

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
22

2003

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1
2004-10

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

Amendement 1

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

Amendment 1

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

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

AVANT-PROPOS

Cet amendement a été établi par le sous-comité I du CISPR: Compatibilité électromagnétique des matériels de traitement de l'information, multimédia et récepteurs.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CIS/I/114/FDIS	CIS/I/124/RVD

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI 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.

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre de la nouvelle Annexe F comme suit:

Annexe F (informative) Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication

Ajouter, à la page 4, le titre de la nouvelle Figure C.6 comme suit:

Figure C.6 – Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Page 14

2 Références normatives

Ajouter, à liste existante, la nouvelle publication suivante:

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites* ¹⁾
Amendement 1 (2004)

¹⁾ Il existe une édition consolidée 1.1 (2004) comprenant l'édition 1.0 et son amendement.

FOREWORD

This amendment has been prepared by CISPR subcommittee I: Electromagnetic compatibility of information technology equipment, multimedia equipment and receivers.

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

FDIS	Report on voting
CIS/11/114/FDIS	CIS/11/124/RVD

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result 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.

Page 3

CONTENTS

Add the title of the new Annex F as follows:

Annex F (informative) Rationale for disturbance measurements and methods on telecommunications ports

Add, on page 5, the title of the new Figure C.6 as follows:

Figure C.6 – Flowchart for selecting test method

Page 15

2 Normative references

Add, to the existing list, the following new reference:

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances* ¹⁾
Amendment 1 (2004)

¹⁾ There exists a consolidated edition 1.1 (2004) of CISPR 16-1-2, including edition 1.0 and its Amendment 1.

3 Définitions

Ajouter, à la page 18, les nouvelles définitions suivantes:

3.8

impédance totale de mode commun

impédance TCM

impédance entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et le plan de masse de référence

NOTE Le câble complet est considéré comme un fil du circuit, le plan de masse comme l'autre fil du circuit. L'onde TCM est le mode de transmission de l'énergie électrique, qui peut se traduire par un rayonnement d'énergie électrique si le câble est exposé à l'air libre en situation réelle. Inversement, il s'agit également du mode dominant, qui se manifeste lors de l'exposition du câble à des champs électromagnétiques extérieurs.

3.9

appareil auxiliaire

AE

appareil nécessaire pour maintenir la transmission de données sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et (ou) pour maintenir le fonctionnement normal de l'appareil en essai durant l'essai

NOTE L'appareil auxiliaire peut être un autre AT, un simulateur de trafic ou une connexion à un réseau. L'appareil auxiliaire peut être situé près du montage de mesure, à l'extérieur de la salle de mesure ou être représenté par la connexion à un réseau. Il convient que l'appareil auxiliaire n'ait pas d'influence sensible sur les résultats d'essai.

Annexe C – Configurations d'essai possibles pour la mesure des perturbations de mode commun

C.1 Configurations d'essai pour les mesures de mode commun

Remplacer le titre et le texte existants de l'Article C.1 par ce qui suit:

C.1 Introduction

L'Annexe C décrit les méthodes de mesure qui peuvent être utilisées pour mesurer les émissions TCM conduites sur les lignes de télécommunication en respectant les exigences de la présente norme. En fonction du type de câble, différentes méthodes peuvent être utilisées, chacune présentant des avantages et des inconvénients. (Se référer à l'Annexe F informative.)

Remplacer le titre existant de C.1.1 par ce qui suit:

C.1.1 Utilisation de RSI ou de RCD, y compris ceux décrits dans la CEI 61000-4-6

Ajouter les nouveaux alinéas suivants après le titre de C.1.1 et avant les alinéas existants:

Pour les paires symétriques simples et doubles non blindées, on doit utiliser le RSI conformément au 9.5.2. Pour les autres types de câbles (blindés et non blindés), on peut utiliser les RCD décrits dans la CEI 61000-4-6, dans la mesure où de tels RCD existent, et tant que l'appareil en essai peut continuer à fonctionner normalement avec le RCD inséré au niveau du câble raccordé à l'appareil en essai. L'ACL du RCD ne doit pas être supérieur à la plus petite valeur de tolérance d'ACL de 9.5.2 pour un RSI approprié à la catégorie de câble connecté à l'appareil en essai.

Lorsque la mesure avec cette méthode est possible, la méthode C.1.1 donne les meilleurs résultats de mesure avec l'incertitude de mesure la plus faible.

3 Definitions

Add, on page 19, the following new definitions:

3.8

total common mode impedance

TCM impedance

impedance between the cable attached to the EUT port under test and the reference ground plane

NOTE The complete cable is seen as one wire of the circuit, the ground plane as the other wire of the circuit. The TCM wave is the transmission mode of electrical energy, which can lead to radiation of electrical energy if the cable is exposed in the real application. Vice versa, this is also the dominant mode, which results from exposition of the cable to external electromagnetic fields.

3.9

associated equipment

AE

equipment needed to maintain the data traffic on the cable attached to the EUT port under test and (or) to maintain the normal operation of the EUT during the test.

NOTE The AE can be another ITE, a traffic simulator or a connection to a network. The AE can be situated close to the measurement set-up, outside the measurement room or be represented by the connection to a network. AE should not have any appreciable influence on the test results.

Annex C – Possible test set-ups for common mode measurements

C.1 Test set-ups for common mode measurements

Replace the existing title and text of C.1 by the following:

C.1 Introduction

Annex C describes the measurement methods that can be used to measure the TCM conducted emission of telecom lines as required in this standard. Depending on the cable type, different methods can be used, each with its advantages and disadvantages. (See informative Annex F)

Replace the existing title of C.1.1 by the following:

C.1.1 Using ISNs or CDNs including those described in IEC 61000-4-6

Add the following new paragraphs after the title of C.1.1 and before the existing paragraphs:

For unscreened single and double balanced pairs, the ISN according to 9.5.2 shall be used. For other types of cables (screened and unscreened), the CDNs described in IEC 61000-4-6 can be used, as far as such CDNs are available and as long as the EUT can operate normally with the CDN inserted into the cable connected to the EUT. The LCL of the CDN shall not exceed the value of the lower side tolerance in 9.5.2 of an ISN appropriate to the cable category connected to the EUT.

Where measurement with this method is possible, the method C.1.1 gives the best measurement results with the smallest possible measurement uncertainty.

Dans certains cas, un RCD/RSI approprié n'est pas disponible, ou bien le fonctionnement du système est affecté par l'insertion du RCD/RSI. D'autres solutions pour la mesure sans RCD/RSI dédié sont par conséquent nécessaires. Les Paragraphes C.1.2 à C.1.4 décrivent les alternatives possibles.

Page 98

C.1.2 Utilisation d'une charge de 150 Ω sur la surface extérieure du blindage («RCD/RSI sur site»)

Ajouter les alinéas suivants après le titre et avant les points existants:

Pour tous les types de câbles coaxiaux ou de câbles multipaires blindés, il est possible d'utiliser la méthode C.1.2.

Il n'est pas nécessaire de couper le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai comme c'est le cas avec la méthode C.1.1. Cependant, il est nécessaire d'entailler l'isolant externe du câble afin d'atteindre la surface métallique extérieure du blindage.

