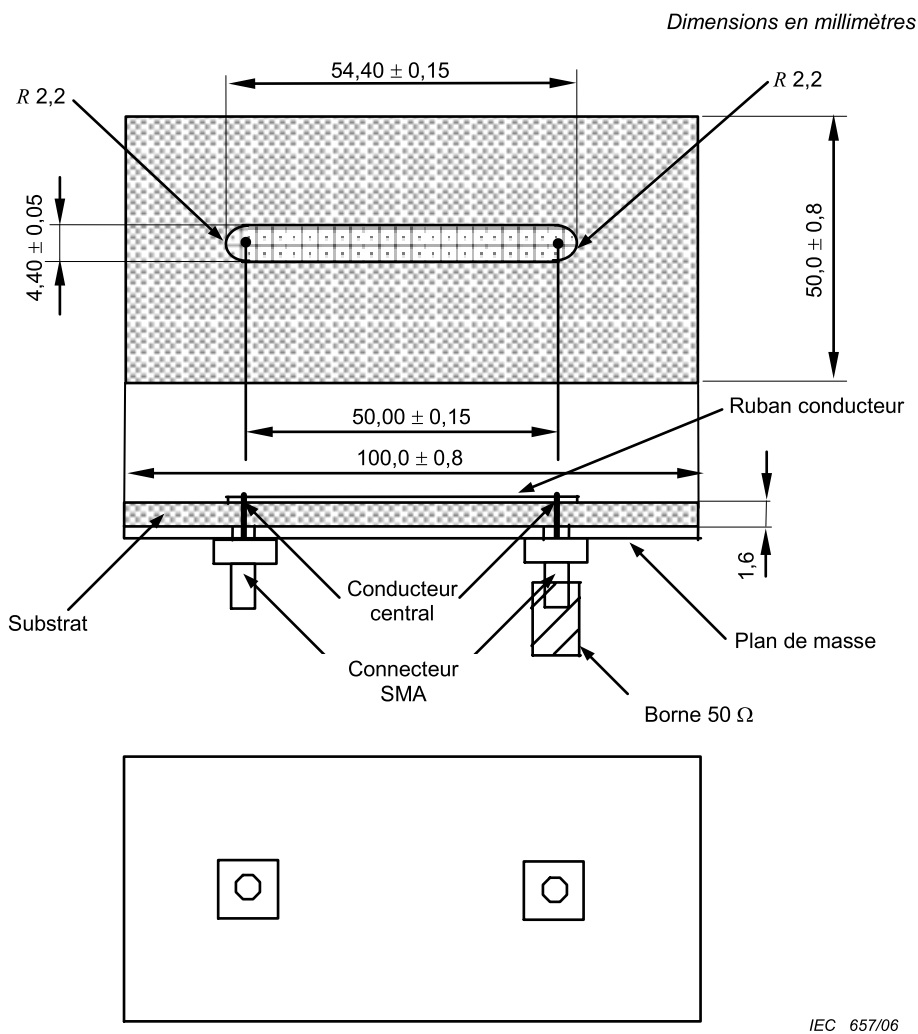


Figure 14 – Taille et structure du support d'essai

Tableau 7 – Dimensions du support d'essai

	Longueur mm	Largeur mm	Epaisseur mm	Matériau
Substrat	100,0 ± 0,8	50,0 ± 0,8	1,6 ^a	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	54,40 ± 0,15	4,40 ± 0,05	0,018 ^a	Cu
Plan de masse	100,0 ± 0,8	50,0 ± 0,8	0,018 ^a	Cu
^a Typiquement				
^b $\epsilon_r = 2,2$ à $2,6$				

4.4.2.2 Source de signal

Un analyseur de spectre avec un générateur de poursuite est favorable pour cette mesure. Un analyseur de réseau peut être utilisé comme équipement de mesure alternatif. La puissance de sortie de la source de signal doit être dans la gamme comprise entre 0 dBm et 10 dBm.

