RAPPORT TECHNIQUE
TECHNICAL REPORT

CEI
IEC
1141

Première édition
First edition
1992-03

Fréquence limite supérieure des connecteurs coaxiaux r.f.

Upper frequency limit of r.f. coaxial connectors

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright – all rights reserved

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

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

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

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE S

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

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 4

INTRODUCTION 6

Articles

1 Domaine d'application 8

2 Technique de la mesure en transmission 8

3 Technique de mesure automatique en réflexion 24

4 Résumé des mesures 40

Annexe A – Bibliographie 42

CONTENTS

Page

FOREWORD 5

INTRODUCTION 7

Clause

1 Scope 9

2 Transmission measurement technique 9

3 Automatic reflection measurement technique 25

4 Measurement summary 41

Annex A – Bibliography 43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FRÉQUENCE LIMITE SUPÉRIEURE DES CONNECTEURS COAXIAUX R.F.

AVANT-PROPOS

1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 l'unification internationale, la CEI exprime le voeu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

Le présent Rapport technique été établi par le Sous-Comité 46D: Connecteurs pour câbles pour fréquences radioélectriques, du Comité d'Etudes n° 46 de la CEI: Câbles, fils, guides d'ondes, connecteurs et accessoires pour communications et signalisation.

Le Secrétaire du SC 46D/GT 5 présente ses remerciements aux PTT suisses, Division Recherche et Développement des Télécommunications, à Berne (Suisse) ainsi qu'à Hewlett Packard, Division Mesures des Réseaux, à Santa Rosa (Californie) pour le temps et l'effort consacrés à la mesure des différents types de paires de connecteurs coaxiaux pour obtenir les courbes des fréquences de résonance présentées dans ce rapport.

Le texte du présent rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
46D(BC)138	46D(BC)156

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

Ce rapport est un Rapport technique du type 3, qui est entièrement de caractère informatif.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

UPPER FREQUENCY LIMIT OF R.F. COAXIAL CONNECTORS

FOREWORD

1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.

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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This Technical Report has been prepared by Sub-Committee 46D: Connectors for r.f. cables, of IEC Technical Committee No. 46: Cables, wires, waveguides, r.f. connectors, and accessories for communication and signalling.

The Secretary of SC 46D/WG 5 wishes to thank both the Swiss PTT Telecommunications Research and Development Division (Bern, Switzerland) and the Hewlett Packard Network Measurement Division (Santa Rosa, California) for the time and effort spent in setting up and measuring the different types of coaxial connector pairs to obtain the resonant frequency plots presented in this report.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
46D(CO)138	46D(CO)156

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

This report is a Technical Report of type 3 that is entirely informative in nature.

Annex A is for information only.

INTRODUCTION

Les connecteurs coaxiaux sont utilisés en grande quantité. Avec l'évolution des connecteurs coaxiaux et des lignes à air vers des fréquences plus élevées, les dimensions géométriques des connecteurs sont choisies de façon à empêcher la propagation de modes d'ordre supérieur. En principe l'énergie électromagnétique peut se propager dans les lignes coaxiales dans le mode TEM (*transverse electromagnetic*) à toute fréquence. Des modes d'ordre plus élevés peuvent être excités dans la ligne en plus du mode fondamental TEM du fait de discontinuité des dimensions géométriques, de la présence de supports diélectriques, de leur épaisseur, de leur constante diélectrique, ainsi que des variations de l'impédance caractéristique. Il a été jugé commode de spécifier la limite supérieure en fréquence d'une ligne coaxiale à air donnée comme étant la fréquence calculée pour laquelle le mode immédiatement supérieur au mode TEM (TE_{11})* se propage dans la ligne coaxiale à air. La présence de supports diélectriques peut provoquer l'excitation du mode TE_{11} en dessous de cette fréquence. L'influence des supports diélectriques sur la résonance des modes d'ordre supérieur dans une ligne coaxiale à air a été décrite (voir les références bibliographiques [1] à [4]**). Un modèle de résonateur qui donne une description théorique des conditions de résonance a été développé (voir la référence bibliographique [5]).

Des mesures directes des résonances du mode d'ordre supérieur dans les supports diélectriques des lignes coaxiales à air sont nécessaires pour estimer la fréquence limite supérieure des connecteurs coaxiaux r.f. L'expérience montre qu'avec des supports diélectriques parfaitement symétriques, les modes d'ordre supérieur ne sont pas systématiquement générés même si les conditions sont réunies. Pour exciter les modes d'ordre supérieur, il convient d'utiliser une vis radiale à pénétration réglable qui crée une dissymétrie perturbant le champ à proximité du support diélectrique ou de la section symétrique à étudier. Etant donné les tolérances mécaniques des supports diélectriques, certains risquent de présenter des écarts par rapport à la symétrie parfaite, il est donc prudent de mesurer plusieurs spécimens afin d'obtenir des résultats corrects et précis.