C.1.3 Utilisation de la combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension capacitive

Remplacer le deuxième point par ce qui suit:

- Mesurer la tension avec une sonde de tension à couplage capacitif, comme spécifié en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.

Page 100

C.1.4 Utilisation d'aucune connexion au blindage et d'aucune RSI

Ajouter les alinéas suivants après le titre et avant les points existants:

Si la méthode de C.1.4 est combinée avec la méthode de C.1.3, il est possible d'utiliser les avantages des deux méthodes, sans trop en subir les inconvénients.

Effectuer tout d'abord une mesure sur l'appareil en essai avec la méthode C.1.3. Si les résultats sont en dessous des limites, on peut considérer que l'appareil en essai est conforme aux limites. Si les émissions à une ou plusieurs fréquences dépassent les limites avec la méthode C.1.3, il est possible de mesurer l'appareil en essai à ces fréquences, et uniquement à ces fréquences, avec la méthode C.1.4. La méthode C.1.3 est utilisée dans cette combinaison comme une méthode pour sélectionner les fréquences nécessitant des mesures supplémentaires avec la méthode C.1.4, plus consommatrice en temps, mais plus précise.

Ajouter le nouveau paragraphe suivant:

C.1.5 Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai

Le logigramme pour la sélection de la méthode d'essai (voir Figure C.6) est valable pour différents accès (paire torsadée non blindée, paire torsadée blindée, câble coaxial, alimentation en courant alternatif, etc.). Dans les cas où différents types de câbles peuvent convenir, par exemple paire torsadée blindée (STP) ou paire torsadée non blindée (UTP), les deux doivent être soumis aux essais de conformité à la norme.

Ajouter la nouvelle Figure C.6 suivante:

In some cases, an appropriate CDN/ISN is not available, or the operation of the system is affected by the insertion of the CDN/ISN. Other solutions for measurement without dedicated CDN/ISNs are therefore necessary. Subclauses C.1.2 to C.1.4 describe the possible alternatives.

Page 99

C.1.2 Using a 150 Ω load to the outside surface of the shield (“in situ CDN/ISN”)

Add the following paragraphs after the title and before the existing bullet points:

For all types of coaxial cables or shielded multipair cables, it is possible to use method C.1.2.

It is not necessary to cut the cable attached to the EUT port under test as is the case with method C.1.1. However it is necessary to open the outside insulation of the cable in order to reach the outside metallic surface of the shield.

C.1.3 Using a combination of current probe and capacitive voltage probe

Replace the second bullet point by the following:

- Measure voltage with a capacitive voltage probe as specified in 5.2.2 of CISPR 16-1-2.

Page 101

C.1.4 Using no shield connection to ground and no ISN

Add the following paragraphs after the title and before the existing bullet points:

If the method in C.1.4 is combined with the method of C.1.3, it is possible to use the advantages of both methods, without suffering too much from the disadvantages.

First measure the EUT with method C.1.3. If the results are below the limits, the EUT is deemed to comply with the limits. If the emissions at one or more frequencies exceed the limits with method C.1.3, it is possible to measure those and only those frequencies with method C.1.4. Method C.1.3 is used in this combination as a method to select the frequencies that need further measurement with the more time-consuming but more precise method C.1.4.

Add the following new subclause:

C.1.5 Flowchart for selecting test method

The flowchart for the selection of the test method (see Figure C.6) is applied to different ports (unscreened twisted pair, screened twisted pair, coax, ac power etc.). In cases where different types of cables are acceptable, for example screened (STP) or unscreened (UTP), both shall be tested for compliance with the standard.

Add the following new Figure C.6:

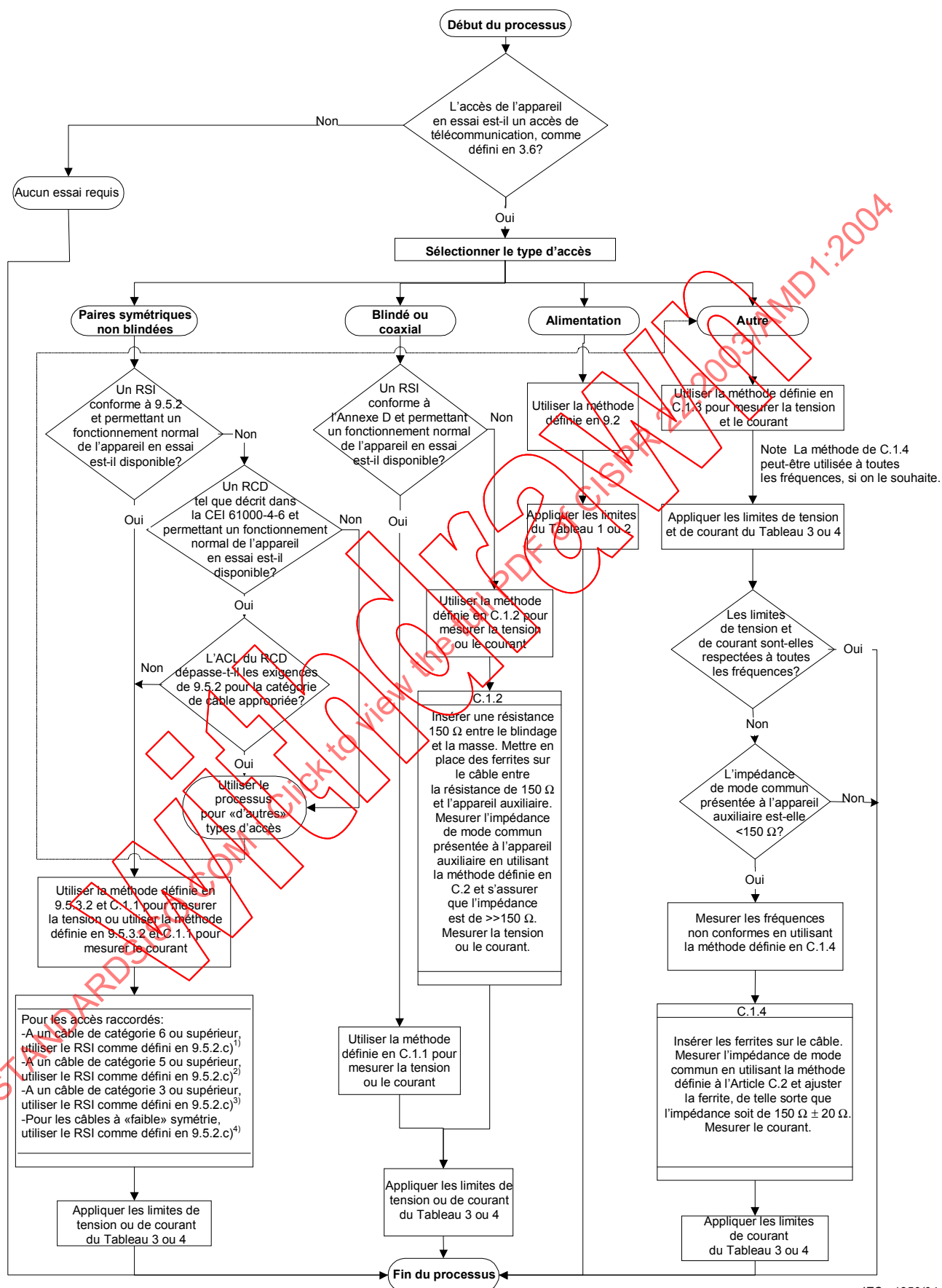


Figure C.6 – Logigramme pour la sélection de la méthode d'essai

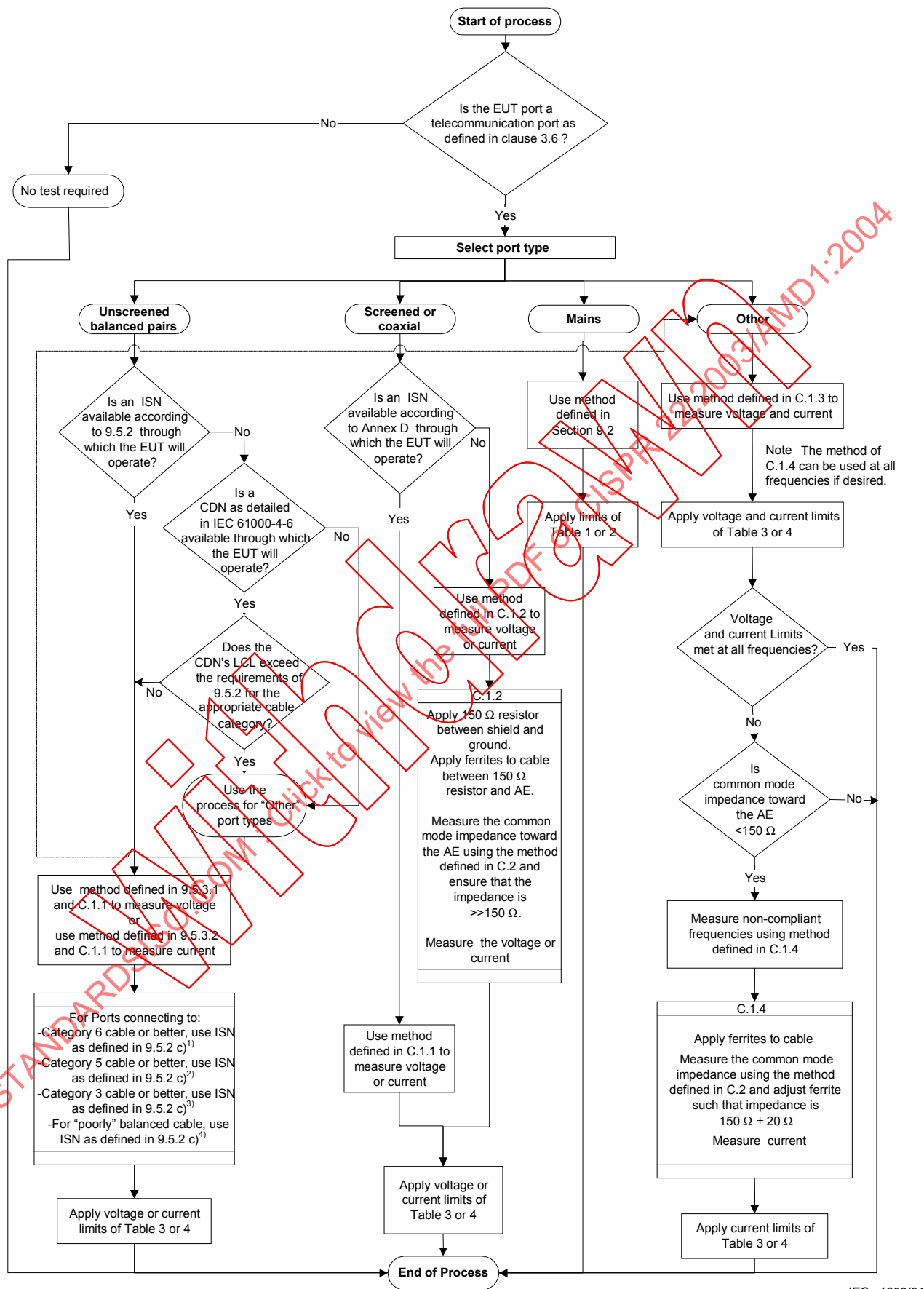


Figure C.6 – Flowchart for selecting test method

C.2 Mesure de l'impédance de mode commun du câble, de la ferrite et de l'appareil auxiliaire

Ajouter ce qui suit comme cinquième point à la fin de l'Article C.2:

- Il convient que cette technique de mesure de l'impédance TCM soit utilisée uniquement dans les conditions suivantes:

La longueur de la boucle (circonférence) dans le dispositif d'étalonnage en $50\ \Omega$ de la Figure C.5 doit représenter $\pm 10\%$ de la longueur totale de la boucle de la Figure C.4 et il convient que les deux longueurs de boucle soient inférieures à 1,25 m. Ces conditions sont nécessaires pour minimiser la ou les résonances de boucle qui pourraient affecter la mesure d'impédance et augmenter l'incertitude sur les mesures. L'une des deux méthodes suivantes est utilisée pour mesurer l'impédance TCM.

Méthode 1: Raccorder un analyseur d'impédance au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai au niveau de l'inverseur représenté à la Figure C.4. Raccorder l'analyseur d'impédance entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai et le plan de masse de référence. L'appareil en essai n'est pas raccordé durant cette mesure, et tous les fils du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai sont connectés ensemble au niveau du point de raccordement à l'analyseur d'impédance. Il convient que les conditions précitées sur la longueur des câbles soient appliquées pour cette mesure. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.

Méthode 2: A l'aide d'un analyseur de réseaux, d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif, mesurer la tension et le courant de mode commun. Le rapport de la tension au courant, mesurés sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai selon la méthode utilisant l'analyseur de réseaux, définit l'impédance TCM. Ce montage d'essai de mesure est similaire à celui représenté à la Figure F.4.

C.2 Measurement of cable, ferrite and AE common mode impedance

Add the following as the fifth bullet item at the end of C.2:

- This TCM impedance measurement technique should be used only under the following conditions:

The loop length (circumference) in the 50 Ω calibration fixture of Figure C.5 shall be $\pm 10\%$ of the total loop length in Figure C.4 and both loop lengths should be less than 1,25 m. These conditions are necessary to minimise loop resonance(s) that could affect the impedance measurement and increase measurement uncertainty. One of the following two methods is used to measure the TCM impedance.

Method 1: Connect an impedance analyzer to the cable attached to the EUT port under test at the switch shown in Figure C.4. Connect the impedance analyzer between the cable attached to the EUT port under test and the reference ground plane. The EUT is disconnected for this measurement, and all wires in the cable attached to the EUT port under test are connected together at the point where they are connected to the impedance analyzer. The cable length conditions cited above should be applied for this measurement. This measurement test setup is similar to that shown in Figure F.4.