4.4.2.3 Antenne de réception

L'antenne de réception doit être une antenne à large bande conforme à la CISPR 16-1.

4.4.2.4 Récepteur

Le récepteur doit être un analyseur de spectre conforme à la CISPR 16-1. Un analyseur de réseau peut être utilisé dans les conditions décrites en 4.4.4.2 b) et en 4.4.4.3 c).

4.4.2.5 Site d'essai

Le site d'essai doit être une chambre anéchoïque ou un site d'essai ouvert conforme à la CISPR 22.

4.4.3 Echantillon d'essai

4.4.3.1 Dimension

La largeur et la longueur de l'échantillon d'essai sont spécifiées dans le Tableau 8. L'épaisseur de l'échantillon d'essai n'est pas définie.

Tableau 8 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur <i>L</i> mm	Largeur <i>W</i> mm
55,2 ± 0,65	4,7 ± 0,25

4.4.3.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

L'échantillon d'essai doit être fixé sur le ruban conducteur comme cela est représenté à la Figure 15 en utilisant une des méthodes suivantes. Le ruban conducteur doit être complètement couvert par l'échantillon d'essai.

a) fixation directe:

l'échantillon d'essai peut être fixé sur le ruban conducteur lorsque l'échantillon d'essai est adhésif ou doté d'une couche adhésive;

b) fixation à l'aide d'un adhésif:

lorsque l'échantillon d'essai n'est pas adhésif, il doit être fixé sur le ruban conducteur à l'aide d'un adhésif qui ne perturbe pas les caractéristiques de transmission du support

d'essai. La largeur et la longueur de l'adhésif doivent être égales à celles de l'échantillon d'essai.

NOTE Exemple d'adhésif: une bande adhésive double face de moins de 0,1 mm d'épaisseur et non conductrice.

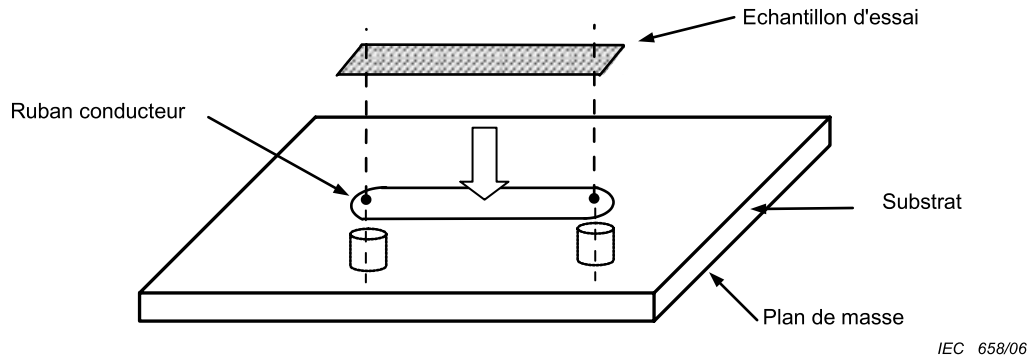


Figure 15 – Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai

4.4.4 Procédure

4.4.4.1 Montage du système de mesure

Le spécimen de mesure doit être monté conformément à 4.4.2 et à la CISPR 22.

4.4.4.2 Mesure de référence

a) Montage du support d'essai

Le support d'essai doit être monté sur le plateau tournant conformément à la Figure 16. Le ruban conducteur du support d'essai doit être horizontal et le plan de masse du support d'essai doit être vertical. Il convient de mesurer le niveau de référence sans échantillon d'essai.

