

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
966-1

1988

AMENDEMENT 2
AMENDMENT 2

1995-01

Amendement 2

**Spécification générique pour ensembles
de cordons coaxiaux et de cordons pour
fréquences radioélectriques**

Partie 1:
Généralités et méthodes d'essai

Amendment 2

**Generic specification for radio frequency
and coaxial cable assemblies**

Part 1:
General requirements and test methods

© CEI 1995 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 46A: Câbles coaxiaux, du comité d'études 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs et accessoires pour communications et signalisation.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

DIS	Rapports de vote
46A(BC)169 46A(BC)176	46A(BC)173 46A/225/RVD

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Page 4

SOMMAIRE

Ajouter le titre de la nouvelle annexe G suivante:

Annexe G: Procédures pour l'homologation et l'agrément de savoir-faire

Page 8

3 Documents de référence

Ajouter, à la liste, les titres des normes suivantes:

CEI QC 001001: 1986, *Règles fondamentales du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

CEI QC 001002: 1986, *Règles de procédure du Système CEI d'assurance de la qualité des composants électroniques (IECQ)*

ISO 9000: 1987, *Normes pour la gestion de la qualité et l'assurance de la qualité – Lignes directrices pour la sélection et l'utilisation*

ISO 9001: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en conception/développement, production, installation et soutien après la vente*

ISO 9002: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en production et installation*

ISO 9003: 1987, *Systèmes qualité – Modèle pour l'assurance de la qualité en contrôle et essais finals*

FOREWORD

This amendment has been prepared by sub-committee 46A: Coaxial cables, of IEC technical committee 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, and accessories for communication and signalling.

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

DIS	Reports on voting
46A(CO)169 46A(CO)176	46A(CO)173 46A/225/RVD

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

Page 5

CONTENTS

Add the following title of the new appendix G:

Appendix G: Qualification approval and capability approval procedures

Page 9

3 Related documents

Add the titles of the following publications:

IEC QC 001001: 1986, *Basic rules of the IEC quality assessment system for electronic components (IEQC)*

IEC QC 001002: 1986, *Rules of procedure of the IEC quality assessment system for electronic components (IEQC)*

ISO 9000: 1987, *Quality management and quality assurance standards – Guidelines for selection and use*

ISO 9001: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing*

ISO 9002: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in production and installation*

ISO 9003: 1987, *Quality systems – Model for quality assurance in final inspection and test*

4 Définitions

Ajouter, à la page 10, après la définition 4.11, le texte et les nouvelles définitions suivantes:

Les définitions suivantes s'appliquent à l'annexe G.

4.12 manuel de savoir-faire (CM) (d'un fabricant): Description complète des règles de définitions, des procédés de fabrication et de contrôle y compris les limites et les procédés de vérification. Le manuel de savoir-faire (SF) est le document de base pour l'obtention d'un ASF (agrément de savoir-faire).

4.13 manuel de qualité (QM): Manuel qui décrit soit directement, soit en faisant référence à la documentation interne du fabricant, les procédures utilisées par celui-ci pour garantir la conformité de ses produits avec les spécifications applicables. Il est nécessaire aussi bien pour l'homologation que pour l'ASF.

4.14 composants pour l'ASF (CQC): Echantillons spécialement conçus ou pris dans la production pour vérifier les limites du savoir-faire conformément au CM.

4.15 première étape de fabrication: Première opération sous la responsabilité du fabricant, selon ce qui est déclaré dans le CM.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60967:1995

4 Definitions

Add, on page 11, after definition 4.11, the following text and new definitions:

The following definitions apply to appendix G.

4.12 capability manual (CM) (of a manufacturer): A complete description of design rules, manufacturer processes and test procedures including the limits and the verification procedures. The capability manual is the basic document for granting a capability approval.

4.13 quality manual (QM): A manual which describes either directly or by reference to the manufacturer's internal documents, the procedures used by the manufacturer to ensure conformity of his products with the applicable specifications. It is needed for both qualification and capability approvals.

4.14 capability qualifying components (CQCs): Test specimens specially designed or taken from production, used for verifying capability limits in accordance with the capability manual (CM).

4.15 primary stage of manufacture: Logically first activity under the control of the manufacturer, according to the capability manual.

Méthodes de mesure de l'efficacité d'écran

L'efficacité d'écran d'un cordon coaxial est fonction des propriétés d'écran de son câble, de ses connecteurs et des raccordements entre eux. L'impédance de transfert peut être mesurée par la méthode de la ligne d'injection décrite à la figure D.1.

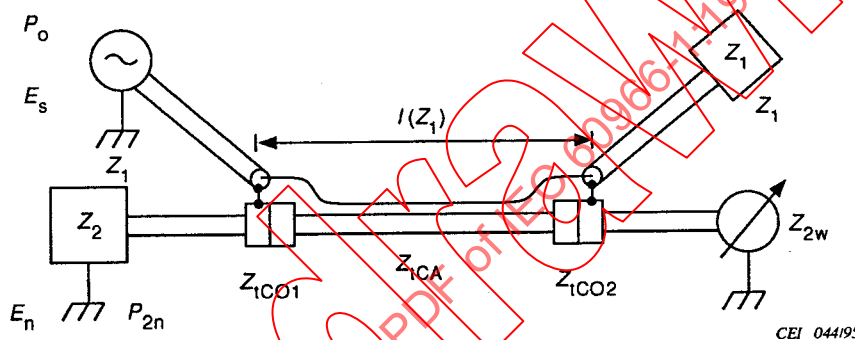


Figure D.1 – Montage de l'essai par ligne d'injection pour les cordons

$$T_n = \sqrt{\frac{P_{2n}}{P_o}} ; \quad T_f = \sqrt{\frac{P_{2f}}{P_o}} \quad (D.1)$$

Dans la formule D.1 ci-dessus, P_0 est la puissance d'entrée dans le cordon; P_{2n} et P_{2f} sont respectivement les puissances mesurées aux extrémités proche et éloignée du cordon.

Lorsque $Z_f = 0$, les fonctions de transfert de couplage mesurées sont:

$$T_f = \frac{1}{2} \frac{Z_{tCA}}{Z_{12}} S_f(f) + \frac{1}{2} \frac{Z_{tCO1} + Z_{tCO2}}{Z_{12}} \quad (D.2)$$

où $Z_{12} = \sqrt{Z_1 Z_2}$

Pour tous les symboles, voir le tableau 1.

After the title of Appendix D, delete "Under consideration" and add the text of the new Appendix D:

Appendix D (normative)

Measuring methods for screening effectiveness

D.1 General

The screening effectiveness of a coaxial cable assembly is determined by the screening properties of its cable, its connectors and the joints between them. The transfer impedance can be measured by the line injection method depicted in figure D.1.