Method 2: Using a network analyzer, a current probe and a capacitive voltage probe, measure the common mode voltage and current. The ratio of the voltage to the current on the cable attached to the EUT port under test, as measured with the network analyzer, defines the TCM impedance. This measurement test set-up is similar to that shown in Figure F.4.

Ajouter, après l'Annexe E, la nouvelle annexe suivante:

Annexe F (informative)

Justifications relatives aux mesures des perturbations et leurs méthodes sur les accès de télécommunication

F.1 Limites

La limite de tension perturbatrice (ou de courant) est définie pour une impédance de charge TCM de 150 Ω (telle qu'elle est vue par l'appareil en essai au niveau de l'accès de l'appareil auxiliaire au cours de la mesure). Cette normalisation est nécessaire afin d'obtenir des résultats de mesure reproductibles, indépendamment de l'impédance TCM non définie au niveau de l'appareil auxiliaire et de l'appareil en essai.

En général, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire n'est pas définie, à moins qu'un RCD/RSI ne soit utilisé. Si l'appareil auxiliaire est situé à l'extérieur de la cage de Faraday, l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire peut être déterminée par l'impédance TCM du filtre de traversée de panneau entre le montage de mesure et l'environnement extérieur. Un filtre de type II a une impédance TCM faible, tandis qu'un filtre de type T a une impédance TCM élevée.

Il n'existe pas de RCD/RSI pour tous les types de câbles utilisés par les ATI. Il est par conséquent également nécessaire de définir des méthodes alternatives qui n'utilisent pas de RCD/RSI (méthodes d'essai "non invasives").

Seul le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai est représenté sur les Figures de l'Annexe C. Normalement, il y a plusieurs autres câbles (ou accès) présents au niveau de l'appareil en essai. Dans la plupart des cas, on trouve au moins la connexion aux bornes d'alimentation. L'impédance TCM de ces autres connexions (y compris une connexion de masse éventuelle) et la présence ou l'absence de ces connexions au cours de l'essai peuvent influencer le résultat de mesure de façon significative, en particulier pour les petits appareils. Par conséquent, l'impédance TCM des connexions non soumises à la mesure doit être définie au cours de l'essai sur les petits appareils. Il est suffisant de disposer, en plus de l'accès en essai, d'au moins 2 accès supplémentaires raccordés sur une impédance TCM de 150 Ω (normalement en utilisant un RSI ou RCD avec l'accès de mesure RF terminé par une résistance de 50 Ω) pour réduire cette influence à une quantité négligeable.

Il convient que les dispositifs de couplage des paires symétriques non blindées simulent également l'ACL (affaiblissement de conversion longitudinal) typique de la catégorie de câblage la plus basse (ACL le plus défavorable) spécifié pour l'accès de télécommunication en essai. L'idée implicite de cette exigence est de prendre en compte la transformation du signal symétrique en signal TCM, qui pourrait contribuer au rayonnement lorsque l'appareil en essai est utilisé en conditions réelles. La dissymétrie de conception intentionnelle du RSI a pour but d'obtenir l'ACL spécifié. Cette dissymétrie peut accroître ou annuler l'asymétrie de l'appareil en essai. Dans l'intérêt de la détermination des émissions dans le cas le plus défavorable et de l'optimisation de la répétabilité des essais, il convient par conséquent d'envisager de reproduire les essais avec le déséquilibre d'ACL pour chaque conducteur d'une paire symétrique en utilisant le RSI approprié défini en 9.5.2.

Add, after Annex E, the following new annex:

Annex F (informative)

Rationale for disturbance measurements and methods on telecommunications ports

F.1 Limits

The disturbance voltage (or current) limit is defined for a TCM load impedance of $150\ \Omega$ (as seen by the EUT at the AE port during the measurement). This standardisation is necessary in order to obtain reproducible measurement results, independent of the undefined TCM impedance at the AE and the EUT.

In general, the TCM impedance seen by the EUT at the AE port is not defined unless a CDN/ISN is used. If the AE is located outside the shielded room, the TCM impedance seen by the EUT at the AE port can be determined by the TCM impedance of the feed through-filter between the measurement set-up and the outside world. A Π -type filter has a low TCM impedance whilst a T-type filter has a high TCM impedance.

CDN/ISNs do not exist for all types of cables used by ITE. It is therefore also necessary to define alternative methods that do not use CDN/ISNs ("Non-invasive" test methods).

Only the cable attached to the EUT port under test is shown in the Figures of Annex C. Normally, there are several other cables (or ports) present at the EUT. At least the connection to the mains terminal is present in most cases. The TCM impedance of these other connections (including a possible ground connection) and the presence or absence of these connections during the test can influence the measurement result significantly, in particular for small EUTs. Therefore the TCM impedance of the non-measured connections have to be defined during the test of small EUTs. It is sufficient to have in addition to the port under test at least 2 additional ports connected to a $150\ \Omega$ TCM impedance (normally by using an ISN or CDN with the RF measurement port terminated with $50\ \Omega$) for reducing this influence to a negligible amount.

Coupling devices for nonshielded balanced pairs should also simulate the typical LCL (longitudinal conversion loss) of the lowest cabling category (worst LCL) specified for the telecom port under test. The idea of this requirement is to take into account the transformation of the symmetrical signal into a TCM signal, which might contribute to the radiation when the EUT is used in the real application. Asymmetry in the ISN is purposely constructed to yield the specified LCL. This asymmetry may enhance or cancel the asymmetry of the EUT. In the interest of determining the worst case emissions and optimization of test repeatability, consideration should therefore be given to repeating the testing with the LCL imbalance on each wire of a balanced pair when using the appropriate ISN as defined in 9.5.2.

Etant donné que le déséquilibre sur chaque paire symétrique peut contribuer/contribuera au total des émissions conduites en mode commun, il convient de considérer toutes les combinaisons de déséquilibre sur toutes les paires symétriques. Pour une paire symétrique simple, l'impact sur l'essai est relativement mineur – les 2 conducteurs sont inversés. Cependant, pour 2 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge d'ACL (c'est-à-dire configurations d'essai) est de 4. Pour 4 paires symétriques, le nombre de combinaisons de charge s'élève à 16. De tels nombres auront un impact significatif sur la durée et la documentation des essais. Il convient que ces types d'essais soient réalisés avec soin et, s'ils sont mis en œuvre, qu'ils soient correctement documentés.

L'accès de mesure RF d'un RSI/RCD non raccordé au récepteur de mesure doit être chargé par une résistance de 50 Ω .

Le Tableau F.1 donne un résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites en Annexe C.

Tableau F.1 - Résumé des avantages et des inconvénients des méthodes décrites en Annexe C

	Méthode C.1.1	Méthode C.1.2	Méthode C.1.3	Méthode C.1.4
Avantages	Moindre incertitude sur la mesure (Possible seulement si des RSI/RCD avec des propriétés de transmission appropriées sont disponibles) L'ACL doit être connu et doit être pris en compte. Le RCD doit satisfaire à l'ACL minimal pour le type de câble en essai	Non invasive (à l'exception du retrait de l'isolation du câble blindé) Toujours applicable aux câbles blindés Incertitude faible sur la mesure aux fréquences plus élevées	Non invasive Toujours applicable Aucune sous-estimation (estimation du cas le plus défavorable)	Non invasive Incertitude faible sur la mesure (Uniquement si Z_2 aux Figures F.1 et F.2 peut être réglée sur 150 $\Omega \pm 20 \Omega$)
Inconvénients	Pas applicable dans tous les cas (nécessite des RSI/RCD appropriés) Invasive (nécessite des raccordements par câble appropriés) Nécessite un RSI ou un RCD individuel pour chaque type de câble (entraîne un nombre élevé de RSI/RCD différents) Aucune isolation n'est fournie par un RSI vis-à-vis des signaux symétriques provenant de l'appareil auxiliaire	Augmentation de l'incertitude sur la mesure aux très basses fréquences (<1 MHz) La destruction de l'isolation du câble est nécessaire Isolation réduite vis à vis des perturbations provenant de l'appareil auxiliaire (comparé à C.1.1)	Une surestimation est possible si Z_2 est très différente de 150 Ω Incertitude accrue pour certaines conditions extrêmes de fréquence et d'impédance Aucune isolation vis-à-vis des perturbations provenant de l'appareil auxiliaire (comparé à C.1.1) N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due à l'ACL du réseau câblé auquel l'appareil en essai sera raccordé	Pas applicable dans tous les cas Demande énormément de temps (ajustement individuel des ferrites pour chaque fréquence de mesure) Isolation réduite vis à vis des perturbations provenant de l'appareil auxiliaire (comparé à C.1.1) N'évalue pas le potentiel d'interférence qui se produit en raison de la conversion du signal symétrique due à l'ACL du réseau câblé auquel l'appareil en essai sera raccordé

Since imbalance on each balanced pair can/will contribute to the total conducted common mode emission, all combinations of imbalance on all balanced pairs should be considered. For a single balanced pair, this is a relatively minor test impact – the 2 wires are reversed. However, for 2 balanced pairs, the number of LCL loading combinations (i.e. test configurations) is 4. For 4 balanced pairs, the number of loading combinations grows to 16. Such numbers will have a significant impact on test time and test documentation. Such testing should be undertaken with care, and, if implemented, properly documented.

The RF measurement port of an ISN/CDN not connected to the measuring receiver shall be terminated in 50 Ω .

Table F.1 summarizes the advantages and disadvantages of the methods described in Annex C.

Table F.1 - Summary of advantages and disadvantages of the methods described in Annex C

	Method C.1.1	Method C.1.2	Method C.1.3	Method C.1.4
Advantages	Smallest measurement uncertainty (Only possible if ISN/CDNs with appropriate transmission properties are available) LCL must be known and shall be taken into account. CDN shall meet minimum LCL for cable type under test	Non-invasive (except removing the insulation of the shielded cable) Always applicable to shielded cables Small measurement uncertainty for higher frequencies	Non-invasive Always applicable No underestimation (worst case estimation)	Non-invasive Small measurement uncertainty (Only if Z_2 in Figures F.1 and F.2 can be adjusted to $150 \Omega \pm 20 \Omega$)
Disadvantages	Not in all cases applicable (needs appropriate ISN/CDNs) Invasive (needs appropriate cable connections) Needs an individual ISN or CDN for each cable type (results in a high number of different ISN/CDNs) No isolation is provided by an ISN to symmetric signals from the AE	Increased measurement uncertainty for very low frequencies (<1 MHz) Destruction of the cable insulation is necessary Reduced insulation against disturbances from the AE side (compared to C.1.1)	Overestimation is possible if Z_2 is far from 150 Ω Increased uncertainty for some extreme conditions of frequency and impedance No insulation against disturbances from the AE side (compared to C.1.1) Does not assess the interference potential that arises due to conversion of the symmetric signal due to the LCL of the cable network to which the EUT will be connected	Not in all cases applicable Very time consuming (individual adjustment of the ferrites for each measurement frequency) Reduced insulation against disturbances from the AE side (compared to C.1.1) Does not assess the interference potential that arises due to conversion of the symmetric signal due to the LCL of the cable network to which the EUT will be connected

F.2 Combinaison d'une sonde de courant et d'une sonde de tension à couplage capacitif

La méthode décrite en C.1.3 a l'avantage d'être applicable de manière non invasive à tous les types de câbles. Cependant, à moins que l'impédance TCM vue par l'appareil en essai au niveau du raccordement à l'appareil auxiliaire ne soit de $150\ \Omega$, la méthode C.1.3 donnera un résultat qui sera en général surestimé, mais jamais sous-estimé (estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable).

F.3 Principes de base de la sonde de tension à couplage capacitif

La Figure C.3 utilise une sonde de tension à couplage capacitif pour mesurer la tension TCM. Il existe deux approches de conception d'une sonde de tension à couplage capacitif. Pour chacune des approches, si l'on est en présence d'une impédance TCM de $150\ \Omega$, la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai apparaîtra comme une charge en parallèle avec l'impédance TCM de $150\ \Omega$.

La tolérance sur l'impédance TCM est de $\pm 20\ \Omega$ sur la plage de fréquences comprise entre 0,15 MHz et 30 MHz. Si la charge de la sonde de tension à couplage capacitif doit au plus diminuer l'impédance TCM de $150\ \Omega$ à $120\ \Omega$, il convient que la capacité entre la sonde de tension à couplage capacitif et le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai soit $< 5\ \text{pF}$ à 30 MHz (cas le plus défavorable en fréquences). A 30 MHz, $5\ \text{pF}$ représente environ $-j1,062\ \Omega$, ce qui, en parallèle avec $150\ \Omega$, donne une impédance TCM combinée d'environ $148\ \Omega$.

La première approche de conception de la sonde de tension à couplage capacitif consiste à faire de la sonde un dispositif simple reposant sur l'utilisation de la distance de séparation physique avec le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai pour atteindre l'objectif d'obtenir une charge capacitive $< 5\ \text{pF}$. Ce type de sonde de tension à couplage capacitif est décrit en 5.2.2 de la CISPR 16-1-2.

La deuxième approche de conception utilise un dispositif de couplage capacitif situé à proximité du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (le dispositif est en fait en contact physique avec l'isolant du câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai). Une sonde de tension standard de type oscilloscope ayant une impédance $> 10\ \text{M}\Omega$ avec une capacité de sonde $< 5\ \text{pF}$ est placée en série avec le dispositif de couplage capacitif. En théorie, la capacité de sonde placée en série avec la capacité du dispositif de couplage capacitif ne présentera au câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai que la capacité de sonde. En pratique, il est possible, compte tenu de la dimension physique du dispositif de couplage capacitif, d'avoir une capacité parasite importante en parallèle avec la capacité de la sonde. Si cela se produit, la charge capacitive totale sera supérieure à celle de la sonde elle-même, et l'exigence d'avoir une charge capacitive $< 5\ \text{pF}$ peut être enfreinte. Si cette technique est utilisée, il convient de vérifier la valeur de charge capacitive par la mesure, et non pas de se fier à la théorie.

Cette mesure de capacité peut être réalisée avec n'importe quel capacimètre pouvant fonctionner dans la plage de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz. La capacité est mesurée entre le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai (tous les conducteurs dans le câble sont connectés ensemble au point de raccordement avec l'appareil de mesure) et le plan de masse de référence. Il convient d'utiliser pour cette mesure de capacité un câble du même type que celui utilisé pour la mesure des émissions conduites.

NOTE Cette méthode procure l'incertitude la plus faible si la longueur du câble entre l'appareil en essai et l'appareil auxiliaire est inférieure à 1,25 m. Des câbles significativement plus longs peuvent être le siège d'ondes stationnaires risquant de compromettre les mesures de tension et de courant. Pour les câbles longs où les limites en tension et en courant ne peuvent pas être satisfaites, il est recommandé d'utiliser l'approche de mesure de la puissance de C.1.5.

F.2 Combination of current probe and capacitive voltage probe

The method described in C.1.3 has the advantage of being applicable in a non-invasive way to all types of cables. However, unless the TCM impedance seen by the EUT at the AE connection is $150\ \Omega$, the method C.1.3 will show a result which is in general too high, but never too low (worst case estimation of the emission).

F.3 Basic ideas of the capacitive voltage probe

Figure C.3 uses a capacitive voltage probe to measure the TCM voltage. There are two approaches to the construction of a capacitive voltage probe. For either approach, if a $150\ \Omega$ TCM impedance is present, the capacitance of the capacitive voltage probe to the cable attached to the EUT port under test will appear as a load in parallel with the $150\ \Omega$ TCM impedance.

TCM impedance tolerance is $\pm 20\ \Omega$ over the frequency range of 0.15 MHz to 30 MHz. If the capacitive voltage probe loading is to reduce at most the $150\ \Omega$ TCM impedance down to $120\ \Omega$, the capacitance of the capacitive voltage probe to the cable attached to the EUT port under test should be $< 5\ \text{pF}$ at 30 MHz (the worst case frequency). At 30 MHz, $5\ \text{pF}$ is approximately $-j1,062\ \Omega$, which, in parallel with $150\ \Omega$ results in a combined TCM of approximately $148\ \Omega$.

The first construction approach to the capacitive voltage probe is to have the probe be a single device that relies on physical distance from the cable attached to the EUT port under test to achieve the $< 5\ \text{pF}$ loading. This style of capacitive voltage probe is described in clause 5.2.2 of CISPR 16-1-2.

The second construction approach uses a capacitive coupling device in close proximity to the cable attached to the EUT port under test (the device is actually in physical contact with the insulation of the cable attached to the EUT port under test). A standard oscilloscope-type voltage probe having an impedance $> 10\ \text{M}\Omega$ with a probe capacitance $< 5\ \text{pF}$ is placed in series with the capacitive coupling device. The theory is that the probe capacitance in series with the capacitance of the capacitive coupling device will present only the probe capacitance to the cable attached to the EUT port under test. In practice, it is possible, given the physical size of the capacitive coupling device, to have a large stray capacitance in parallel with the probe capacitance. If this occurs, the total capacitive loading will be greater than that of the probe itself, and the requirement to have $< 5\ \text{pF}$ loading may be violated. If this technique is employed, the capacitive loading should be verified by measurement, and not rely on theory.

This capacitance measurement can be made with any capacitance meter that can operate over the 150 kHz to 30 MHz frequency range. The capacitance is measured between the cable attached to the EUT port under test (all wires in the cable are connected together at the connection point to the meter) and the reference ground plane. The same type of cable used in the conducted emissions measurement should be used for this capacitance measurement.

NOTE This method has the lowest uncertainty if the length of cable between the EUT and AE is less than 1,25 m long. Significantly longer cables are subject to standing waves that can adversely affect voltage and current measurements. For long cables where both the voltage and current limits cannot be met, it is recommended to use the power measurement approach of C.1.5.

F.4 Combinaison des limites en courant et en tension

Si l'impédance TCM n'est pas de $150\ \Omega$, la mesure de la tension ou du courant seul(e) n'est pas acceptable à cause de l'incertitude de mesure très élevée due aux impédances TCM non définies ou inconnues. Cependant, si à la fois la tension et le courant sont mesurés en appliquant simultanément les limites en courant et en tension, le résultat fournit une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable, comme expliqué ci-dessous.

Le circuit de base pour lequel la limite est définie est représenté à la Figure F.1. Ce circuit est la référence pour laquelle les limites exprimées en courant et en tension ont été dérivées. Toute autre mesure doit être comparée à ce circuit de base. Z_1 est un paramètre inconnu de l'appareil en essai. Z_2 a une valeur de $150\ \Omega$ dans la mesure de référence.

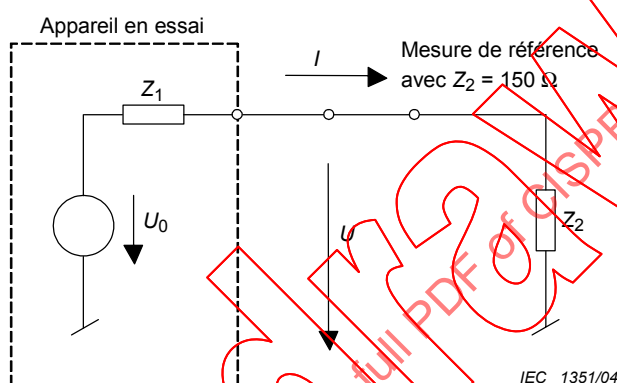


Figure F.1 – Circuit de base pour la considération des limites avec une impédance TCM définie de $150\ \Omega$

Si la mesure est effectuée sans définir l'impédance TCM vue par l'appareil en essai, le circuit simplifié est comme représenté à la Figure F.2, où l'impédance TCM Z_2 vue par l'appareil en essai est définie par l'appareil auxiliaire et peut avoir n'importe quelle valeur. Par conséquent, Z_1 ainsi que Z_2 sont des paramètres inconnus de la mesure.

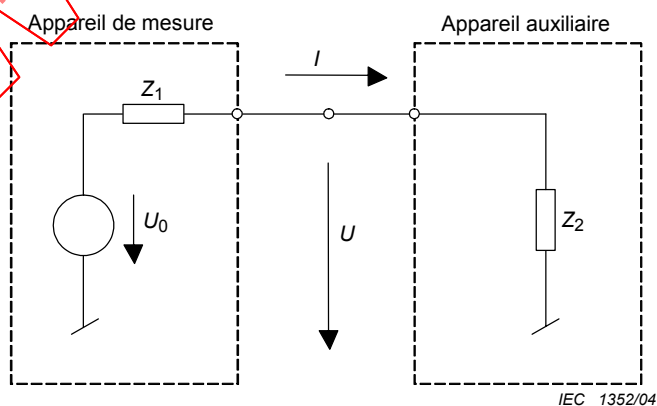


Figure F.2 – Circuit de base pour la mesure avec une impédance TCM inconnue

F.4 Combination of current and voltage limit

If the TCM impedance is not $150\ \Omega$, the measurement of the voltage or the current alone is not acceptable because of a very high measurement uncertainty due to the undefined and unknown TCM impedances. If however both voltage and current are measured with current and voltage limits applied simultaneously, the result is a worst case estimation of the emission as explained below.