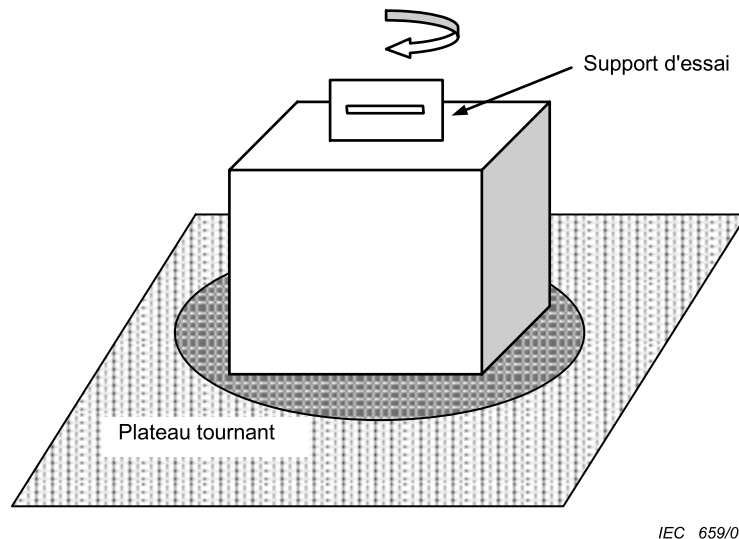


Figure 16 – Support d'essai monté sur un plateau tournant

b) Mesure

La puissance de réception de référence P_0 doit être mesurée à l'aide d'une fonction de retenue de crête du récepteur conformément à la CISPR 22. La puissance de réception de référence doit être mesurée en polarisation horizontale.

4.4.4.3 Mesure d'un échantillon d'essai

a) Fixation de l'échantillon d'essai sur le support d'essai

L'échantillon d'essai doit être fixé sur le support d'essai conformément à 4.4.3.2.

b) Montage du support d'essai

Le support d'essai doit être monté sur le plateau tournant conformément à la Figure 16. Le ruban conducteur du support d'essai doit être horizontal et le plan de masse du support d'essai doit être vertical.

c) Mesure

La puissance de réception P_1 doit être mesurée à l'aide d'une fonction de retenue de crête du récepteur conformément à la CISPR 22. La puissance de réception doit être mesurée en polarisation horizontale.

4.4.4.4 Calcul de R_{rs}

R_{rs} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{rs} = -10 \lg (P_1/P_0) \quad (\text{dB})$$

où

P_0 est la puissance de réception pour la mesure de référence ;

P_1 est la puissance de réception pour la mesure de l'échantillon d'essai.

4.4.5 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- a) R_{rs} ;
- b) la condition de fixation de l'échantillon d'essai.

4.5 Rapport de découplage de ligne: R_{dl}

4.5.1 Généralités

La présente norme a fourni la méthode de mesure des éléments suivants:

- ① le rapport d'intradécouplage (R_{da}),
- ② le rapport d'interdécouplage (R_{de}),
- ③ le rapport de puissance d'affaiblissement de transmission (R_{tp}) et
- ④ le rapport de suppression de rayonnement (R_{rs}) du 4.1 au 4.4.

Le paragraphe 4.5 donne

- ⑤ le rapport de découplage de ligne (R_{dl}).

L'illustration schématique de chaque effet de suppression du bruit est représentée dans le Tableau 9 suivant et à la Figure 17.

Tableau 9 – Classification des effets de suppression du bruit en fonction du chemin de bruit et de l'emplacement de la plaque réduisant le bruit

Victime Agresseur	Couplage de champ proche		Conduction	Rayonnement
	Partie (composant)		Plan linéaire	Champ lointain
	Même côté	Côté opposé		
Partie (composant)	① Intra-découplage	② Inter-découplage	⑤ Découplage de ligne	④ Suppression de rayonnement
Ligne	⑥	⑤ Découplage de ligne	⑦	
			③ Affaiblissement de transmission	

