

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 96-1

Première édition — First edition

1958

Recommandations relatives aux câbles pour fréquences radioélectriques

Première partie: Prescriptions et méthodes de mesures générales

Recommendations for Radio-frequency cables

Part I: General requirements and measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

IECNORM.COM :: Click to view the full PDF of IEC 60096-1:1958

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 96-1

Première édition — First edition

1958

Recommandations relatives aux câbles pour fréquences radioélectriques

Première partie: Prescriptions et méthodes de mesures générales

Recommendations for Radio-frequency cables

Part 1: General requirements and measuring methods



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Page
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
DOMAINE D'APPLICATION	6
OBJET	6
 1. GÉNÉRALITÉS	
1.1 Explications et définitions des termes	8
1.2 Essais d'approbation de type et essais de production	10
1.3 Construction des câbles	12
1.4 Conditions atmosphériques normales d'essai	14
 2. ESSAIS ÉLECTRIQUES	
2.1 Résistivité du (ou des) conducteurs intérieurs	14
2.2 Rigidité diélectrique de l'âme	16
2.3 Résistance d'isolement	16
2.4 Rigidité diélectrique de la gaine	16
2.5 Essai de décharge	18
2.6 Capacité et déséquilibre de capacité	20
2.7 Vitesse de propagation relative	20
2.8 Impédance caractéristique	22
2.9 Uniformité de l'impédance	22
2.10 Exposant d'affaiblissement	22
2.11 Déséquilibre de transmission	22
2.12 Efficacité d'écran	22
 3. ESSAIS CHIMIQUES	22
 4. ESSAIS CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE	
4.1 Stabilité en capacité	24
4.2 Stabilité en affaiblissement	24
4.3 Essais de stabilité thermique	26
4.3.1 Essai à haute température	26
4.3.2 Essai à basse température	28
4.4 Essai de fluage	28
4.5 Résistance aux rayons ultra-violets	30
4.6 Stabilité dimensionnelle	30
 5. MARQUAGE	
5.1 Couleur de la gaine	30
5.2 Indication de type	30
5.3 Numérotation de type	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
SCOPE	7
OBJECT	7
 1. GENERAL	
1.1 Explanations and definitions	9
1.2 Type acceptance and production tests	11
1.3 Cable construction	13
1.4 Standard atmospheric conditions for testing	15
 2. ELECTRICAL TESTS	
2.1 Resistivity of inner conductor(s)	15
2.2 Dielectric strength of core	17
2.3 Insulation resistance	17
2.4 Dielectric strength of sheath	17
2.5 Discharge test	19
2.6 Capacitance and capacitance unbalance	21
2.7 Velocity ratio	21
2.8 Characteristic impedance	23
2.9 Uniformity of impedance	23
2.10 Attenuation constant	23
2.11 Transmission unbalance	23
2.12 Screening efficiency	23
 3. CHEMICAL TESTS	23
 4. CLIMATIC AND MECHANICAL ROBUSTNESS TESTS	
4.1 Capacitance stability	25
4.2 Attenuation stability	25
4.3 Thermal stability tests	27
4.3.1 High temperature test	27
4.3.2 Low temperature test	29
4.4 Flow test	29
4.5 Resistance to ultra-violet rays	31
4.6 Dimensional stability	31
 5. MARKING	
5.1 Colour of the sheath	31
5.2 Type indication	31
5.3 Type number	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX
CÂBLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

PREMIÈRE PARTIE

PRESCRIPTIONS ET MÉTHODES DE MESURES GÉNÉRALES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

Le Sous-Comité 40-2: Lignes de transmission pour fréquences radioélectriques et leurs accessoires est responsable de la préparation de ces Recommandations.

La publication comprendra éventuellement les parties suivantes:

Première partie — Prescriptions et méthodes de mesures générales.

Appendice: Informations sur les méthodes de mesures additionnelles.

Deuxième partie — Spécification particulières de câbles.

Ces spécifications donneront pour chaque type de câble l'incidence des essais ainsi que les prescriptions à observer.

Le présent fascicule ne contient que la première partie: Prescriptions et méthodes de mesures générales.

L'appendice à la première partie et la deuxième partie seront édités ultérieurement.

La publication fut discutée dans ses grandes lignes lors de la réunion de Lugano, en avril 1954, et à Philadelphie, en septembre 1954. Un nouveau projet relatif à la première partie fut ensuite établi et discuté en détail à Londres, en juillet 1955. Au cours de cette réunion, le projet fut accepté pour être soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois.

Aucun vote défavorable ne fut reçu, mais quelques pays présentèrent des observations qui furent examinées à Munich, en juillet 1956. Quelques amendements adoptés au cours de cette réunion furent soumis à tous les Comités nationaux pour approbation selon la Procédure des Deux Mois.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication de la première partie des Recommandations:

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Danemark	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Italie	

Au cours de la réunion de Munich, il fut décidé d'entreprendre le plus rapidement possible la préparation des spécifications particulières de câbles, qui formeront la deuxième partie des Recommandations.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR RADIO-FREQUENCY CABLES

PART I

GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS

FOREWORD

- (1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- (2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- (3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- (4) The desirability is recognised of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

These Recommendations were prepared by Sub-Committee 40-2: R.F. Transmission lines and their accessories.

The complete Recommendations will comprise the following parts:

Part I — General requirements and measuring methods.

Appendix to Part I: Information about additional measuring methods.

Part II — Relevant cable specifications.

These specifications will give for each type of cables the test incidence as well as the requirements to be fulfilled.

The present Publication contains only Part I, General requirements and measuring methods.

The Appendix to Part I, and Part II will be issued later.

The general outline of the Recommendations was first discussed during the meeting in Lugano in April 1954 and at Philadelphia in September 1954. A new draft of Part I was prepared which was given full consideration in London in July 1955 and during that meeting the draft was accepted for submission to National Committees for approval under the Six Months' Rule.

No unfavourable votes were received but some countries had submitted comments which were considered at Munich in July 1956. A few amendments which were adopted during that meeting were circulated to all National Committees under the Two Months' Procedure.

The following countries voted explicitly in favour of publication of Part I.

Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	United Kingdom
Germany	United States of America
Italy	

During the Munich meeting it was decided to undertake as soon as possible the preparation of the relevant cable specifications which will form the second part of these Recommendations.

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX CABLES POUR FRÉQUENCES RADIOÉLECTRIQUES

PREMIÈRE PARTIE

PRESCRIPTIONS ET MÉTHODES DE MESURES GÉNÉRALES

Cette publication devra être utilisée conjointement avec la publication N° 68 de la C.E.I.: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées.

Pour les valeurs des impédances caractéristiques et des dimensions normalisées, voir la publication N° 78 de la C.E.I.

DOMAINE D'APPLICATION

Ces recommandations se rapportent aux câbles coaxiaux flexibles, ou semi-flexibles, ainsi qu'aux conducteurs du type jumelé (ou en paires) pour fréquences radioélectriques destinés à être utilisés dans les équipements de radio-communication, et dans les systèmes électroniques utilisant des techniques similaires. Le diélectrique de ces câbles peut être du type massif, aéré ou semi-aéré et réalisé avec un diélectrique constitué par une résine thermoplastique polymérisée, à faibles pertes, un mélange thermodurcissable ou une matière minérale.

OBJET

Ces recommandations ont pour objet d'établir des conditions uniformes d'appréciation des propriétés électriques, climatiques et mécaniques des câbles utilisés aux fréquences radioélectriques et de décrire des méthodes d'essais.

Nota. — La composition et les caractéristiques de chaque type de câble seront prescrites dans la deuxième Partie de ces recommandations.

RECOMMENDATIONS FOR RADIO-FREQUENCY CABLES

PART I

GENERAL REQUIREMENTS AND MEASURING METHODS

This Publication shall be used in conjunction with I.E.C. Publication No. 68: Basic Climatic and Mechanical Robustness Testing Procedure for Components.

For standard characteristic impedances and dimensions, see I.E.C. Publication No. 78.

SCOPE

These Recommendations relate to flexible or semi-flexible radio-frequency cables of coaxial or twin conductor types designed for use in radio-communication equipment and in electronic devices employing similar techniques. The dielectric may be of solid, air-spaced, or semi-airspaced types, consisting of a thermoplastic of low-loss polymeric resin or of a thermosetting compound, or of a mineral material.

OBJECT

To establish uniform requirements for judging the electrical, climatic and mechanical properties of radio-frequency cables and to describe test methods.

Note. — Part II of these Recommendations will lay down the construction and characteristics for each type of cable.

1. GÉNÉRALITÉS

1.1 Explications et définitions

1.1.1 Explication des termes descriptifs

1.1.1.1 Câbles à diélectrique massif

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels tout l'espace compris entre le ou les conducteurs intérieurs et le conducteur extérieur (ou l'écran) est substantiellement rempli par un diélectrique massif. Le diélectrique peut être homogène ou composite, c'est-à-dire constitué de deux ou plusieurs couches adhérentes de propriétés différentes.

1.1.1.2 Câbles aérés

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels le diélectrique est l'air, excepté pour quelques portions occupées par des espaceurs d'isolation, disposés sur le conducteur intérieur à intervalles réguliers, ou de rubans et/ou de fils appliqués en hélice. Une des caractéristiques de ce type de câble est qu'en dehors des espaceurs il est possible de passer du ou des conducteurs intérieurs au conducteur extérieur (ou écran), sans traverser une couche de diélectrique massif.

1.1.1.3 Câbles semi-aérés

Ce terme est appliqué aux câbles dans lesquels le mode d'isolation est intermédiaire entre l'isolation aérée et l'isolation massive et diffère de la précédente en ce qu'il est impossible de passer du ou des conducteurs intérieurs au conducteur extérieur ou à l'écran sans passer à travers au moins une couche de diélectrique massif.

1.1.1.4 Conducteurs des câbles pour fréquences radioélectriques

Les conducteurs intérieurs et extérieurs des câbles pour fréquences radioélectriques sont ceux qui connectés à la source de fréquence radioélectrique, ont essentiellement pour but la transmission effective d'un signal. Un écran est un recouvrement conducteur appliqué autour du câble dans le but de réduire le champ électromagnétique extérieur du câble dû aux courants traversant le ou les conducteurs intérieurs. Lorsque ce recouvrement est séparé du conducteur extérieur (s'il en existe un) par un matériau isolant il est dénommé « écran isolé ». Il devra être rappelé que le conducteur extérieur d'un câble coaxial possède, de lui-même, les propriétés d'un écran.

1.1.1.5 Vitesse de propagation relative

La vitesse de propagation relative est définie comme le rapport de la vitesse de propagation dans le câble à la vitesse de propagation dans l'espace libre.

Nota. — Pour la valeur de la vitesse de propagation dans l'espace libre on prendra : 299 778 km/s.

1.1.1.6 Affaiblissement

L'affaiblissement par unité de longueur est défini comme le décrement logarithmique de la puissance transmise. L'affaiblissement est exprimé en décibels par mètre et il sera donné à une température du câble de 20°C.

1. GENERAL

1.1 Explanations and definitions

1.1.1 Explanations of descriptive terms

1.1.1.1 *Cables with solid dielectric*

This term is applied to cables in which all the space between the inner conductor(s) and the outer conductor (or screens) is substantially filled by solid dielectric. The dielectric may be either homogeneous or composite, the latter comprising two or more concentric adhering layers having different properties.

1.1.1.2 *Air-spaced cables*

This term is applied to cables in which the dielectric is air except for that portion occupied by insulating spacers assembled on the inner conductor at regular intervals or helically applied tapes and/or threads. It is characteristic of this type of cable that, outside the spacers, it is possible to pass from the inner conductor(s) to the outer conductor (or screen) without passing through a layer of solid dielectric.

1.1.1.3 *Semi-air-spaced cables*

This term is applied to cables in which the dielectric is intermediate between that of air-spaced cables and of cables with solid dielectric and which differ from the preceding in that it is impossible to pass from the inner conductor(s) to the outer conductor (or screen) without passing through at least one layer of solid dielectric.

1.1.1.4 *Conductors of r.f. cables*

The inner and outer conductors of an r.f. cable are those conductors which have to be connected to the radio-frequency source and which are essential for the effective transmission of a signal. A screen is a conductive covering applied around the cable for the purpose of reducing the electromagnetic field outside the cable due to currents flowing in the inner conductor or conductors. Where this covering is separated from the outer conductor (if present) by an insulating material it is called an "insulated screen". It should be recognized that the outer conductor of a coaxial cable has inherent screening properties.

1.1.1.5 *Velocity ratio*

The velocity ratio is defined as the ratio of the velocity of propagation in the cable to the velocity of propagation in free space.

Note. — The velocity of propagation in free space can be taken as 299 778 km/s.

1.1.1.6 *Attenuation*

Attenuation per unit of length is defined as the logarithmic decrement in transmitted power. The attenuation shall be expressed in decibels per metre and it shall be given at a cable temperature of 20°C.

1.1.1.7 Puissance nominale

La puissance nominale d'un câble pour fréquences radioélectriques à chaque fréquence déterminée peut être considérée comme la puissance pouvant être appliquée d'une façon permanente à l'entrée du câble, quand il est terminé sur son impédance caractéristique, à une température ambiante de 40°C et pour laquelle le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur ne sera pas dépassé. Le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur dépend de la plus haute température permise pour le matériau d'isolation et il doit être en accord avec les indications données ci-dessous:

Matériau d'isolation	Maximum de température du conducteur intérieur
Polyéthylène	85°C
Polytétrafluoroéthylène	200°C

Nota 1. — D'autres puissances nominales sont applicables pour des valeurs de la température ambiante différant de 40°C et pour des conditions spéciales. Elles doivent être indiquées par le constructeur sur demande du client.

Nota 2. — Pour les matériaux isolants non mentionnés dans cette clause, le maximum de température admissible pour le conducteur intérieur doit être donné dans la spécification particulière du câble considéré.

Nota 3. — Pour les câbles destinés à travailler à des températures plus élevées, la température maximum d'utilisation devra être indiquée dans la spécification particulière du câble considéré.

1.1.2 Définition des paramètres techniques

1.1.2.1 Angle de tressage

L'angle de tressage est défini par:

$$\Theta = \arctan \frac{\pi D}{L}$$

D = diamètre moyen de la tresse (= diamètre sur diélectrique + $2 d_w$).

d_w = diamètre du fil de tresse ou épaisseur du ruban de tresse.

L = pas de la tresse.

1.1.2.2 Facteur de recouvrement

Le facteur de recouvrement est défini par:

$$\frac{mw}{2 \pi D} \left(1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}} \text{ qui peut s'exprimer par } \frac{mw}{2L \sin \Theta}$$

Pour une tresse en ruban: w = largeur du ruban

Pour une tresse en fils: $w = n d_w$

Avec D = diamètre moyen de la tresse (= diamètre sur diélectrique + $2 d_w$)

d_w = diamètre du fil de tresse ou épaisseur du ruban

L = pas de la tresse, égal à $\frac{m}{2P}$ (P = points par unité de longueur)

m = nombre total de fuseaux

n = nombre de brins de fils par fuseau.

1.2 Essais d'approbation de type et essais de production

Les essais d'approbation de type sont ceux qui sont faits pour déterminer si un type de câble tient les performances requises de la spécification particulière.

Les essais de production sont ceux qui sont à exécuter par le fabricant sur le câble, avant sa livraison, pour s'assurer que les propriétés principales du câble sont conservées.

1.1.1.7 Power rating

The power rating of an r.f. cable at any specified frequency shall be considered as the input power which may be handled continuously by the cable when terminated by its characteristic impedance, at an ambient temperature of 40°C, whereby the maximum temperature of the inner conductor shall not be exceeded. The maximum temperature of the inner conductor depends upon the highest allowable temperature of the insulating material and it shall be in accordance with the figures given below:

<i>Insulating material</i>	<i>Maximum temperature of inner conductor</i>
Polyethylene	85°C
Polytetrafluorethylene	200°C

Note 1. — Other power ratings are applicable for ambient temperatures other than 40°C and special conditions. These shall be supplied by the manufacturer upon request of the customer.

Note 2. — For insulating materials not mentioned in this clause the maximum temperature of the inner conductor shall be given in the relevant cable specification.

Note 3. — For cables which are suitable for higher operating temperatures, the maximum operating temperature shall be given in the relevant cable specification.

1.1.2 Definitions of engineering parameters

1.1.2.1 Braid angle

The braid angle is defined as:

$$\Theta = \arctan \frac{\pi D}{L}$$

D = mean diameter of braid (= diameter over dielectric + $2 d_w$)

d_w = diameter of braid wire, or thickness of braid tape

L = lay of braid.

1.1.2.2 Filling factor

The filling factor is defined as:

$$\frac{m w}{2 \pi D} \left(1 + \frac{\pi^2 D^2}{L^2} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ which can be expressed as } \frac{m w}{2 L \sin \Theta}$$

For tape braids: w = width of tape

For wire braids: $w = n d_w$

Where D = mean diameter of braid (= diameter over dielectric + $2 d_w$)

d_w = diameter of braid wire or thickness of braid tape

L = lay of braid, equal to $\frac{m}{2P}$ (P = picks per unit length).

m = total number of spindles

n = number of ends of wire per spindle.

1.2 Type acceptance and production tests

Type acceptance tests are those tests which are made in order to determine whether or not a cable meets the performance requirements of the applicable cable specification.

Production tests are those tests to be made by the manufacturer on cables prior to delivery in order to ensure that the basic properties of the cable are maintained.

Les essais à exécuter comme essais d'approbation de type et de production seront spécifiés dans la spécification particulière du câble considéré.

Sur demande du client, le fabricant devra fournir un procès-verbal d'essais donnant les résultats des essais applicables, mentionnés dans la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Lorsque le client exigera à la livraison la répétition de certains essais, ceux-ci devront faire l'objet d'un accord particulier entre l'acheteur et le fabricant.

1.3 Construction des câbles

1.3.1 Généralités

La construction des câbles doit être en accord avec les détails et les dimensions dans la spécification particulière du câble considéré.

1.3.2 Conducteurs intérieurs

La construction et le matériau du ou des conducteurs intérieurs devront être ceux spécifiés dans la spécification particulière du câble considéré.

Chaque conducteur intérieur devra être constitué par un fil ou un tube, ou par un toron (concentrique ou tordu), une tresse ou une enveloppe de fils ou de rubans, comme indiqué dans la spécification particulière du câble considéré.

Lorsque le ou les conducteurs intérieurs sont constitués par un fil unique ils ne devront pas être raccordés dans leur fabrication postérieurement à la dernière opération de tréfilage.

Les « raccords » dans les brins individuels des conducteurs intérieurs en cuivre toronnés doivent être brasés ou soudés à l'argent, en utilisant un flux non acide, de telle manière que le diamètre du toron ne soit pas augmenté et il ne devra pas y avoir d'aspérités ou de bavures.

Aucune soudure sur un brin individuel ne devra être à moins de 0,3 mètre d'une soudure d'un autre brin individuel.

Dans les cas particuliers de câbles de grande longueur ayant leurs conducteurs intérieurs constitués par de gros fils ou par des tubes, le raccord du conducteur intérieur devra faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

Excepté dans le cas de câbles à isolation minérale, les échantillons de fil de tube, ou de ruban de cuivre, prélevés sur le câble terminé, ne devront pas montrer de décoloration substantielle. Si les conducteurs sont étamés, ils devront être débarrassés de tout flux décapant et matières de nettoyage.

1.3.3 Diélectrique

Le type de diélectrique requis pour chaque câble est indiqué dans les spécifications particulières du câble considéré. Le diamètre sur diélectrique et l'épaisseur du diélectrique devront être conformes à la spécification particulière du câble considéré.

1.3.4 Conducteur extérieur ou écran

Le conducteur extérieur ou l'écran doit être d'un des types suivants ou d'une combinaison de ceux-ci :

- a) Une tresse de cuivre recuit nu, étamé ou argenté. Les raccords dans les fils ou les rubans de tresse devront être soudés, tordus ou serrés ensemble et il ne devra y avoir aucun raccord de la tresse complète. La tresse devra être uniformément appliquée. L'angle de la tresse et le facteur de recouvrement de celle-ci seront déterminés dans les spécifications particulières du câble considéré.
- b) Des fils ou rubans de cuivre seront appliqués autour du noyau pour former un écran fermé, avec ou sans frettes d'acier.
- c) Un tube serré, étanche aux gaz, de matériau conducteur convenable.

The tests to be carried out for type acceptance and production tests will be specified in the relevant cable specification.

On demand of the customer the manufacturer shall supply test reports giving the results of applicable tests mentioned in the relevant cable specification.

Note. — When the customer requires certain tests to be repeated upon delivery, this shall be the subject of a special agreement between customer and manufacturer.

1.3 Cable construction

1.3.1 General

The cable construction shall be in accordance with the details and the dimensions given in the relevant cable specification.

1.3.2 Inner conductor or conductors

The construction and material of the inner conductor or conductors shall be as specified in the relevant cable specification.

Each inner conductor shall consist of a wire or tube, or of stranded (concentric or bunched), braided, or lapped wires or tapes, as specified in the relevant cable specification.

Where the inner conductor or conductors consist of a single wire, there shall be no joint in the wire made subsequent to the last drawing operation.