The basic circuit for which the limit is defined is shown in Figure F.1. This circuit is the reference for which the limits expressed in current and voltage are derived. Any other measurement has to be compared to this basic circuit. Z_1 is an unknown parameter of the EUT. Z_2 is $150\ \Omega$ in the reference measurement.

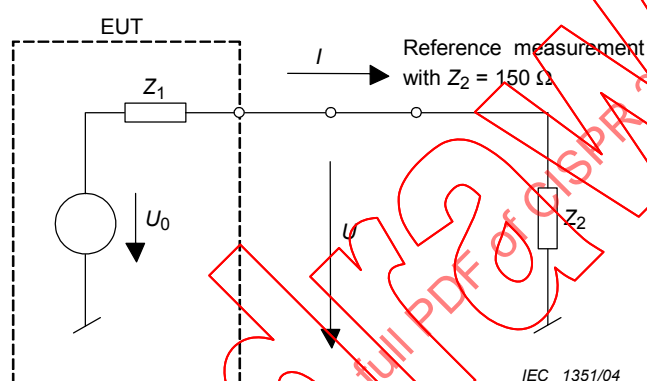


Figure F.1 – Basic circuit for considering the limits with defined TCM impedance of $150\ \Omega$

If the measurement is performed without defining the TCM impedance seen by the EUT, the simplified circuit is as shown in Figure F.2 where the TCM impedance Z_2 seen by the EUT is defined by the AE and can have any value. Therefore Z_1 as well as Z_2 are unknown parameters of the measurement.

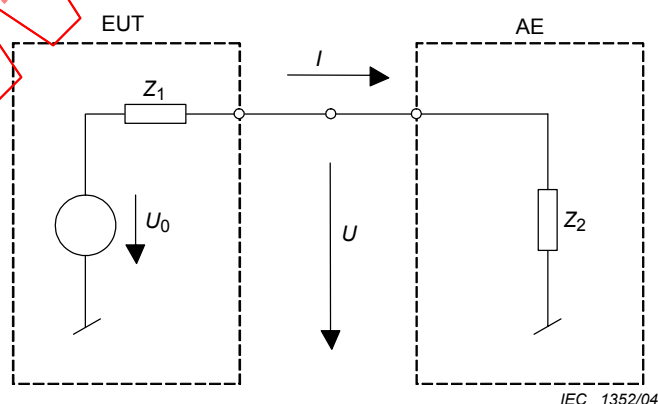


Figure F.2 – Basic circuit for the measurement with unknown TCM impedance

Si la mesure est effectuée conformément au circuit de la Figure F.1, la limite en courant et la limite en tension sont équivalentes. La relation entre le courant et la tension sera toujours de 150Ω et l'un comme l'autre peut être utilisé pour déterminer la conformité à la limite. Ce n'est pas le cas si Z_2 n'a pas une valeur de 150Ω . (Figure F.2).

Il est important d'être conscient que la quantité déterminant la conformité à la limite n'est pas la tension de source U_0 . La tension perturbatrice mesurée doit être mesurée sur une impédance Z_2 normalisée de 150Ω et dépend à la fois de Z_1 , Z_2 et U_0 . La valeur limite peut être atteinte avec un appareil en essai ayant une haute impédance Z_1 et une tension de source U_0 élevée, ou bien avec une tension U_0 plus faible combinée à une impédance Z_1 inférieure.

Dans le cas plus général de la Figure F.2, où Z_2 n'est pas définie, il n'est pas possible de mesurer la valeur exacte de la tension perturbatrice. Etant donné que Z_1 et U_0 ne sont pas connues, il n'est pas possible d'en tirer la valeur de tension perturbatrice, même si la valeur de Z_2 est connue (ou est mesurée ou calculée à partir de I et U). Si, par exemple, on effectue des mesures sur un appareil en essai dont les émissions dépassent la limite, en mesurant uniquement la tension dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 faible ($Z_2 < 150 \Omega$) du côté de l'appareil auxiliaire, l'appareil en essai peut toujours sembler être conforme aux limites. Par contraste, si l'on effectue des mesures sur le même appareil en essai en mesurant uniquement le courant dans un montage d'essai présentant une impédance Z_2 élevée (par exemple en ajoutant des ferrites), l'appareil en essai peut à nouveau sembler être conforme aux limites.

Cependant, il peut être démontré que, si l'on applique simultanément la limite en courant et la limite en tension, la non-conformité d'un appareil en essai dont les émissions dépassent les limites sera toujours mise en évidence par un dépassement soit de la limite en courant (si Z_2 est $< 150 \Omega$), soit de la limite en tension (si Z_2 est $> 150 \Omega$).

Si l'impédance TCM de l'appareil auxiliaire (Z_2) est éloignée de 150Ω , il est possible qu'un appareil en essai, qui serait conforme aux limites s'il est mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$, puisse être refoulé. Cependant, il n'arrivera jamais qu'un appareil en essai n'étant pas conforme aux limites soit accepté. La mesure conformément à C.1.3 est par conséquent une estimation de l'émission dans le cas le plus défavorable. Si un appareil en essai dépasse la limite avec cette méthode, il est possible que l'appareil en essai ait pu être conforme aux limites, s'il avait pu être mesuré avec $Z_2 = 150 \Omega$. Si les mesures sur l'appareil en essai suivant cette méthode étaient comparées à une limite en puissance dérivée des limites en tension et en courant, une mesure plus précise du potentiel d'interférence sous 150Ω serait possible. Des techniques de mesure de la puissance conduite sont à l'étude au CISPR I.

F.5 Ajustement de l'impédance TCM avec des ferrites

Dans certains cas (si à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est inférieure à 150Ω), il est possible d'ajuster l'impédance en ajoutant des ferrites sur le câble relié à l'accès évalué de l'appareil en essai. Le Paragraphe C.1.4 prescrit une mesure de l'impédance TCM et un ajustement des ferrites pour chaque point de mesure en fréquence jusqu'à ce que l'impédance TCM soit de $150 \Omega \pm 20 \Omega$. La méthode est par conséquent très compliquée et demande beaucoup de temps si elle est appliquée sur la totalité du spectre de fréquence. Si, à l'origine, l'impédance TCM vue du côté de l'appareil auxiliaire est supérieure à 150Ω , il n'y a pas de façon d'ajuster l'impédance à 150Ω en ajoutant des ferrites ou en décalant la position des ferrites pour les fréquences inférieures à 30 MHz. (D'autres méthodes pour ajuster l'impédance TCM à des fréquences spécifiques pourraient être imaginées à la place).

If the measurement is performed according to the circuit of Figure F.1, the limit of current and the limit of voltage are equivalent. The relation between current and voltage will always be $150\ \Omega$ and either of the two can be used to determine the compliance with the limit. This is not the case if Z_2 is not $150\ \Omega$ (see Figure F.2).

It is important to be aware that the quantity determining the compliance with the limit is not the source voltage U_0 . The interference voltage measured has to be measured at a standardized Z_2 of $150\ \Omega$ and depends on Z_1 , Z_2 and U_0 together. The limit value can be reached with an EUT containing a high impedance Z_1 and a high source voltage U_0 , or with a lower U_0 combined with a lower impedance Z_1 .

In the more general case of Figure F.2 where Z_2 is not defined, it is not possible to measure the exact value of the interference voltage. Since Z_1 and U_0 are not known, it is not possible to derive the interference voltage, even if the value of Z_2 is known (or is measured or calculated from I and U). If for example an EUT with emissions above the limit is measured only by measuring the voltage in a test set-up with low Z_2 ($Z_2 < 150\ \Omega$) at the AE side, the EUT might still seem to comply with the limits. By contrast, if the same EUT is measured only by measuring the current in a test setup with high Z_2 , (for example by adding ferrites) the EUT might again seem to comply with the limits.

However, it can be shown that, if the current limit and the voltage limit are applied simultaneously, an EUT with emissions exceeding the limits will always be discovered by exceeding either the current limit (if Z_2 is $< 150\ \Omega$) or the voltage limit (if Z_2 is $> 150\ \Omega$).

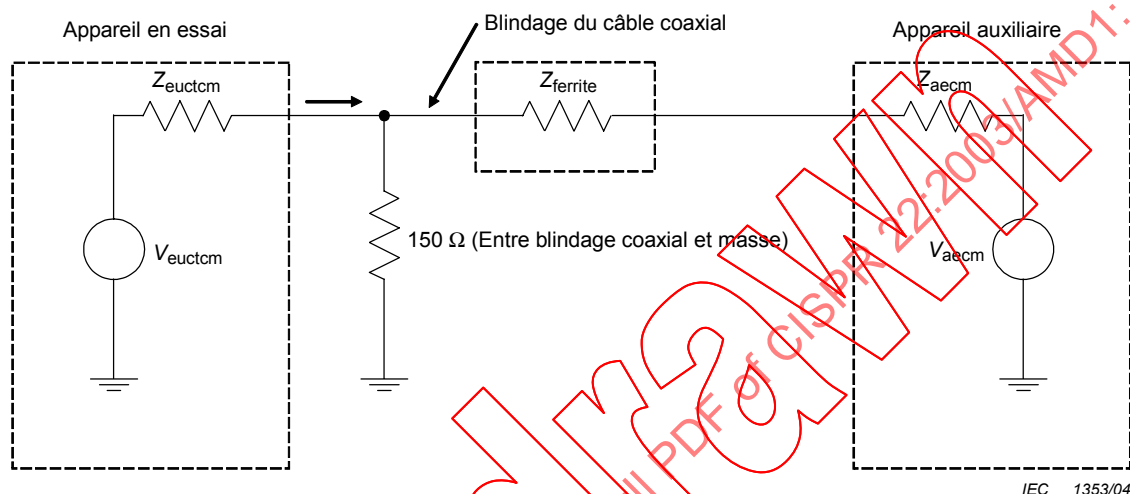
If the TCM impedance of the AE (Z_2) is far from $150\ \Omega$, it is possible that an EUT, which would comply with the limits if measured with $Z_2 = 150\ \Omega$, may be rejected. However it will never happen that an EUT not complying with the limits is accepted. The measurement according to C.1.3 is therefore a worst case estimation of the emission. If an EUT exceeds the limit with this method, it is possible the EUT would comply with the limits if it could be measured with $Z_2 = 150\ \Omega$. If the EUT measured by this method were compared to a power limit derived from the voltage and current limits, a more accurate measure of the interference potential into $150\ \Omega$ is possible. Conducted power measurement techniques are under consideration in CISPR I.

F.5 Adjusting the TCM impedance with ferrites

In some cases (if the TCM impedance at the AE side is originally lower than $150\ \Omega$), it is possible to adjust the impedance by adding ferrites on the cable attached to the EUT port under test. Subclause C.1.4 requires measurement of the TCM impedance and adjustment of the ferrites at each frequency to be measured until the TCM impedance is $150\ \Omega \pm 20\ \Omega$. The method is therefore very complicated and time-consuming if applied to the full frequency spectrum. If the TCM impedance at the AE side is originally higher than $150\ \Omega$, there is no way to adjust the impedance to $150\ \Omega$ by adding ferrites or shifting the position of the ferrites for frequencies below 30 MHz. (Other methods to adjust the TCM impedance for specific frequencies could be invented instead).

F.6 Exigences relatives aux ferrites utilisées dans l'Annexe C

Le Paragraphe C.1.2 définit un montage d'essai pour mesurer les émissions conduites en mode commun sur le blindage d'un câble coaxial. Il est spécifié de connecter une charge de $150\ \Omega$ entre le blindage coaxial et le plan de masse de référence, comme représenté à la Figure C.2. Il est indiqué de placer des ferrites autour du blindage coaxial entre la charge de $150\ \Omega$ et l'appareil auxiliaire. On trouvera ci-dessous des exigences fonctionnelles nécessaires pour les ferrites afin de satisfaire aux exigences de C.1.2.



Légende

- V_{euctm} tension de mode commun générée par l'appareil en essai
- Z_{euctm} impédance de source en mode commun de l'appareil en essai
- V_{aecom} tension de mode commun générée par l'appareil auxiliaire
- Z_{aecom} impédance de source en mode commun de l'appareil auxiliaire
- $Z_{ferrite}$ impédance des ferrites
- Z impédance combinée de la charge de $150\ \Omega$, de $Z_{ferrite}$, et de Z_{aecom}

Figure F.3 – Montage d'impédance des composants utilisés à la Figure C.2

La Figure F.3 représente toutes les impédances de base mises en jeu dans la Figure C.2. Les ferrites sont spécifiées en C.1.2 pour fournir une impédance élevée, de telle sorte que "...l'impédance de mode commun au niveau de la résistance de $150\ \Omega$ doit être suffisamment grande pour ne pas affecter la mesure." Cette impédance est représentée à la Figure F.3 par " Z ".

L'extrait ci-dessus de C.1.2 implique que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecom} ne devrait pas faire chuter la valeur de charge résistive de $150\ \Omega$. L'approche générale de la CISPR 22 pour la tolérance sur les charges de mode commun de $150\ \Omega$ est de $\pm 20\ \Omega$ dans la plage de fréquences comprise entre $0,15\ \text{MHz}$ et $30\ \text{MHz}$. En associant ces deux concepts, il convient que la combinaison des impédances en série $Z_{ferrite}$ et Z_{aecom} en parallèle avec la résistance de $150\ \Omega$ (Z à la Figure F.3) ne soit pas inférieure à $130\ \Omega$. Cela implique en retour que cette relation soit conservée, quelle que soit la valeur de Z_{aecom} .

Pour déterminer les caractéristiques d'impédance des ferrites, deux cas seulement sont à considérer: $Z_{aecom} =$ un circuit ouvert et $Z_{aecom} =$ un court-circuit. Si les ferrites peuvent être sélectionnées pour satisfaire à ces exigences, toute valeur de Z_{aecom} sera acceptable.