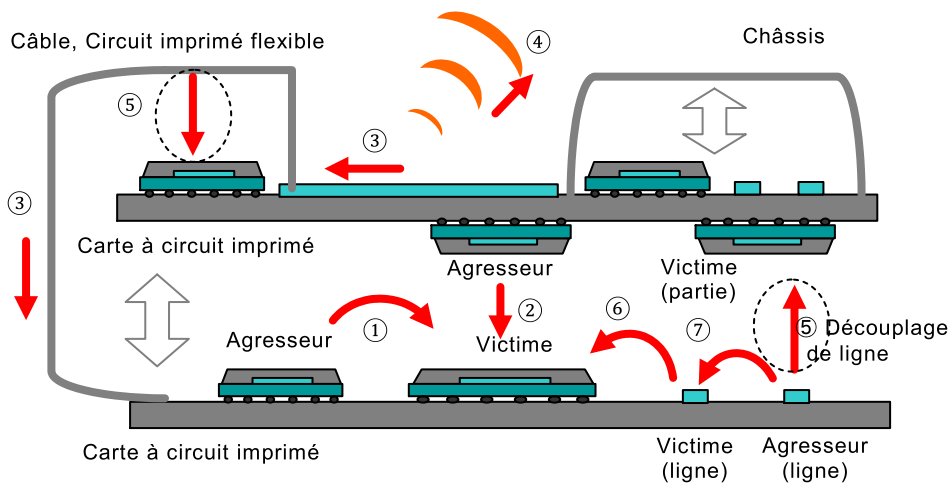


Figure 17 – Chemin de bruit

4.5.2 Principe

La méthode suivante est appliquée pour évaluer la réduction du couplage entre une ligne et une (ou des) partie(s) sur les deux côtés de la plaque réduisant le bruit, entre 100 MHz et 6 GHz.

Un support d'essai pour cette évaluation est construit avec une ligne à micro-ruban (MSL) et une antenne cadre magnétique, comme représenté sur la Figure 18. Le support d'essai est destiné à simuler un brouillage électromagnétique, observé fréquemment dans les équipements électroniques. La ligne à micro-ruban et l'antenne correspondent à une source de bruit, l'agresseur, et à un récepteur, la victime, respectivement.

L'antenne et la plaque réduisant le bruit sont montées au centre de la ligne à micro-ruban, comme représenté sur la Figure 19. Deux facteurs de couplage de l'antenne cadre sur la ligne à micro-ruban, avec la plaque réduisant le bruit et sans la plaque réduisant le bruit, sont mesurés en dB. Le rapport de découplage de ligne R_{dl} est donné en dB, comme la différence entre les deux facteurs.

La perméabilité de la plaque réduisant le bruit modifie le champ magnétique à proximité, qui peut être appliqué afin de réduire le couplage du bruit entre la ligne à micro-ruban et l'antenne. Pour la gamme de hautes fréquences, où la partie imaginaire de la perméabilité domine, le bruit peut être absorbé efficacement en raison de la perte magnétique de la plaque réduisant le bruit.

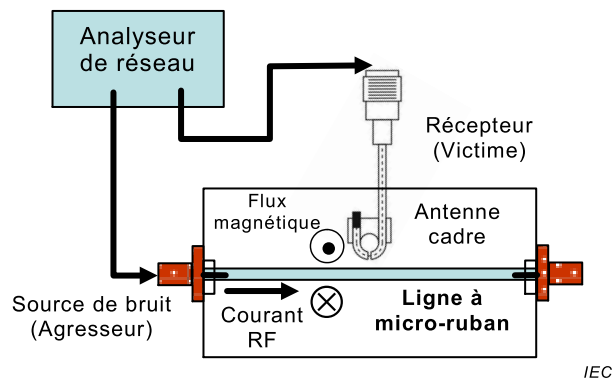
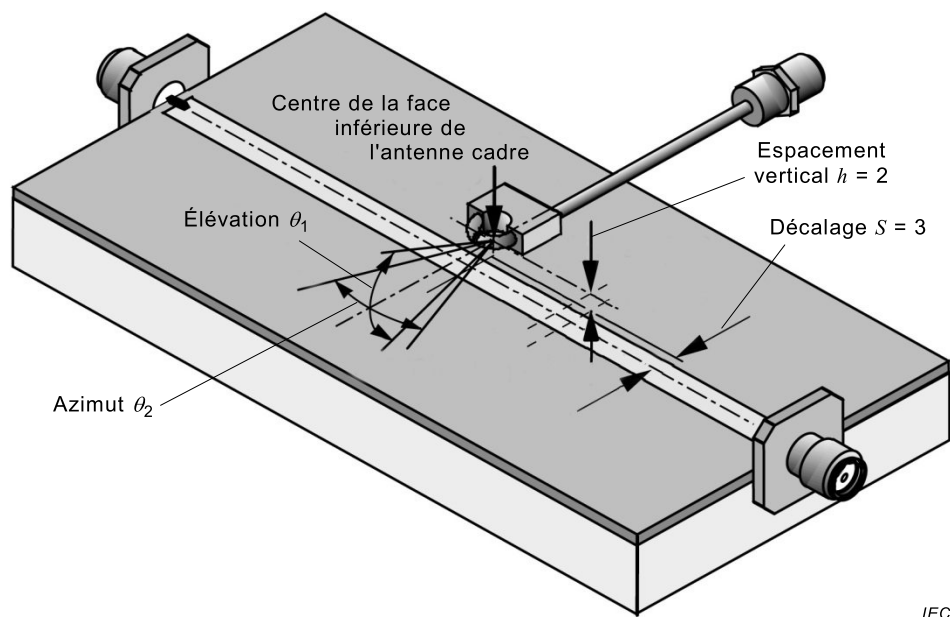