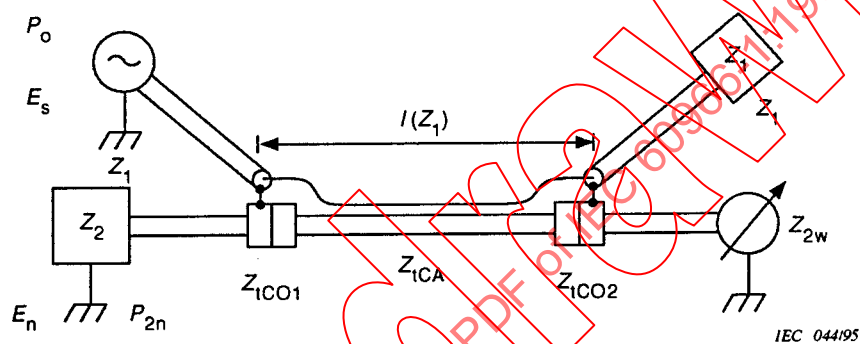


Figure D.1 – Line injection test circuit for coaxial cable assemblies

$$T_n = \sqrt{\frac{P_{2n}}{P_o}} ; \quad T_f = \sqrt{\frac{P_{2f}}{P_o}} \quad (D.1)$$

In formula D.1 above, P_o is the power input to the cable assembly; P_{2n} and P_{2f} are, respectively, the measured powers from the near and far ends of the cable assembly.

When $Z_f = 0$, the measured coupling transfer functions are

$$T_f = \frac{1}{2} \frac{Z_{ICA}}{Z_{12}} S_f(f) + \frac{1}{2} \frac{Z_{ICO1} + Z_{ICO2}}{Z_{12}} \quad (D.2)$$

$$\text{where } Z_{12} = \sqrt{Z_1 Z_2}$$

For all symbols, see table 1.

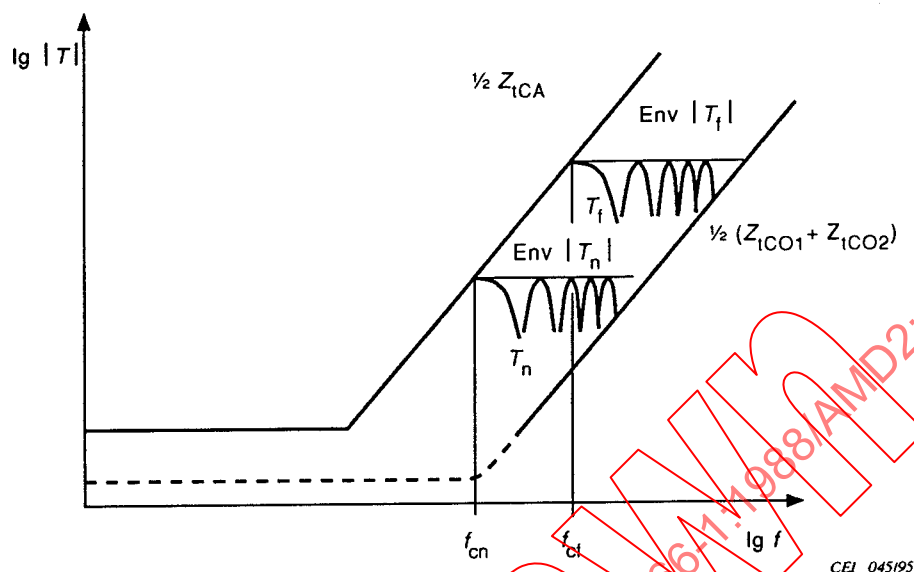


Figure D.2 – Schéma des fonctions de transfert d'un cordon

Sur la figure D.2, le câble est électriquement long au-delà de la fréquence f_{cn} . Sur toute la gamme de fréquences les connecteurs sont considérés comme électriquement courts et la somme de leurs impédances de transfert est supposée être plus petite que celle du câble. Les impédances de transfert des connecteurs comprennent celles des raccordements.

Bien que le câble soit électriquement long aux fréquences élevées, les impédances de transfert peuvent s'ajouter sans prendre en considération la variation de phase du câble.

Dans la pratique, l'amplitude des impédances de transfert des connecteurs et du câble crée des difficultés à la fois pour décrire et mesurer l'efficacité d'écran du cordon tout entier.

- Si les impédances de transfert des connecteurs sont prédominantes, normalement la fonction et l'impédance de transfert du cordon augmentent d'une manière linéaire avec la fréquence.
- Si l'impédance de transfert du câble est prédominante, la fonction de transfert croît linéairement jusqu'à une fréquence de coupure f_c au-delà de laquelle des résonances se produisent. Les fréquences de coupure pour les fonctions de transfert aux extrémités proche et éloignée sont différentes comme cela est indiqué sur la figure D.2.

Lorsque l'impédance de transfert du câble est prédominante, les enveloppes (Env) des fonctions de transfert sont:

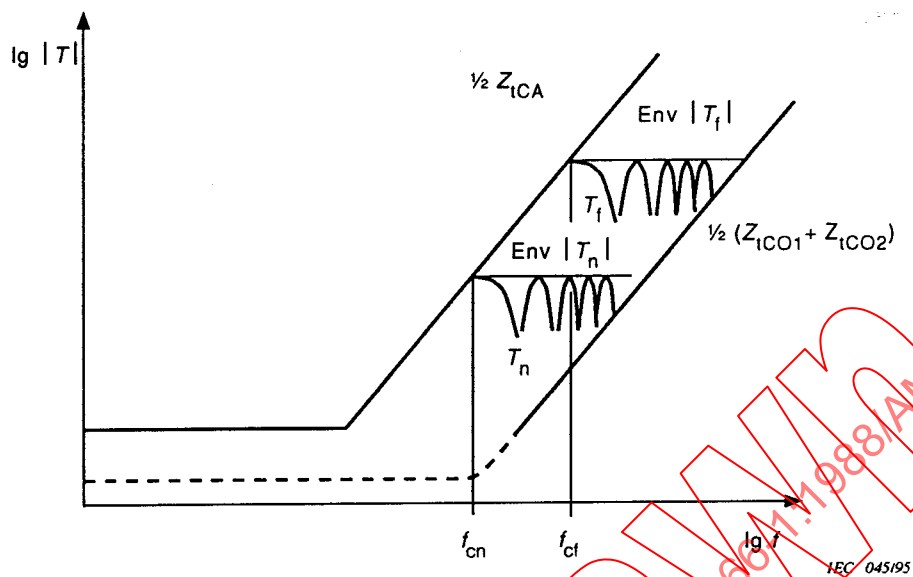


Figure D.2 – Schematic transfer functions of a coaxial cable assembly

In figure D.2, the cable is electrically long above frequency f_{cn} . The connectors are considered electrically short over the whole frequency range and the sum of their transfer impedances is assumed to be smaller than that of the cable. The transfer impedances of the joints are included in the transfer impedances of the connectors.

In spite of the fact that the cable is electrically long at higher frequencies, the transfer impedances can be added together without taking into account the phase shift of the cable.

In practice, the magnitude of the transfer impedances of the connectors and cable create difficulties in both describing and measuring the screening effectiveness of the complete cable assembly.

- If the transfer impedances of the connectors dominate, the transfer function and transfer impedance of a cable assembly will normally increase linearly with the frequency.
- If the transfer impedance of the cable dominates, the linearly increasing transfer function has a cut-off frequency f_c above which resonances occur. The cut-off frequencies for the near-end and far-end transfer functions are different as is shown in figure D.2.

When the transfer impedance of the cable dominates, the envelopes (Env) of the transfer functions are:

$$\text{Env}(|T_f|) = \frac{|Z_f \pm Z_l|}{2Z_{12} \left(1 + \frac{1}{f_{c_f}^n}\right)} \quad (\text{D.3})$$

$$\text{où } f_{c_f}^n = \frac{c}{|\sqrt{\epsilon_{r2}} + \sqrt{\epsilon_{r1}}|} / (\pi l) = v \pm / (\pi l)$$

$$\text{et } v \pm = \frac{c}{|1/v_{r2} \pm 1/v_{r1}|}$$

Il faut noter que, à la fois, l'impédance de transfert effective et l'affaiblissement d'écran dépendent de la longueur du câble.

Dans toutes les formules ci-dessus, il est clair que l'impédance de transfert du câble est toujours prédominante.

D.2 Méthode d'essai

La méthode de la ligne d'injection qui convient aux câbles coaxiaux peut être également utilisée pour mesurer l'efficacité d'écran des cordons coaxiaux.

Le montage complet pour un cordon est donné à la figure D.3 plus loin.

Pour des mesures à des fréquences au-delà de 100 MHz, le circuit d'injection a besoin de remplir les trois conditions bien définies suivantes:

- l'impédance caractéristique est constante au-delà de la longueur de la section à l'essai;
- l'impédance caractéristique est adaptée aux instruments de mesure;
- les pertes d'insertion sont faibles ou mesurables.

Pour la réalisation de la ligne d'injection, un ou plusieurs fils parallèles peuvent être utilisés, les deux extrémités de l'ensemble de ces fils étant reliées aux conducteurs centraux des câbles coaxiaux d'alimentation.

L'impédance caractéristique de la ligne d'injection doit être égale à celle des câbles d'alimentation, du générateur et de la charge.

Le montage décrit autorise la permutation du générateur et de la charge adaptée du circuit d'injection pour des mesures proches ou éloignées, de sorte qu'il n'est pas nécessaire de manipuler le cordon à mesurer.

$$\text{Env}(|T_f|) = \frac{|Z_f \pm Z_l|}{2Z_{12} \left(1 + \frac{1}{f_{c_f}^n}\right)} \quad (\text{D.3})$$

$$\text{where } f_{c_f}^n = \frac{c}{|\sqrt{\epsilon_{r2}} + \sqrt{\epsilon_{r1}}|} / (\pi l) = v \pm / (\pi l)$$

$$\text{and } v \pm = \frac{c}{|1/v_{r2} \pm 1/v_{r1}|}$$

It should be noted that both the effective transfer impedance and the screening attenuation include the effect of the cable length.

In all formulae below, it is assumed that the transfer impedance of the cable is always dominant.

D.2 Test method

The line injection method, which is satisfactory for coaxial cables, can also be used for measuring the screening effectiveness of a coaxial cable assembly.

The full circuit for a coaxial cable assembly is given in figure D.3.

For measurements at frequencies above 100 MHz, the injection circuit needs to fulfil three well-defined conditions:

- constant characteristic impedance over the length of the test section;
- characteristic impedance matched to test instruments;
- low or measurable insertion loss.

For the constructions of the injection line, one or several parallel wires can be used with both ends of all wires connected to the central conductors of the coaxial feeder cables.

The characteristic impedance of the injection line shall be equal to that of the feeder cables, the generator and the load.

With the arrangement described, the generator and matched load on the injection circuit may be exchanged to perform either near-end or far-end measurements, i.e. no manipulation is required of the cable assembly under test.

D.3 Procédure

En balayant en fréquences, on obtient l'affaiblissement entre l'entrée de la ligne d'injection et la sortie du cordon coaxial; le schéma représenté sur la figure D.3 correspond à la mesure de la fonction de transfert à l'extrémité éloignée. On obtient d'une manière analogue la fonction de transfert à l'extrémité proche en permutant le générateur du circuit d'injection et la charge adaptée.

La fonction de transfert retenue est la plus grande des deux.

On mesurera aux deux extrémités les cordons ayant une très grande atténuation dans la ligne bifilaire constituant la zone d'injection.

La fonction de transfert effective Z_{ten} du cordon sera calculée de la manière suivante:

$$Z_{ten} = 2 \max. [Env(|T_{n,f}|)] \sqrt{Z_1 Z_2} \cdot \frac{1 + \frac{f_c}{f_{cn,f}}}{1 + \frac{f\pi l}{11 v}} \quad (D.3)$$

où $|v_1 - v_2|/v_2 > 10 \%$

L'équation D.3 dépend aux fréquences élevées de la longueur du câble, car la fréquence de coupure varie avec les longueurs (l) des cordons.

Aux basses fréquences Z_{ten} se comporte comme un connecteur.

L'efficacité normalisée d'écran s'écrit comme suit:

$$a_{sn} = 20 \lg \frac{2\sqrt{150 Z_2}}{Z_{ten}} \quad (D.4)$$

$$\text{où } a_{sn} = -20 \cdot \lg \max. [Env(|T_{n,f}|)] - 20 \cdot \lg \frac{1 + \frac{f_c}{f_{cn,f}}}{1 + \frac{f\pi l}{11 v}} + 10 \cdot \lg \frac{150}{Z_1} \quad (D.5)$$

Ceci est valable à la fois aux hautes et basses fréquences.

Deux facteurs de correction sont utilisés dans a_{sn} . Le premier ramène la différence des vitesses de phase à 10 %.

Le second ramène l'impédance caractéristique du circuit extérieur à 150 Ω .

Le facteur de correction des vitesses de phase n'est utilisé que lorsque la différence est supérieure à 10 %.

D.3 Procedure

Sweeping over the frequency band required, the attenuation between the input to the injection line and the output from the coaxial cable assembly is obtained; as drawn in figure D.3, this gives the far-end transfer function. The exchange of injection circuit generator and matched load provides, similarly, the near-end transfer function.

The transfer function accepted is the greater of the two.

Cable assemblies having a considerable attenuation in the injection section shall be measured from both ends.

The effective transfer impedance Z_{ten} of the cable assembly shall be calculated from the following formula:

$$Z_{ten} = 2 \max. [Env(|T_{n,f}|)] \sqrt{Z_1 Z_2} \cdot \frac{1 + \frac{f_c}{f_{cn,f}}}{1 + \frac{f\pi l}{11 v}} \quad (D.3)$$

where $|v_1 - v_2|/v_2 > 10 \%$

Equation D.3 differs at high frequencies from the corresponding cable quantity so that it is length dependent, because the cut-off frequency differs for different lengths (l) of cable assemblies.

At low frequencies Z_{ten} behaves as a connector.

The normalized screening attenuation is then given as:

$$a_{sn} = 20 \lg \frac{2 \sqrt{150 Z_2}}{Z_{ten}} \quad (D.4)$$

$$\text{where } a_{sn} = -20 \cdot \lg \max. [Env(|T_{n,f}|)] - 20 \cdot \lg \frac{1 + \frac{f_c}{f_{cn,f}}}{1 + \frac{f\pi l}{11 v}} + 10 \cdot \lg \frac{150}{Z_1} \quad (D.5)$$

This is valid for both high and low frequencies.

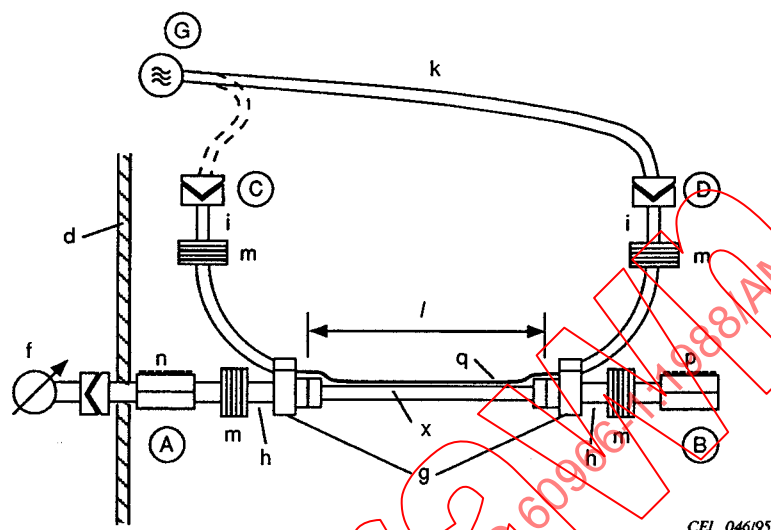
Two correction factors are used in a_{sn} . The first one brings the phase velocity difference to 10 % maximum.

The second one brings the outer system characteristic impedance to 150 Ω .

The phase velocity correction factor is used only when the difference is larger than 10 %.

D.4 Réalisation d'un montage d'essai à ligne d'injection

Pour la réalisation pratique d'un montage d'essai à ligne d'injection, il est nécessaire de décrire de manière plus détaillée que ci-dessus certaines parties. Une installation complète est décrite à la figure D.3.

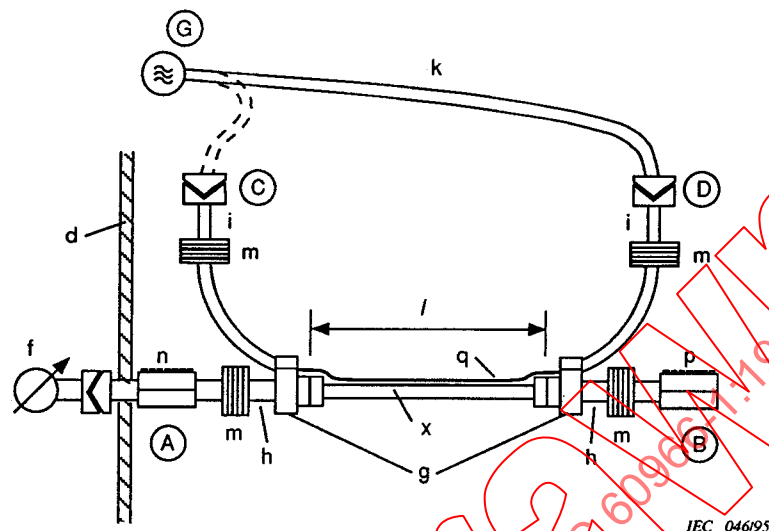


- (A) circuit d'essai du cordon extrémité éloignée relatif à l'entrée D (ou circuit extrémité proche relatif à l'entrée C)
- (B) circuit d'essai du cordon extrémité proche relatif à l'entrée D (ou extrémité éloignée relative à l'entrée C)
- (C) circuit d'injection extrémité éloignée (ou extrémité proche)
- (D) circuit d'injection extrémité proche (ou extrémité éloignée)
- x cordon à mesurer
- d paroi de la cage de Faraday avec traversée coaxiale soigneusement blindée
- (G) générateur (synthétiseur, générateur de poursuite, etc.)
- f récepteur (analyseur de spectre, analyseur de réseau, etc.)
- g raccordement aux fils d'injection
- h écran supplémentaire en laiton des câbles raccordés au cordon à mesurer
- i câbles d'alimentation du fil d'injection (à pertes faibles de longueur approximative 0,5 m chacun)
- k câble d'alimentation venant du générateur
- l longueur du cordon
- m anneaux de ferrite (longueur de chaque bloc 100 mm environ)
- n écran supplémentaire pour connexion entre cage de Faraday et cordon à mesurer
- p écran supplémentaire de la charge du cordon à mesurer
- q ligne d'injection

Figure D.3 – Installation complète pour mesurer pratiquement l'efficacité d'écran

D.4 Construction of a line injection test set-up

For the practical construction of a line injection test set-up, a few items need more detailed description than given above. A complete installation is depicted in figure D.3.



- (A) cable assembly test circuit far end relative to input at D (alternatively, near end relative to input at C)
- (B) cable assembly test circuit near end relative to input at D (alternatively, far end relative to input at C)
- (C) injection circuit far end (alternatively, near end)
- (D) injection circuit near end (alternatively, far end)
- x cable assembly under test
- d screened room wall with well-screened coaxial feed-through
- (G) generator (synthesizer, tracking generator, etc.)
- f test receiver (spectrum analyzer, network analyzer, etc.)
- g connections to injection wires
- h brass tube for additional screening of the cables fitted to the cable assembly under test
- i injection wire feeder cables (length approximately 0,5 m each, low loss)
- k feeder cable from generator
- l length of cable assembly
- m ferrite rings (length of each block approximately 100 mm)
- n additional screening for connection between screened room and cable assembly under test
- p additional screening for terminating resistance of cable assembly under test
- q injection line

Figure D.3 – Complete installation for practical screening effectiveness measurements

D.5 Précautions de mesure

Deux types de problèmes de boucle de masse peuvent se poser:

- courant primaire réduit dans le blindage du cordon à mesurer;
- courants primaires dans des parties faiblement blindées et vers les instruments.

D.5.1 Courant primaire réduit

Lorsqu'on fait des mesures à l'extrémité éloignée avec des instruments coaxiaux conventionnels, le récepteur, comme indiqué à la figure D.1, est habituellement mis à la terre en E_f . Aux basses fréquences, lorsque les effets de résistance l'emportent sur les effets d'inductance, ou lorsqu'il y a résonance dans la gamme élevée des kHz, une partie du courant d'injection peut passer directement de E_f à E_g , sans utiliser le blindage du cordon à mesurer comme chemin de retour. On peut résoudre ce problème de la manière suivante:

- en évitant si possible aux basses fréquences (principalement dans la gamme des kHz), les mesures à l'extrémité éloignée;
- en utilisant un transformateur d'isolement, soit pour le générateur, soit pour l'alimentation principale du récepteur, ou un transformateur dans l'alimentation coaxiale de la ligne d'injection. (Ces mesures sont efficaces à partir des fréquences les plus basses, mais il faut se méfier des résonances longitudinales);
- en utilisant des liaisons des données respectant l'isolement galvanique entre le générateur et le récepteur.

Aux fréquences élevées, on peut utiliser un système d'arrêt des modes sur l'alimentation coaxiale de la ligne d'injection.

D.5.2 Courants non contrôlés sur les parties à blindage peu performant

Dans les paragraphes suivants, des dispositions sont recommandées pour améliorer le blindage des différentes parties du circuit.

D.5.2.1 Courants de terre

On prendra soin d'éviter les courants de terre à basses fréquences, retournant par le circuit coaxial d'alimentation, par exemple de E_f à E_g ou de E_n à E_g (figure D.1). Ces courants passent par les parties du circuit qui ne sont pas à l'essai, et par le cadre (ou le châssis) du récepteur.

Lorsqu'on mesure des affaiblissements d'écran très élevés, on peut ne pas obtenir la sensibilité désirée. Il est alors préférable d'utiliser un transformateur d'isolement comme il est suggéré en D.5.1.

En règle générale, la somme des longueurs de câbles, entre le cordon et le récepteur, et entre le cordon et la charge, ne devrait pas dépasser la longueur du cordon lui-même.

D.5 Measurement precautions

There can be two types of earth-loop problem:

- reduced primary current in the shield of the cable assembly under test;
- primary currents through poorly screened parts of the circuit and through instruments.

D.5.1 *Reduced primary current*

When making far-end measurements with conventional coaxial instruments, the receiver as shown in figure D.1 is usually earthed at E_f . At low frequencies, where resistive effects may dominate over inductive effects or, due to resonance in the high kHz range, a part of the injection current might pass directly from E_f to E_g instead of using the screen of the cable assembly under test as its return path. This problem may be solved by:

- avoiding far-end measurements at lower frequencies (mainly in the kHz range), if possible;
- using an isolating transformer either for the generator or for the receiver mains supply or a transformer in the coaxial feed of the injection line. (These measures are effective from the lowest frequency ranges upwards, but care should be taken to limit longitudinal resonances);
- isolation in any data link between generator and receiver.

At higher frequencies, a common-mode choke may be used on the coaxial feed on the injection line.

D.5.2 *Uncontrolled currents through poorly screened parts*

In the following subclauses, measures are recommended for providing additional screening to various parts of the circuit.

D.5.2.1 *Earth currents*

Special care is required to prevent low-frequency earth currents returning through the coaxial feed circuit, for example, from E_f to E_g or E_n to E_g (figure D.1). These currents pass through parts of the circuit that are not under test and through the frame (or chassis) of the receiver.

The required sensitivity may not be obtained when measuring very high screening attenuations. It is best to use an isolating transformer as suggested in D.5.1.

As a principal rule, the sum of the lengths of the cables between the cable assembly and the receiver, and between the cable assembly and the load, should not be longer than the length of the cable assembly itself.

D.5.2.2 Ecrans de câble non homogènes dans leur circonférence

Afin de détecter les inhomogénéités circonférentielles du blindage du câble, il est important que le circuit d'injection couvre un angle de la circonférence du cordon à l'essai suffisamment grand.

Pour obtenir une impédance caractéristique convenable du circuit d'injection, compte tenu des $50\ \Omega$ habituels des appareils de mesure, on peut utiliser deux ou plusieurs fils parallèles ou une bande plate (voir figure D.4).

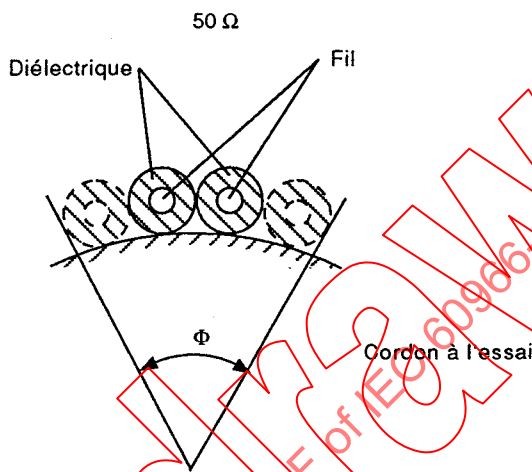


Figure D.4 – Angle de couverture du circuit d'injection

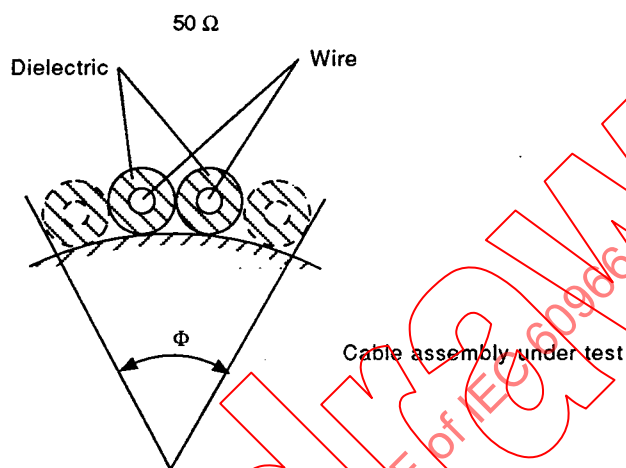
Pour une couverture suffisante de la circonférence, il est recommandé de choisir un angle de 60° à 120° . Il est d'usage courant d'effectuer des mesures espacées de 90° pour trouver le plus faible affaiblissement d'écran.

Pour des cordons de grand diamètre (par exemple plus grand que 10 mm environ), il sera peut-être nécessaire d'effectuer plus de quatre mesures pour trouver le cas le plus défavorable.

D.5.2.2 Circumferential inhomogeneities in cable screens

In order to detect circumferential inhomogeneities in cable screens, it is important that the injection circuit covers a sufficiently broad angle of the circumference of the cable assembly under test.

To obtain a suitable characteristic impedance of the injection circuit for the usual impedance of test instrumentation ($50\ \Omega$), two or more parallel wires or a flat strip may be required (see figure D.4).



IEC 047/95

Figure D.4 – Covering angle of injection circuit

For sufficient coverage of the circumference, a coverage angle of 60° to 120° should be chosen. It is common practice to take measurements 90° apart to find the poorest screening.

In the case of large cable assembly diameters (e.g. greater than approximately 10 mm in diameter), more than four measurements may be necessary to find the worst case.

Tableau A.1 – Liste de symboles

<i>Symbole</i>	<i>Signification</i>
a_s	atténuation d'écran
a_{sn}	atténuation d'écran normalisé pour un diffuseur de phase de 10 % et une impédance de la gaine d'injection de 150 Ω
c	vitesse de la lumière
f	fréquence
f	extrémité éloignée (comme indiqué)
f_c	fréquence de coupure
f_{cf}	fréquence de coupure à l'extrémité éloignée
f_{cn}	fréquence de coupure à l'extrémité proche
E_g	mise à la terre du générateur
E_f	mise à la terre de l'extrémité éloignée du cordon
E_n	mise à la terre de l'extrémité proche du cordon
ϵ_{r1}	permittivité relative de la ligne d'injection
ϵ_{r2}	permittivité relative du cordon
l	longueur du câble
n	extrémité proche (comme indiqué)
P_o	puissance d'émission
P_{2f}	puissance mesurée à l'extrémité éloignée
P_{2n}	puissance mesurée à l'extrémité proche
S_f^n	fonction de sommation
T	fonction de transfert du couplage
T_f	fonction de transfert à l'extrémité éloignée
T_n	fonction de transfert à l'extrémité proche
v	vitesse de phase
v_{r1}	vitesse de phase relative de la ligne d'injection
v_{r2}	vitesse de phase relative du cordon
Z_1	impédance caractéristique de la ligne d'injection
Z_2	impédance caractéristique du cordon
Z_{12}	$\sqrt{Z_1 Z_2}$
Z_f	impédance capacitive de couplage du cordon
Z_t	impédance de transfert du cordon
Z_{ten}	impédance de transfert effective normalisée (= max. $ Z_f + Z_t $ avec $ v_1 - v_2 / v_2 > 10 \%$)
Z_{tCA}	impédance de transfert du câble
Z_{tC01}	impédance de transfert du connecteur 1 avec montage
Z_{tC02}	impédance de transfert du connecteur 2 avec montage

Table A.1 – List of symbols

Symbol	Interpretation
a_s	screening attenuation
a_{sn}	normalized screening attenuation with 10 % phase velocity difference and 150 Ω impedance of the injection line
c	velocity of light
f	frequency
f	far end (as subscript)
f_c	cut-off frequency
f_{cf}	far-end cut-off frequency
f_{cn}	near-end cut-off frequency
E_g	earthing of generator
E_f	earthing of far end of cable assembly
E_n	earthing of near end of cable assembly
ϵ_{r1}	relative permittivity of the injection line
ϵ_{r2}	relative permittivity of the cable assembly
l	cable length
n	near end (as subscript)
P_o	sending power
P_{2f}	far-end measured power
P_{2n}	near-end measured power
S_f^n	summing function
T	coupling transfer function
T_f	far-end transfer function
T_n	near-end transfer function
v	phase velocity
v_{r1}	relative phase velocity of the injection line
v_{r2}	relative phase velocity of the cable assembly
Z_1	characteristic impedance of the injection line
Z_2	characteristic impedance of the cable assembly
Z_{12}	$\sqrt{Z_1 Z_2}$
Z_f	capacitive coupling impedance of cable assembly
Z_t	transfer impedance of cable assembly
Z_{ten}	effective normalized transfer impedance (= max. $ Z_f + Z_t $ with $ v_1 - v_2 / v_2 > 10 \%$)
Z_{tCA}	transfer impedance of the cable
Z_{tC01}	transfer impedance of connector 1 with mounting
Z_{tC02}	transfer impedance of connector 2 with mounting

Ajouter, après l'annexe F, la nouvelle annexe G suivante:

Annexe G

Procédures pour l'homologation et l'agrément de savoir-faire

G.1 Généralités

G.1.1 Objet

L'objet de cette annexe est de donner les procédures générales pour le contrôle de la qualité des cordons r.f. Elle définit les procédures pour l'homologation et l'agrément de savoir-faire.

G.1.2 Marquage et emballage des cordons (voir 6.2)

Sauf indications contraires dans la spécification particulière (DS) ou la spécification particulière client (CDS), chaque cordon doit être marqué avec autant de rubriques que la place le permet, dans l'ordre de préférence donné ci-après:

- numéro de type;
- identification du lot et/ou code et date et/ou numéro de série;
- code d'identification de l'usine;
- numéro de la spécification particulière.

Toutes ces informations doivent être portées sur l'emballage primaire des cordons de manière lisible et indélébile.

G.1.3 Normes et valeurs préférentielles

Chaque fois que cela est possible, les normes et valeurs préférentielles conformes à cette spécification générique et à la spécification intermédiaire correspondante doivent être utilisées.

G.2 Procédures d'assurance de la qualité

G.2.1 Procédures pour l'homologation

G.2.1.1 Introduction

L'homologation est appropriée lorsque les cordons sont fabriqués selon des modèles standards et habituellement en production continue.

L'homologation ne peut être accordée que pour des spécifications particulières existantes.

Les spécifications correspondantes fixent les exigences pour l'homologation des cordons (séquence d'essais, nombre d'échantillons, nombre de défauts tolérés, etc.).

Add, after appendix F, the following new appendix G:

Appendix G

Qualification approval and capability approval procedures

G.1 General

G.1.1 Object

The object of this appendix is to give general procedures for achieving a quality assessment for r.f. cable assemblies. It specifies qualification approval and capability approval procedures.

G.1.2 Marking of the cable assembly and packaging (see 6.2)

Each cable assembly shall be marked unless otherwise specified in the detail specification (DS) or customer detail specification (CDS) with as many of the following items, given in the order of preference as space permits:

- type number;
- lot identification and/or date code and/or serial number;
- factory identification code;
- detail specification number.

All this information shall be marked on the primary package of the cable assemblies. All markings shall be legible and indelible.

G.1.3 Standards and preferred values

Whenever possible, standards and preferred values according to this generic specification and the relevant sectional specification shall be used.

G.2 Quality assessment procedures

G.2.1 Procedures for qualification approval

G.2.1.1 Introduction

Qualification approval is appropriate when the cable assemblies are made to standard patterns and usually in continuous production.

Qualification approval can only be achieved for existing detail specifications.

The relevant specifications state the requirements for the qualification approval of the cable assembly (test schedule, number of specimens, number of defectives permitted, etc.).

G.2.1.2 *Comment obtenir une homologation*

Pour obtenir une homologation, les conditions suivantes doivent être remplies:

- a) certification du fabricant sur la base de son aptitude à produire et inspecter des composants conformément aux spécifications et aux règles de procédure admises, limitée à une organisation et à des installations spécifiées, vérifiée par des audits en référence au QM pratiqués par l'ONS conformément par exemple à l'ISO 9001 ou à l'ISO 9002;

NOTE - Certification en cours de validité selon l'ISO 9xxx correspondante est reconnue.

- b) réalisation avec succès des essais de qualification normalement effectués sur des pièces prises en production conformément à la spécification correspondante.

G.2.1.3 *Comment maintenir une homologation*

Pour maintenir une homologation, le fabricant doit remplir les conditions suivantes à la satisfaction de l'ONS.

- a) Les résultats des audits périodiques pratiqués par l'ONS à des intervalles non supérieurs à un an sur le QM doivent être satisfaisants.
- b) Les produits livrés doivent répondre aux prescriptions de l'assurance de la qualité.
- c) Une inspection de la production en cours est effectuée conformément aux spécifications. Les cordons de lots qui ne répondent pas aux spécifications ne sont pas autorisés à être livrés.
- d) Les résultats des contrôles périodiques selon la spécification particulière doivent être satisfaisants.

G.2.1.4 *Modifications susceptibles d'affecter une homologation*

Celles-ci doivent être traitées conformément aux prescriptions de 11.4 de la CEI QC 001002.

Le fabricant doit prévenir l'ONS de toutes modifications techniques y compris les changements de lieu de fabrication qui pourraient affecter les résultats obtenus là où l'homologation a été décernée.

L'ONS doit alors décider s'il est nécessaire de refaire tout ou partie des essais d'homologation avant que des composants soumis à cette modification ne soient livrés sous le système.

Comme partie de la surveillance, l'ONS doit s'assurer que les modifications notifiées sont effectuées.

G.2.2 *Procédures pour l'agrément de savoir-faire*

G.2.2.1 *Introduction*

Comme il est orienté sur les procédés de fabrication, l'ASF est justifié lorsque les techniques d'assemblage sont parfaitement maîtrisées et que les exigences des clients selon les différentes conceptions varient en fonction de l'utilisation finale.

L'ASF est valide pour toute spécification particulière existante ou à venir à l'intérieur des limites du savoir-faire.

G.2.1.2 *How to get qualification approval*

To get qualification approval, the following steps shall be performed:

- a) approval of the manufacturer on the basis of his ability to produce and inspect components in conformance with the specification and the agreed rules of procedure, limited to specified organization and facilities, verified by audits on QM by the NSI according for instance to ISO 9001 or ISO 9002;

NOTE – A valid approval according to the relevant ISO 9xxx is recognized.

- b) successful completion of qualification tests usually made on production items according to the relevant specification.

G.2.1.3 *How to maintain qualification approval*

To maintain a qualification approval, the manufacturer shall comply with the following conditions to the satisfaction of the NSI.

- a) The results of the periodic audits by the NSI at intervals no greater than one year on the quality manual shall be satisfactory.
- b) The delivered products shall fulfil the quality assurance requirements.
- c) An inspection of the current production is carried out in accordance with the specifications. The cable assemblies from lots which do not fulfil the specifications are not permitted to be delivered.
- d) Successful completion of periodic tests shall be according to the detail specification.

G.2.1.4 *Modifications likely to affect qualification approval*

These shall be in accordance with the requirements of 11.4 of IEC QC 001002.

The manufacturer shall report to the NSI any technical modifications, including changes of place of manufacture, which could affect the results obtained where the qualification approval is repeated.

The NSI shall then decide whether it is necessary to repeat all or some of the qualification approval tests before any components subject to the modifications are delivered under the system.

The NSI shall, as a part of its surveillance, ensure that the reporting of modifications has taken place.

G.2.2 *Procedures for capability approval*

G.2.2.1 *Introduction*

As capability approval is process orientated, it is appropriate when the cable-assembling technologies are fully controlled and the requirements of the customers with respect to design variants change to reflect final use.

Capability approval is valid for all existing and future detail specifications inside the capability limits.

Le manuel de savoir-faire établit les prescriptions pour l'agrément de savoir-faire de tout cordon dans les limites du savoir-faire.

NOTE - Si le volume total de cordons fabriqués pour une commande d'un client particulier est inférieur à la quantité requise par le CM pour une étude d'ASF, cette étude n'est pas exigée pour obtenir un ASF.

G.2.2.2 Comment obtenir un agrément de savoir-faire

Pour obtenir un agrément de savoir-faire, les conditions suivantes doivent être remplies:

a) certification du fabricant sur la base de son aptitude à produire et inspecter des composants conformément aux spécifications et aux règles de procédure admises, limitée à une organisation et à des installations spécifiées, vérifiée par des audits en référence au QM pratiqués par l'ONS conformément à l'ISO 9001 ou l'ISO 9002;

NOTE - Une certification en cours de validité selon l'ISO 9xxx correspondante est reconnue.

b) certification du fabricant sur la base de son manuel de savoir-faire par l'ONS;

c) exécution satisfaisante des essais de qualification sur les CQC spécifiés par le contrôleur conformément au CM et aux spécifications correspondantes.

G.2.2.3 Comment maintenir un agrément de savoir-faire

Pour maintenir un ASF, le fabricant doit répondre aux conditions suivantes à la satisfaction de l'ONS.

a) Il doit démontrer que les limites du savoir-faire restent valables par les essais périodiques sur les CQC conformément au CM.

b) Les résultats des audits périodiques pratiqués par l'ONS à des intervalles de temps non supérieurs à un an sur le QM doivent être satisfaisants.

c) Les produits livrés doivent répondre aux prescriptions de l'assurance de la qualité.

d) Le manuel de savoir-faire doit être mis à jour de manière continue.

e) Le registre des produits associés doit être maintenu à jour.

G.2.2.4 Procédure pour la réduction, l'extension ou la modification du savoir-faire

Lorsqu'un fabricant certifié souhaite réduire, étendre ou modifier le domaine de son savoir-faire, il est de la responsabilité du contrôleur de déterminer si la réduction, l'extension ou la modification est significative ou non.

Si la réduction, l'extension ou la modification n'est pas significative, elle doit être enregistrée par le fabricant qui peut agir sans demander l'accord de l'ONS.

Si la réduction, l'extension ou la modification est significative, le fabricant doit la notifier par avance à l'ONS.

Les résultats des essais démontrant l'effet du changement sur les produits en cause doivent être tenus à la disposition de l'ONS.

G.2.3 Contrôle de conformité de la qualité

Après qu'une homologation ou un ASF ait été obtenu, le fabricant est responsable de l'assurance qu'aucune modification technique pouvant affecter la certification ne soit introduite sur les produits sans une nouvelle qualification, et que le contrôle de conformité de la qualité prescrit par les spécifications soit mené à bien.

The capability manual states the requirements for the capability approval of all cable assemblies within the capability limits.

NOTE – When the total volume of cable assemblies being manufactured for a particular customer order is less than the quantity of assemblies to be tested for a capability study based on the manufacturer's capability manual, then the capability study is not required to obtain capability approval.

G.2.2.2 *How to get a capability approval*

To get a capability approval the following steps shall be performed:

a) approval of the manufacturer on the basis of his ability to produce and inspect components according to the specifications and the agreed rules of procedure limited to specified organization and facilities checked by audit on QM by the NSI according to ISO 9001 or ISO 9002;

NOTE – A valid approval according to the relevant ISO 9xxx is recognized.

b) approval of the manufacturer on the basis of his capability manual by NSI;

c) successful completion of qualification tests on CQC's specified by the chief inspector according to the CM and the relevant specifications.

G.2.2.3 *How to maintain a capability approval*

To maintain a capability approval, the manufacturer shall comply with following conditions to the satisfaction of the NSI.

- a) He shall give evidence that the capability limits stay valid by periodic testing of the CQC's according to the CM.
- b) The results of the periodic audits on the QM led by the NSI at intervals no greater than one year shall be satisfactory.
- c) The delivered products shall fulfil the quality assurance requirements.
- d) The capability manual shall continuously be updated.
- e) The register of the associated products shall be kept up to date.

G.2.2.4 *Procedure for reduction, extension or change of capability*

Where an approved manufacturer wishes to reduce, extend or change the domain of his capability, it is the responsibility of the chief inspector to decide whether the reduction, extension or change is significant or not.

Where the reduction, extension or change is not significant, it shall be recorded by the manufacturer who may proceed without the approval of the NSI.

Where the reduction, extension or change is significant, the manufacturer shall notify the NSI in advance.

The results of the tests carried out to demonstrate the effect of the change on the products shall be made available to the NSI.

G.2.3 *Quality conformance inspection*

After qualification approval or capability approval has been obtained, the manufacturer is responsible for ensuring that no technical changes likely to affect the approval are introduced for the products without reapproval being made and that the quality conformance inspection required by the specifications is carried out with success.

Le contrôle de conformité de la qualité est divisé en deux parties:

- a) un premier groupe d'essais qui est effectué lot par lot et qui sert à accepter les lots de production, est à sa base;
- b) un second groupe d'essais, contenant les essais les plus onéreux et les plus longs, qui est effectué sur une base périodique.

Sous système d'homologation, le programme complet des essais est donné dans la spécification particulière.

Sous agrément de savoir-faire, les essais périodiques doivent être menés sur les CQC's comme il est prescrit dans le CM.

G.2.3.1 Formation des lots d'inspection

Un lot d'inspection peut être formé d'un regroupement de plusieurs lots de production, pourvu que:

- a) les lots de production soient fabriqués essentiellement dans les mêmes conditions, sans arrêt significatif;
- b) tout les lots de production soient assemblés avec les mêmes pièces détachées.

G.2.3.2 Essais lot par lot

Les essais lot par lot sont effectués sur chaque lot d'inspection.

Généralement, les essais lot par lot couvrent les inspections visuelles et dimensionnelles et les caractéristiques principales des cordons.

G.2.3.3 Essais périodiques

Les essais périodiques sont effectués à intervalles de temps fixes, sur des prélèvements pris sur des lots qui ont déjà satisfait aux essais lot par lot ou sur des CQC dans le cas d'ASF. La périodicité et la quantité prélevée sont données dans la spécification particulière (DS).

Généralement, les essais périodiques couvrent les caractéristiques inhérentes à la structure. Ils prennent du temps et sont plutôt onéreux.

G.2.3.4 Rejet ou acceptation des lots

Ceci doit être fait conformément aux prescriptions de 12.5 de la CEI QC 001002.

Sauf indication contraire stipulée dans la spécification en vigueur, les lots doivent être acceptés ou rejetés sur la base des résultats des essais lot par lot. A chaque fois que cela est possible, la défaillance d'un échantillon soumis à l'un des essais périodiques doit entraîner le rejet du lot d'où provient cet échantillon.

G.2.3.5 Procédure en cas d'échec à un essai périodique

Ceci doit être traité conformément aux prescriptions de 12.6 de la CEI QC 001002.

The quality conformance inspection is divided into two parts:

- a) a first group of tests that is carried out lot by lot and serves to accept the individual production lots based on them;
- b) a second group of tests, containing the time-consuming and more expensive tests, carried out on a periodic basis.

Under qualification approval, the full test programme is given in the detail specification.

Under capability approval, periodic tests shall be performed on CQC's as prescribed in the CM.

G.2.3.1 *Formation of inspection lots*

An inspection lot may be formed by the aggregation of several production lots, provided that:

- a) the production lots are manufactured under essentially the same conditions, without significant interruption;
- b) all the production lots are assembled with the same piece parts.

G.2.3.2 *Lot-by-lot tests*

Lot-by-lot tests are carried out on each inspection lot.

Generally, lot-by-lot tests cover the visual and dimensional inspections and the principal characteristics of the cable assemblies.

G.2.3.3 *Periodic tests*

Periodic tests are carried out at fixed intervals on samples taken from lots which have already satisfied the lot-by-lot tests or on CQC's in the case of capability approval. The periodicity and the number of samples are given in the DS.

Generally, the periodic tests cover structural characteristics. They are time-consuming and rather expensive.

G.2.3.4 *Release or rejection of lots*

This shall be in accordance with the requirements of 12.5 of IEC QC 001002.

Unless otherwise stated in the relevant specification, the lots shall be released or rejected on the basis of the lot-by-lot tests. Whenever possible, the failure of the sample submitted to one of the periodic tests shall entail the rejection of the lot from which the sample came.

G.2.3.5 *Procedure in the event of failure in a periodic test*

This shall be in accordance with the requirements of 12.6 of IEC QC 001002.

G.3 Manuel de savoir-faire et certification

G.3.1 Responsabilités

La gestion du CM ainsi que la sélection et la définition des CQC sont sous la responsabilité du contrôleur.

Afin de s'assurer que l'organisation du fabricant, ses procédés de fabrication et ses produits sont correctement documentés, conformément aux prescriptions, dans son manuel qualité et son manuel de savoir-faire, un audit doit être conduit sous la responsabilité de l'ONS.

L'ONS doit vérifier les points suivants:

- manuel de savoir-faire;
- assurance de la qualité;
- organisation;
- maîtrise de la conception;
- contrôles de fabrication;
- maîtrise des équipements de contrôle, de mesure et d'essai;
- maîtrise des non-conformités de pièces, matériaux, produits;
- manutention, stockage et livraison;
- maîtrise des modifications;
- traçabilité.

G.3.2 Contenu du manuel de savoir-faire

G.3.2.1 Objet

Cette section doit donner la gamme des spécifications couverte par l'agrément de savoir-faire.

G.3.2.2 Liste des modifications

La validation des mises à jour du manuel de savoir-faire fait partie de la procédure d'audit.

Les révisions doivent être identifiées par un indice et la date. Lorsqu'une nouvelle révision est faite, une liste complète de toutes les modifications survenues depuis la dernière doit être faite.

G.3.2.3 Documents associés

Le manuel de savoir-faire doit faire référence à tous les documents associés mentionnés.

G.3.2.4 Etendue et limites du savoir-faire ainsi que des CQC associés (voir les tableaux G.1, G.2 et G.3)

Cette section doit identifier l'étendue du savoir-faire en termes de:

- a) connecteurs;
- b) câbles;
- c) principales techniques d'assemblage;
- d) autres pièces détachées (gainés, capuchons, armures, etc.);
- e) moyens d'essais.

Cette section doit aussi donner une liste de référence des limites du savoir-faire et des CQC choisis pour vérifier ces limites de la première étape de fabrication jusqu'au produit final.