Dans ce Rapport technique, deux techniques de mesure de la fréquence d'apparition du premier mode d'ordre supérieur dans les connecteurs coaxiaux r.f. et les supports diélectriques sont décrites. La première méthode est une technique de mesure en transmission qui, au moyen d'un simple banc de mesure coaxial, permet de mesurer des résonances des modes d'ordre supérieur par la mesure des pertes en transmission dans une gamme de fréquence choisie convenablement autour de la fréquence de résonance des modes d'ordre supérieur de la ligne à air coaxiale. La seconde méthode est une technique de mesure en réflexion utilisant un analyseur automatique de réseau (ANA) pour déterminer les résonances des modes d'ordre supérieur, engendrées par le support diélectrique du connecteur et les contacts sur le conducteur central.

---

* TE_{11}: *transverse electric.*

** Les chiffres entre crochets se rapportent à l'annexe A (Bibliographie).

INTRODUCTION

Coaxial connectors are used in large numbers. With the extension of coaxial connectors and air lines to higher frequencies, the geometric dimensions of connectors are selected in such a manner to preclude the propagation of higher order modes. In principle, electromagnetic energy may be propagated in coaxial lines in the TEM (transverse electromagnetic) mode at any frequency. Higher order modes may be excited in the line besides the fundamental TEM mode with changes in geometric dimensions, addition of support beads, thickness of the beads and their dielectric constant along with changes in characteristic impedance. It has been common practice to specify the upper frequency limit for a given coaxial air line as the calculated frequency at which the next higher mode above the TEM mode (TE_{11})* would propagate in a coaxial air line. With the addition of dielectric bead supports, the TE_{11} mode can be excited below this frequency. Higher mode resonance effects of dielectric beads in coaxial air lines have been described (see references [1] to [4]**). A resonator model has been derived which gives a theoretical description of resonance conditions (see reference [5]).

Direct measurements of higher mode resonances in bead supported coaxial air lines are necessary to estimate the upper frequency limit of r.f. coaxial connectors. Experience shows that with dielectric bead supports having perfect symmetry, higher order modes are not readily generated even if existing conditions are such as to allow them. In order to excite the higher order modes, it is convenient to use a radial screw with adjustable penetration near the bead support or the symmetrical section under investigation as the asymmetrical device for distorting the field. Taking into account that a certain number of identical beads lie within a range of mechanical tolerances which may result in deviations from perfect symmetry, it is prudent to measure several specimens for correct and accurate results.

In this Technical Report, two measurement techniques are presented that determine the first higher possible mode of r.f. coaxial connectors and connector beads. The first method is a transmission measurement technique that enables the measurement of higher modes of coaxial connectors to be made with a simple coaxial test set-up by measuring the transmission loss over a convenient frequency range around the resonant higher modes generated in the coaxial air lines of interest. The second method is a reflection measurement technique that uses an automatic network analyzer (ANA) for determining the higher order mode resonances associated with connector beads and center conductor contacts.

---

* TE_{11}: transverse electric.

** The numbers in square brackets refer to annex A (Bibliography).

FRÉQUENCE LIMITE SUPÉRIEURE DES CONNECTEURS COAXIAUX R.F.

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique comporte deux méthodes de mesure pour déterminer la fréquence d'apparition du premier mode non TEM des supports diélectriques des connecteurs r.f., des connecteurs et des paires de connecteurs.

L'une des méthodes est une technique de mesure en transmission et l'autre méthode est une technique de mesure automatisée en réflexion.

Les deux techniques ont été utilisées pour déterminer les résonances de différents connecteurs coaxiaux. Des résultats sont donnés pour ces deux techniques.

Ce rapport donne les courbes de fréquence de résonance des connecteurs coaxiaux: 7 mm, 3,5 mm, 2,9 mm, 2,4 mm, 2,0 mm, SMA et type N, ainsi que des références à des articles sur le sujet.

UPPER FREQUENCY LIMIT OF R.F. COAXIAL CONNECTORS

1 Scope

This Technical Report presents two measurement methods for determining the first possible higher order mode (non TEM) of r.f. connector beads, connectors and pairs of connectors.

One method is a transmission measurement technique and the other is an automated reflection measurement technique.

Both techniques were used to determine the resonances of different coaxial connectors. Results from both techniques are included.

This report gives resonant frequency plots for 7 mm, 3,5 mm, 2,9 mm, 2,4 mm, 2,0 mm, SMA and type N coaxial connectors, plus references to applicable articles.