Figure 18 – Support d'essai pour la mesure du découplage de ligne

4.5.3 Appareillage

La Figure 19 est la représentation schématique du montage de mesure pour le rapport de découplage de ligne.



Légende

- h est l'espacement vertical entre le bord inférieur de l'antenne cadre et la surface du substrat de la ligne à micro-ruban,
- θ_1 est l'angle d'élévation de la surface de l'antenne cadre par rapport au plan horizontal,
- θ_2 est l'angle d'azimut entre l'antenne cadre et la direction transversale de la ligne à micro-ruban,
- S est l'excentrage de l'antenne cadre et de la ligne à micro-ruban.

Figure 19 – Représentation schématique du montage de la ligne à micro-ruban et de l'antenne cadre

4.5.3.1 Antenne cadre

Une petite antenne cadre telle que définie en 4.1.2.1 doit être utilisée.

4.5.3.2 Ligne à micro-ruban

Les dimensions de la ligne à micro-ruban sont données au Tableau 10. Une extrémité de la ligne à micro-ruban doit être connectée à l'analyseur de réseau par l'intermédiaire d'un connecteur de type SMA, et l'autre extrémité de la ligne à micro-ruban doit être connectée à une charge de sortie de 50 Ω par l'intermédiaire d'un connecteur de type SMA. Le rapport d'ondes stationnaires de la ligne à micro-ruban terminée sur l'autre extrémité doit être inférieur à 1,2.

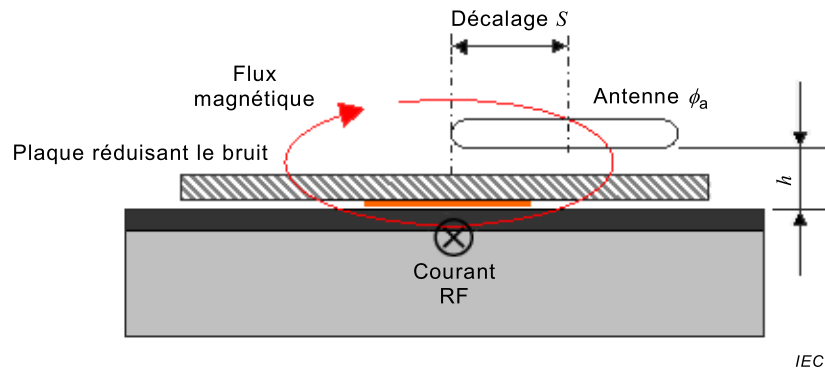
Tableau 10 – Dimensions de la ligne à micro-ruban

	Longueur	Largeur	Epaisseur	Matériau
	mm	mm	mm	
Substrat	$100 \pm 0,8$	$50 \pm 0,8$	1,6	PTFE/Verre ^b
Ruban conducteur	$100 \pm 0,15$	$4,4 \pm 0,05$	0,018 ^a	Cu

^a Généralement, mais dans tous les cas < 21 μm .