Joints in the individual strands of stranded copper inner conductors shall be brazed or silver soldered using a non-acid flux, in such a manner that the strand diameter shall not be increased and there shall be no lumps or sharp projections.

No joint in an individual strand shall be within approximately 0.3 metre of a joint in any other individual strand.

In special cases where cables having large single wire or tube inner conductors are required in long lengths, the jointing of the inner conductor shall be agreed between manufacturer and customer.

Except in the case of mineral insulated cables, samples of copper wire or tube removed from the finished cable shall show no substantial discolouration. If conductors are tinned, they shall be free from flux and cleaning material.

1.3.3 Dielectric

The type of dielectric required for each cable is indicated in the relevant cable specification. The diameter over dielectric and the thickness of the dielectric shall be as specified in the relevant cable specification.

1.3.4 Outer conductor or screen

The outer conductor or screen shall be one of the following types or any combination of them:

- (a) A braid of plain, tinned or silvered annealed copper wire or tape. Joints in the braiding wires or tapes shall be soldered, twisted or woven-in and there shall be no joint in the complete braid. The braid shall be evenly applied. The braid angle and the filling factor shall be specified in the relevant cable specification.
- (b) Copper wires or tape(s) formed round the core as a continuous and closed screen, with or without a steel binder.
- (c) A gas-tight tube of suitable conducting material.

- d) Une couche de métal ou d'un film métallisé, appliquée avec un recouvrement approximatif de 25 %, et recouverte avec une tresse de cuivre (comme en *a*) appliquée autour de ce film.

Excepté dans les cas de câbles à isolation minérale, les échantillons de fils, de tubes ou de rubans de cuivre, prélevés sur le câble terminé, ne devront pas montrer de décoloration substantielle. Les conducteurs devront être débarrassés de tout flux décapant et matières de nettoyage.

1.3.5 Protection extérieure

Lorsque ceci est prévu dans les spécifications particulières du câble considéré, un recouvrement ultérieur doit être appliqué pour protéger le conducteur extérieur ou l'écran des détériorations mécaniques ou de la corrosion. Il doit être d'un des types suivants ou d'une combinaison de ceux-ci :

- a) Gaine plastique. La gaine ne devra pas présenter de perforations, craquelures, soufflures et autres défauts et aura un fini lisse. Un léger marquage de la tresse est admissible. Lorsque la spécification l'indiquera, une tresse de protection ou un ruban sera appliqué sur la gaine plastique.

Le diamètre extérieur de la gaine et l'épaisseur de la gaine devront être conformes à la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Lorsque le terme p.v.c. est utilisé il se rapporte à des mélanges plastifiés de chlorure de polyvinyle ou de copolymères de chlorure de vinyle et d'acétates de vinyle.

- b) Une tresse de verre vernie avec ou sans ruban d'étanchéité.
- c) Un revêtement ou une autre protection constitué suivant la spécification particulière du câble considéré.
- d) Une armure constituée suivant la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — Les prescriptions requises pour l'armure des câbles sont en étude.

1.4 Conditions atmosphériques normales d'essai

Sauf prescriptions contraires, tous les essais seront exécutés dans les conditions spécifiées par la publication N° 68 de la C.E.I. : Essais fondamentaux climatiques et essais de robustesse mécanique des pièces détachées.

Avant que les mesures ne soient faites, les câbles devront être stockés à la température de mesure, pendant un temps suffisant pour permettre au câble entier d'atteindre cette température. Quand les mesures sont exécutées à une autre température que la température normale, le résultat devra être corrigé pour être ramené à la température normale.

Nota. — Lorsqu'il est impossible d'exécuter les essais sous les conditions atmosphériques normales d'essai, une note, à ce sujet, relatant les conditions dans lesquelles ils ont été faits, sera ajoutée au procès-verbal des essais.

2. ESSAIS ÉLECTRIQUES

2.1 Résistivité du ou des conducteurs intérieurs

Les conducteurs en cuivre devront être étirés dans du cuivre dont la résistivité devra être conforme aux exigences de la publication N° 28 de la C.E.I. : Spécification internationale d'un cuivre-type recuit.

Nota. — Pour les matériaux autres que le cuivre, la résistivité de ceux-ci devra être conforme aux exigences de la spécification particulière du câble considéré.

- (d) A layer of metal or metallized film applied with an approximate overlap of 25%, covered with a copper braid (as in (a) above) woven over the film.

Except in the case of mineral insulated cables, samples of copper wire, tapes or tube removed from the finished cable shall show no substantial discolouration. Conductors shall be free from flux and cleaning material.

1.3.5 Outer protection

When specified in the relevant cable specification, a further covering shall be applied to protect the outer conductor or screen from mechanical damage or corrosion. It shall be one of the following types or any combination of them:

- (a) Plastic sheath (Jacket). The sheath shall be free from pin holes, cracks, blisters and other defects and shall have an even finish. A slight external braid pattern is permissible. Where specified, a protective braid or tape shall be applied over or under the plastic sheath.

The diameter over sheath and the thickness of the sheath shall be as specified in the relevant cable specification.

Note. — Where the term p.v.c. is used it denotes a plasticised compound of polyvinylchloride, or vinylchloride-vinylacetate copolymers.

- (b) Varnished glass braid with or without waterproof tapes.
- (c) A serving or any other protection as specified in the relevant cable specification.
- (d) An armouring as specified in the relevant cable specification.

Note. — Requirements for armouring are under consideration.

1.4 Standard atmospheric conditions for testing

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out under the conditions specified in I.E.C. Publication No. 68: Basic climatic and mechanical robustness testing procedure for components.

Before the measurements are made, the cables shall be stored at the measuring temperature for a time sufficient to allow the entire cable to reach this temperature. When measurements are made at a temperature other than the standard temperature the result shall, where necessary, be corrected to the standard temperature.

Note. — Where it is impracticable to carry out tests under the standard atmospheric conditions for testing, a note to this effect, stating the actual conditions of tests shall be added to the test report.

2. ELECTRICAL TESTS

2.1 Resistivity of inner conductor(s)

Copper conductors shall be drawn from copper the resistivity of which shall be in accordance with I.E.C. Publication No. 28: International Standards of Resistance for Copper.

Note. — For materials other than copper the resistivity shall be in accordance with the requirements of the relevant cable specification.

2.2 Rigidité diélectrique de l'âme

Le diélectrique entre conducteurs intérieurs et entre le conducteur intérieur et le conducteur extérieur ou l'écran du câble, doit résister, sans rupture, pendant une minute, à une tension alternative d'une valeur qui est indiquée dans les spécifications particulières du câble considéré. La fréquence doit être comprise entre 40 Hz et 60 Hz et la forme de l'onde devra être sinusoïdale.

Le taux d'accroissement de la tension d'essai ne doit pas dépasser 2 kV/s. Les câbles en paires, sans écran, doivent être immergés pendant une heure dans l'eau (eau de ville), à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. La tension devra être appliquée entre chaque conducteur successivement et l'eau, l'autre conducteur étant connecté à l'eau.

Pour les câbles en paires sous écran, la tension devra être appliquée successivement entre chaque conducteur et l'autre relié à l'écran.

Pour des câbles avec écran isolé la tension d'essai prévue dans la spécification particulière du câble considéré sera appliquée entre cet écran et le conducteur extérieur.

2.3 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement entre les conducteurs intérieurs et entre chaque conducteur intérieur et le conducteur extérieur ou l'écran devra être mesurée après une électrification de 1 minute $\pm$ 5 secondes, sous une tension continue de $500\text{ V} \pm 50\text{ V}$.

2.4 Rigidité diélectrique de la gaine

Dans cette clause sont incluses deux méthodes d'essai différentes. Ces deux méthodes étant considérées comme équivalentes, une seule d'entre elles doit être appliquée.

2.4.1 Essai par immersion

Le câble devra être immergé dans l'eau à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ pendant une heure.

A la fin de cette période, une tension d'essai alternative de la valeur indiquée par le tableau I devra être appliquée pendant une durée supérieure à 1 minute, mais n'excédant pas 2 minutes, entre le conducteur extérieur ou l'écran et l'eau.

La fréquence de la tension d'essai devra être comprise entre 40 Hz et 60 Hz.

Tableau I

Epaisseur nominale de la gaine en mm	Tension d'essai en kV efficaces
Jusqu'à 0,5 inclus	pas d'essai
au-dessus de 0,5 jusqu'à 0,8 inclus	2
au-dessus de 0,8 jusqu'à 1,0 inclus	3
au-dessus de 1,0	5

2.4.2 Essai d'étincelles

Pour cet essai une des électrodes doit être en contact intime avec la surface du câble et doit être constituée, de préférence, par des chaînes à mailles fines.

La tension d'essai devra être appliquée entre cette électrode et le conducteur extérieur ou l'écran.

2.4.2.1 La vitesse avec laquelle le câble passe à travers l'électrode devra être telle que chaque point du câble soit en contact avec l'électrode pendant une durée d'au moins 0,1 seconde.

Le détecteur doit être aménagé de telle sorte que l'indication d'un défaut subsiste, même après la sortie de l'électrode.

2.2 Dielectric strength of core

The dielectric between inner conductors and between inner conductor or conductors and outer conductor or screen of the cable shall withstand without breakdown for 1 minute an alternating voltage, the value of which is specified in the relevant cable specification.

The frequency shall be between 40 Hz and 60 Hz and the waveform shall be sinusoidal.

The rate of increase of the test voltage shall not exceed 2 kV/s. Unscreened twin cables shall be immersed for 1 hour in water (tapwater) at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. The voltage shall be applied between each conductor in turn and the water, the other conductor being connected to the water.

For screened twin cables the voltage shall be applied between conductors with the screen connected to either conductor in turn.

For cables having an insulated screen, a test voltage as specified in the relevant cable specification shall be applied between this screen and the outer conductor.

2.3 Insulation resistance

The insulation resistance between the inner conductors and between each inner conductor and the outer conductor or screen shall be measured after an electrification of 1 minute $\pm$ 5 seconds, with a direct voltage of 500 V $\pm$ 50 V.

2.4 Dielectric strength of sheath

In this clause two different test methods are included. Both methods are assumed to be equivalent, either one of them shall be applied.

2.4.1 Test by immersion

The cable shall be immersed in water (tapwater) at a temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ for out a period of 1 hour.

At the end of this period an alternating test voltage as specified in Table I shall be applied for a period of not less than 1 minute and not more than 2 minutes between the conductor or screen and the water.

The frequency of the test voltage shall be between 40 Hz and 60 Hz.

Table I

Nominal thickness of the sheath in mm	Test voltage in kV r.m.s.
Up to and including 0.5	no test
from 0.5 up to and including 0.8	2
from 0.8 up to and including 1.0	3
over 1.0	5

2.4.2 Spark test

For this test an electrode shall make intimate contact with the surface of the cable and shall preferably consist of a fine link chain.

The test voltage shall be applied between this electrode and the outer conductor or screen.

2.4.2.1 The speed at which the cable passes through the electrode shall be such that every point is in contact with the electrode for not less than 0.1 second.

The detector shall be arranged so as to maintain its indication after the fault has passed out of the electrode.

2.4.2.2 La sensibilité minimum de l'appareil à essai d'étincelles doit être telle que le détecteur fonctionne quand un défaut artificiel, créé par un éclateur en série avec une capacité est connecté entre l'électrode et la terre.

Le potentiel de l'électrode doit être de 6 000 V efficaces et la capacité de 350 pF.

L'éclateur doit être constitué par une plaque métallique se déplaçant devant une pointe d'aiguille en 0,02 seconde et la distance entre ces deux électrodes durant ce temps doit être de 5 mm.

2.4.2.3 La tension d'essai doit avoir la valeur indiquée dans le tableau II et sa fréquence devra être comprise entre 40 Hz et 60 Hz.

Tableau II

Epaisseur nominale de la gaine en mm	Tension d'essai en kV efficaces
Jusqu'à 0,5 inclus	pas d'essai
au-dessus de 0,5 jusqu'à 0,8 inclus	3
au-dessus de 0,8 jusqu'à 1,0 inclus	5
au-dessus de 1,0	8

2.5 Essai de décharge (Essai de couronne)

2.5.1 Un échantillon d'essai d'une longueur approximative de 1 mètre, non comprises les extrémités dénudées, est prélevé et terminé de telle manière que les autres décharges ne puissent se produire aux extrémités ou dans une autre partie du circuit de mesure.

2.5.2 La tension appliquée doit avoir une fréquence comprise entre 40 Hz et 60 Hz et doit être accrue graduellement jusqu'à ce qu'une décharge apparaisse. En règle générale, pour déterminer la « tension d'extinction », la tension d'essai devra être diminuée progressivement jusqu'à ce qu'aucune décharge n'apparaisse plus et l'on notera alors la valeur de la tension mesurée à ce moment.

Elle ne doit pas être inférieure à la valeur indiquée dans la spécification particulière du câble considéré. La durée totale d'application de la tension sur le câble ne doit pas excéder 5 minutes.

2.5.3 Le circuit de mesure pour cet essai doit être le suivant, ou un circuit similaire donnant les mêmes résultats:

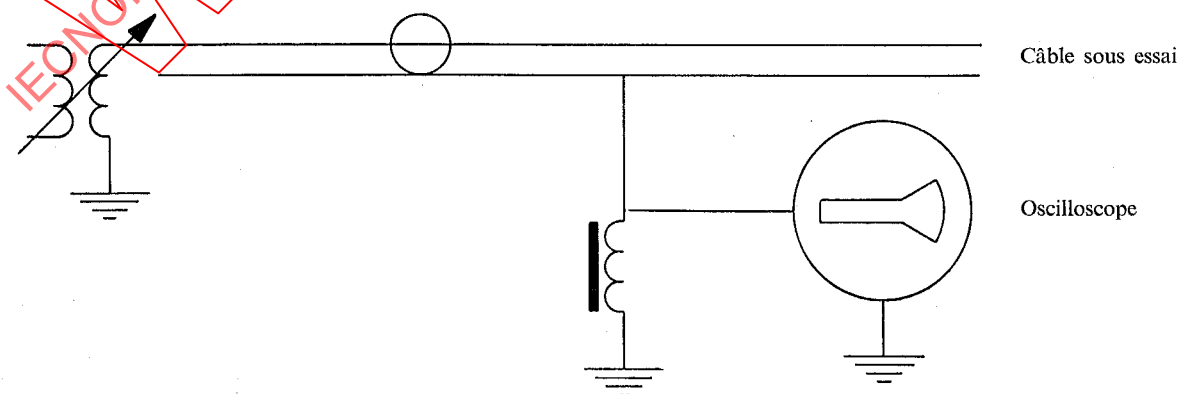


Fig. 1

- 2.4.2.2 The minimum sensitivity of the spark testing apparatus shall be such that the detector will operate when an artificial fault device, consisting of a spark gap in series with a capacitor, is connected between the electrode and earth.

The electrode potential shall be 6 000 V r.m.s. and the capacitance of the series capacitor shall be 350 pF.

The spark gap shall consist of a flat metal plate moving past a needle point in 0.02 second and the distance between them during this time shall be 5 mm.

- 2.4.2.3 The test voltage shall have a value as specified in Table II and its frequency shall be between 40 Hz and 60 Hz.

Table II

Nominal thickness of the sheath in mm	Test voltage in kV r.m.s.
Up to and including 0.5	no test
from 0.5 up to and including 0.8	3
from 0.8 up to and including 1.0	5
over 1.0	8

2.5 Discharge test (Corona test)

- 2.5.1 A test piece shall be taken with a length of approximately 1 metre exclusive of bared ends, terminated in such a manner that discharges do not occur at the end or in any part of the measuring circuit.

- 2.5.2 The voltage to be applied shall have a frequency between 40 Hz and 60 Hz and it shall be increased gradually until discharge occurs. In order to determine the "extinction voltage" the test voltage shall be decreased gradually until no discharge occurs and the value of the voltage shall then be noted.

This shall be not less than the value specified in the relevant cable specification. The total duration of the application of the voltage to the cable shall not exceed 5 minutes.

- 2.5.3 The measuring circuit for this test shall be the following or a similar circuit giving the same results.

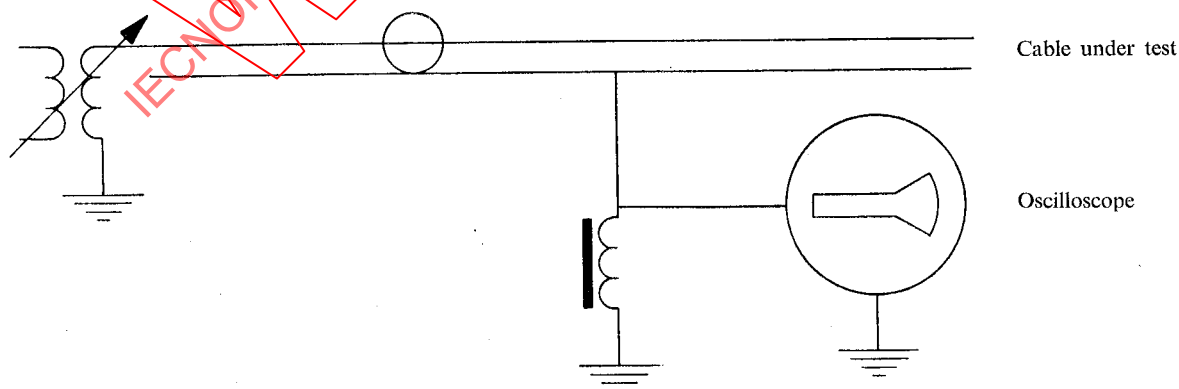


Fig. 1

La fréquence de résonance parallèle du circuit formé par l'inductance de la bobine de blocage et toute la capacité du circuit (telle que celle du câble par rapport à la terre, la capacité d'entrée de l'oscilloscope, celle des fils de connexion par rapport à la terre, etc.) doit être comprise entre 0,1 MHz et 1 MHz et pour cette fréquence l'impédance du circuit, mesurée aux bornes d'entrée de l'oscilloscope, ne doit pas être inférieure à 0,1 mégohm.

La résistance en courant continu de la bobine de blocage doit être suffisamment faible pour que la mesure ne soit pas influencée par le signal de 40 Hz à 60 Hz, au maximum de sensibilité de l'oscilloscope.

L'oscilloscope doit avoir une sensibilité telle que dans la gamme de fréquences jusqu'à 1 MHz, une tension de couronne de 50 μ V puisse être clairement distinguée et son impédance d'entrée ne doit pas être inférieure à 1 mégohm.

Nota. — Une méthode additionnelle pour l'essai de décharge sera indiquée dans l'annexe à cette publication.

2.6 Capacité et déséquilibre de capacité

2.6.1 Capacité

2.6.1.1 Câbles coaxiaux et câbles en paires sans écran

La capacité par unité de longueur de coaxial et de paire sans écran doit être mesurée avec une précision de $\pm 1\%$ sur une longueur de câble fini, d'au moins cent fois le diamètre sur diélectrique, à une fréquence comprise entre 500 Hz et 1 MHz. La capacité doit être comptée en picofarads par mètre.

2.6.1.2 Câbles en paires sous écran

Pour les paires sous écran la capacité mutuelle (C) entre les deux conducteurs intérieurs doit être mesurée par une méthode directe ou déterminée par la formule :

$$C = \frac{2(C_a + C_b) - C_c}{4}$$

où C_a = capacité par unité de longueur entre le conducteur A et le conducteur B relié à l'écran;

C_b = capacité par unité de longueur entre le conducteur B et le conducteur A relié à l'écran;

C_c = capacité par unité de longueur entre les conducteurs A et B réunis entre eux et l'écran.

La mesure de cette capacité doit être effectuée en accord avec l'article 2.6.1.1.

2.6.2 Déséquilibre de capacité relatif

Le déséquilibre de capacité d'une paire sous écran (C_u) est défini par :

$$C_u = \frac{400(C_a - C_b)}{2(C_a + C_b) - C_c} \%$$

où C_a , C_b et C_c ont la même signification que dans l'article 2.6.1.2.

Il sera déterminé par :

- les mesures de capacité indiquées dans l'article 2.6.1.2, ou
- une méthode directe.

2.7 Vitesse de propagation relative

La vitesse de propagation relative doit être déterminée avec une précision de $\pm 0,5\%$ à une fréquence d'environ 200 MHz, ou à toute autre fréquence requise par la spécification particulière du câble considéré.

Nota. — La vitesse de propagation ne varie pas sensiblement avec la fréquence. En général quand 200 MHz est spécifiée les fréquences comprises dans la gamme de 100 MHz à 400 MHz peuvent être utilisées.

The frequency of parallel resonance for the circuit formed by the inductance of the choke coil, and all capacitance (such as cable capacitance to earth, input capacitance of cathode-ray tube, capacitance of connecting wires to earth, etc.) shall be between 0.1 MHz and 1 MHz and at this frequency the impedance of the circuit measured from the input terminals of the oscilloscope shall be not less than 0.1 megohm.

The resistance of the choke coil shall be sufficiently low so as to avoid interference from the 40 Hz to 60 Hz signal at maximum sensitivity of the cathode-ray tube.

The oscilloscope shall have such a sensitivity at the frequency range up to 1 MHz that corona voltages of 50 μ V can be clearly distinguished and its input impedance shall be not less than 1 megohm.

Note. — An additional test method for the discharge test, at present under consideration, will be included in the appendix to this Publication.

2.6 Capacitance and capacitance unbalance

2.6.1 Capacitance

2.6.1.1 Coaxial and unscreened twin cables

The capacitance per unit length of coaxial and unscreened twin cables shall be measured with an accuracy of $\pm 1\%$ on a length of finished cable at least 100 times the diameter over dielectric at a frequency between 500 Hz and 1 MHz. The capacitance shall be reported in picofarads per metre.

2.6.1.2 Screened twin cables

For screened twin cables the capacitance (C) between the two inner conductors shall be measured by a direct method or be determined by the following formula:

$$C = \frac{2(C_a + C_b) - C_c}{4}$$

Where C_a = capacitance per unit length between conductor A, and conductor B connected to the screen;

C_b = capacitance per unit length between conductor B, and conductor A connected to the screen;

C_c = capacitance per unit length between conductors A and B connected together, and the screen.

The measurement of the capacitance shall be carried out in accordance with Clause 2.6.1.1.

2.6.2 Capacitance unbalance

The capacitance unbalance of screened twin cables (C_u) is defined as:

$$C_u = \frac{400(C_a - C_b)}{2(C_a + C_b) - C_c} \%$$

where C_a , C_b and C_c have the same significance as in Clause 2.6.1.2.

This shall be determined by:

- (a) the capacitance measurements specified in Clause 2.6.1.2 or
- (b) a direct method.

2.7 Velocity ratio

The velocity ratio shall be determined with an accuracy of $\pm 0.5\%$ at a frequency of approximately 200 MHz or at other frequencies when required by the relevant cable specification.

Note. — The velocity ratio is not very sensitive to frequency. In general, when 200 MHz is specified, frequencies in the range of 100 MHz to 400 MHz can be used.

2.8 Impédance caractéristique

- 2.8.1 L'impédance caractéristique doit être déterminée à une fréquence d'environ 200 MHz ou à toute autre fréquence, lorsque la spécification particulière du câble considéré le demande.

Les mesures doivent être effectuées en utilisant la méthode spécifiée dans l'article 2.8.2 ou bien par toute autre méthode permettant une précision de $\pm 2\%$.

Nota. — Lorsqu'une précision meilleure est demandée, elle doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fabricant.

- 2.8.2 Lorsqu'il est établi que la permittivité du diélectrique ne change pas avec la fréquence, l'impédance caractéristique doit être calculée à partir de la vitesse de propagation relative, mesurée suivant l'article 2.7 et la capacité mesurée suivant l'article 2.6.

L'impédance caractéristique sera calculée d'après la formule:

$$Z_m = \frac{1}{v_r c C} \text{ ohms}$$

dans laquelle v_r = vitesse de propagation relative,

c = vitesse de propagation dans l'espace libre en km/s,

C = capacité en F/m.

Nota 1. — L'impédance mesurée par la méthode ci-dessus est « l'impédance caractéristique moyenne Z_m » de la longueur de câble mesurée. Elle est définie comme la moyenne arithmétique des impédances caractéristiques élémentaires de la longueur de câble mesurée.

Nota 2. — « L'impédance caractéristique effective Z_e » à une fréquence particulière est une fonction des variations des impédances caractéristiques élémentaires et leurs distances respectives. Aux fréquences élevées la valeur de cette impédance peut différer considérablement de la valeur de l'impédance moyenne. Les différences entre ces valeurs sont mesurées par les méthodes indiquées à l'article 2.9: Uniformité de l'impédance.

Nota 3. — A titre d'information, quelques méthodes appropriées de mesure de l'impédance caractéristique sont données dans l'annexe à ce document.

2.9 Uniformité de l'impédance

Le but de cet essai est de déterminer les variations de l'impédance caractéristique effective, Z_e , dans une bande de fréquence déterminée.

Méthode d'essai: à l'étude.

2.10 Exposant d'affaiblissement

L'exposant d'affaiblissement doit être déterminé par une méthode appropriée permettant une précision de $\pm 5\%$ (de la valeur de l'affaiblissement en dB) et à une fréquence de 200 MHz et/ou 3 000 MHz, comme indiqué dans les spécifications particulières du câble considéré. Une méthode appropriée pour chacune de ces fréquences est donnée dans l'annexe à ce document.

2.11 Déséquilibre de transmission

A l'étude.

2.12 Efficacité d'écran

A l'étude.

3. ESSAIS CHIMIQUES

Lorsque les conditions particulières concernant la résistance à l'huile, à l'eau salée, à l'immersion dans l'essence, sont applicables, elles doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le constructeur.

2.8 Characteristic impedance

- 2.8.1 The characteristic impedance shall be determined at approximately 200 MHz, or at other frequencies when required by the relevant cable specification.

The measurement shall be carried out by using the method specified in Clause 2.8.2 or by using another method providing an accuracy of $\pm 2\%$.

Note. — Where closer accuracies for the measurements are required, they shall be agreed upon between purchaser and manufacturer.

- 2.8.2 Where it is known that the permittivity of the dielectric does not change with frequency the characteristic impedance shall be calculated from the velocity ratio measured in accordance with Clause 2.7 and the capacitance measured in accordance with Clause 2.6. The characteristic impedance shall be calculated from:

$$Z_m = \frac{1}{v_r c C} \text{ ohms}$$

where v_r = velocity ratio, and

c = velocity of propagation in free space in km/s,

C capacitance in F/m

Note 1. — The above method measures the “mean characteristic impedance, Z_m ”, of the measured length of cable. This is defined as the arithmetical mean of the local characteristic impedances along the length of that cable.

Note 2. — The “effective characteristic impedance, Z_e ”, at any frequency is a function of the variations of the local characteristic impedance and also of the spacing of the variations. At high frequencies this impedance may differ considerably from the mean characteristic impedance. These differences are measured by the methods of Clause 2.9: Uniformity of impedance.

Note 3. — For guidance some suitable methods for measuring characteristic impedances will be given in the Appendix.

2.9 Uniformity of impedance

The object of this test is to determine the variation of effective characteristic impedance, Z_e , through a specified frequency band.

Test method: Under consideration.

2.10 Attenuation constant

The attenuation constant shall be determined by a suitable method providing an accuracy of $\pm 5\%$ (on the value of attenuation in dB) and at a frequency of 200 MHz and/or 3 000 MHz as specified in the relevant cable specification. Suitable methods for each of these frequencies will be given in the Appendix.

2.11 Transmission unbalance

Under consideration.

2.12 Screening efficiency

Under consideration.

3. CHEMICAL TESTS

When special requirements concerning resistance to oil, salt water, gasoline immersion are applicable, they shall be agreed upon between customer and manufacturer.

4. ESSAIS CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

4.1 Stabilité en capacité

L'objet de cet essai est de déterminer, pour certains câbles du type semi-aéré, la stabilité de la capacité du câble, lorsque l'on fait varier la température de celui-ci.

Cet essai tient compte:

- a) des variations irréversibles dues au fluage du diélectrique et de l'extension du conducteur extérieur.
- b) des variations réversibles dues à la dilatation ou la contraction et des variations cycliques dans les propriétés électriques du diélectrique.

Cet essai doit être exécuté conformément à l'essai N de la publication N° 68 de la C.E.I.

4.1.1 La capacité d'une longueur de 15 mètres de câble doit être mesurée dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

4.1.2 Le câble doit alors être soumis trois fois au cycle suivant:

- 4 à 8 heures à haute température,
- 4 à 24 heures à température normale,
- 4 à 8 heures à basse température
- 4 à 24 heures à température normale

Les valeurs de ces températures doivent être indiquées dans les spécifications particulières des câbles considérés. La durée de séjour à haute et basse température devra être suffisante pour que la stabilité de la température de l'échantillon soit atteinte.

4.1.3 Après chacune de ces périodes et pendant que le câble est encore à la température voulue, des mesures de capacité devront être exécutées. La variation de capacité, durant et après l'essai, ne doit pas excéder les limites imposées dans la spécification particulière du câble considéré.

4.2 Stabilité en affaiblissement

L'objet de cet essai est de déterminer la stabilité de l'affaiblissement lorsque la température du câble est modifiée.

Cet essai tient compte:

- a) des variations irréversibles dues au fluage du diélectrique et de l'extension du conducteur extérieur;
- b) des effets de la corrosion sur les résistances de contact entre les différents éléments du conducteur extérieur.

Cet essai doit être exécuté conformément à l'essai N de la publication N° 68 de la C.E.I.

4.2.1 L'affaiblissement d'un échantillon de câble doit être mesuré dans les conditions atmosphériques normales d'essai.

4.2.2 Le câble doit alors être soumis trois fois au cycle suivant:

- 4 heures à haute température,
- 4 heures à température normale,
- 4 heures à basse température,
- 4 heures à température normale.

La valeur de ces températures doit être indiquée dans la spécification particulière du câble considéré.

4.2.3 A la fin du dernier cycle, l'affaiblissement sera mesuré. Le câble devra alors être enroulé et déroulé 20 fois autour d'un mandrin ayant un diamètre égal à 10 fois le diamètre nominal extérieur du câble, et l'affaiblissement devra être à nouveau mesuré. Les variations par rapport à la valeur mesurée, avant cet essai, ne devront pas excéder les valeurs indiquées dans la spécification particulière du câble considéré.

4. CLIMATIC AND MECHANICAL ROBUSTNESS TESTS

4.1 Capacitance stability

The purpose of this test is to determine for certain semi-air-spaced cables the stability of capacitance when the temperature of the cable is varied.

This test takes into account:

- (a) irreversible changes due to plastic flow of the dielectric and stretching of the outer conductor;
- (b) reversible changes due to thermal expansion or contraction, and cyclic variations in the electrical properties of the dielectric.

This test shall be carried out in accordance with Test N of I.E.C. Publication No. 68.

4.1.1 The capacitance of a 15 metre length of the cable shall be measured at standard atmospheric conditions for testing.

4.1.2 The cable shall then be subjected three times to the following cycle:

- 4 to 8 hours at high temperature,
- 4 to 24 hours at standard temperature,
- 4 to 8 hours at low temperature,
- 4 to 24 hours at standard temperature.

The low and high temperatures shall be specified in the relevant cable specification. The period of exposure to high or low temperature shall be long enough for the sample to reach a steady temperature.

4.1.3 Capacitance measurements shall be made after each step at the respective temperature. The capacitance change during and after the test shall not exceed the limits specified in the relevant cable specification.

4.2 Attenuation stability

The purpose of this test is to determine the stability of attenuation when the temperature of the cable is varied.

This takes into account:

- (a) irreversible changes due to plastic flow of the dielectric and stretching of the outer conductor;
- (b) the effects of corrosion on the contact resistance between parts of the outer conductor.

This test shall be carried out in accordance with the Test N of I.E.C. Publication No. 68.

4.2.1 The attenuation of a cable sample shall be measured at standard atmospheric conditions for testing.

4.2.2 The cable shall then be subjected three times to the following cycle:

- 4 hours at high temperature,
- 4 hours at standard temperature,
- 4 hours at low temperature,
- 4 hours at standard temperature.

The low and high temperatures shall be specified in the relevant cable specification.

4.2.3 At the end of the last cycle the attenuation shall be measured. The cable shall then be wrapped and unwrapped 20 times around a mandrel whose diameter is 10 times the nominal outside diameter of the cable and the attenuation shall again be measured. The deviations from the attenuation measured before the test shall not exceed the value specified in the relevant cable specification.

4.3 Essais de stabilité thermique

Le but de ces essais est de déterminer dans quelle mesure les propriétés électriques et mécaniques des câbles sont influencées par l'exposition de ceux-ci aux températures extrêmes.

Comme les exigences peuvent varier avec le type de câble, la spécification particulière de chaque câble prescrira, ou non, que:

- a) La mesure de l'affaiblissement avant et après l'essai à haute température est applicable.
Cette mesure a pour but de connaître l'influence de la température sur les propriétés électriques.
- b) Les essais à haute et à basse température sont exécutés sur le même échantillon, qui sera tout d'abord soumis à l'essai à haute température, puis laissé à refroidir dans les conditions normales d'essai, et finalement soumis à l'essai à basse température.

Si les mesures d'affaiblissement mentionnées au paragraphe a) ne sont pas prescrites, le but de ces essais est d'évaluer seulement l'importance des dommages mécaniques subis par les matériaux constituant le diélectrique et la gaine.

4.3.1 Essai à haute température

Cet essai doit être exécuté conformément à l'essai de la publication N° 68 de la C.E.I.

4.3.1.1 Échantillons soumis aux essais

Les échantillons à soumettre aux essais seront prélevés sur des câbles complets et devront avoir les longueurs suivantes:

- a) Quand les essais à haute et à basse température seront exécutés sur des échantillons séparés: au moins 75 fois le diamètre extérieur des câbles.
- b) Quand les essais à haute et à basse température sont exécutés sur le même échantillon: au moins 150 fois le diamètre extérieur du câble, lorsque ce diamètre est inférieur à 12,7 mm, et 120 fois le diamètre extérieur du câble, lorsque ce diamètre est égal ou supérieur à 12,7 mm.
- c) Lorsque la mesure de l'affaiblissement est prescrite par la spécification particulière du câble considéré après l'essai à haute température, un échantillon additionnel pourra être soumis à cet essai et sa longueur devra être choisie de façon à permettre la mesure de l'affaiblissement avec une précision suffisante. Pendant l'exposition à haute température, l'échantillon ne devra pas être courbé à un diamètre inférieur à 30 fois le diamètre nominal extérieur du câble.

4.3.1.2 Mesures avant les essais

Lorsque la spécification indique une limite de l'accroissement de l'affaiblissement après l'exposition à haute température, l'affaiblissement de l'échantillon doit être mesuré à une fréquence de 3 000 MHz avant l'exposition à haute température.

4.3.1.3 Durée d'exposition et température des essais

Les échantillons seront soumis à cet essai pendant une durée de 7 jours à la température de:

- 100°C $\pm$ 2°C pour les câbles avec diélectrique en polyéthylène,
- 200°C $\pm$ 5°C pour les câbles avec diélectrique en polytétrafluoroéthylène.

4.3.1.4 Reprise

A la fin de la période spécifiée les échantillons seront enlevés de la chambre et mis à refroidir pendant une heure sous les conditions atmosphériques normales d'essai.