^b $\varepsilon_r = 2,2$ à 2,6.

La ligne à micro-ruban de l'antenne et la configuration de la plaque réduisant le bruit sont représentées à la Figure 20. Les dimensions de l'antenne cadre sont données au Tableau 11.



Légende

ϕ_a est le diamètre moyen de l'antenne cadre.

Figure 20 – Configuration de la plaque réduisant le bruit, de l'antenne cadre et du flux magnétique

Tableau 11 – Dimensions de l'antenne cadre

Espacement vertical h	Diamètre ϕ_a	Angle θ_1	Angle θ_2	Décalage S
mm	mm	radian	radian	mm
$2,0 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	$\leq \pi/18^a$	$\leq \pi/2^b$	$3,0 \pm 0,2$

^a $\leq 10^\circ$

^b $\leq 90^\circ$

La réponse fréquentielle exigée entre l'antenne cadre et la ligne à micro-ruban doit être conforme à 4.1.2.1; néanmoins, l'antenne et la ligne à micro-ruban sont en position fixe, comme représenté sur la Figure 18.

4.5.3.3 Analyseur de réseau

Un analyseur de réseau vectoriel doit être utilisé conformément à 4.1.2.2.

4.5.4 Echantillon d'essai

4.5.4.1 Dimension

Les dimensions de l'échantillon d'essai pour la mesure de R_{dl} sont indiquées dans le Tableau 12.

Tableau 12 – Dimensions de l'échantillon d'essai

Longueur L	Largeur W
mm	mm
$20 \pm 0,5$	≥ 20
NOTE N'importe quelle épaisseur peut être utilisée pour l'échantillon d'essai dans cette mesure (sous réserve que la condition $h = (2,0 \pm 0,2)$ mm soit maintenue) puisque l'épaisseur de l'échantillon d'essai dépend de la formation de l'échantillon. La mesure ne dépend pas de la largeur maximale de l'échantillon d'essai.	

4.5.4.2 Méthode de fixation sur le support d'essai

Il convient de placer et de fixer l'échantillon d'essai comme indiqué en 4.3.4.2

4.5.5 Procédure

Les dispositions de l'antenne, de la ligne à micro-ruban et de l'échantillon d'essai sont représentées dans les Tableaux 10 à 12 et également sur les Figures 19 et 20.

4.5.5.1 Montage du système de mesure

Il convient de préparer l'appareil de mesure et l'(les) échantillon(s) d'essai à l'avance, conformément à 4.5.3 et 4.5.4. Il convient d'étalonner l'analyseur de réseau à l'extrémité des connecteurs des câbles coaxiaux connectés au support d'essai. Raccorder un connecteur à la ligne à micro-ruban et l'autre connecteur à l'antenne.

4.5.5.2 Mesure de référence

Mesurer les données S_{21} sous la référence S_{21R} .

4.5.5.3 Mesure d'un échantillon d'essai

Il convient de placer l'échantillon d'essai sur le support d'essai conformément à 4.5.4. Mesurer les données S_{21} comme caractéristiques d'échantillon. La valeur mesurée est alors appelée S_{21M} .

4.5.5.4 Calcul de R_{dl}

R_{dl} doit être calculé par la formule suivante:

$$R_{dl} = S_{21R} - S_{21M} \text{ [dB]}$$

où

S_{21R} est le coefficient de transmission (S_{21}) sans l'échantillon d'essai.

S_{21M} est le coefficient de transmission (S_{21}) avec l'échantillon d'essai.

4.5.6 Expression des résultats

Les éléments suivants doivent être exprimés:

- a) R_{dl} ;
 - b) la condition de fixation de l'échantillon d'essai;
 - c) l'épaisseur de l'échantillon d'essai.
-

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch