

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60510-3-2

Première édition
First edition
1980-01

**Méthodes de mesure pour les équipements
radioélectriques utilisés dans les stations
terriennes de télécommunication par satellites**

**Troisième partie: Méthodes de mesure applicables
aux combinaisons de sous-ensembles**

Section deux – Mesure du facteur de qualité (G/T)
du système de réception dans la gamme de 4 GHz
à 6 GHz

**Methods of measurements for radio equipment
used in satellite earth stations**

**Part 3: Methods of measurement for
combinations of sub-systems**

Section Two – Measurement of the figure of merit (G/T)
of the receiving system in the 4 GHz to 6 GHz range



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60510-3-2: 1980

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE

CEI
IEC

INTERNATIONAL
STANDARD

60510-3-2

Première édition
First edition
1980-01

**Méthodes de mesure pour les équipements
radioélectriques utilisés dans les stations
terriennes de télécommunication par satellites**

**Troisième partie: Méthodes de mesure applicables
aux combinaisons de sous-ensembles**

Section deux – Mesure du facteur de qualité (G/T)
du système de réception dans la gamme de 4 GHz
à 6 GHz

**Methods of measurements for radio equipment
used in satellite earth stations**

**Part 3: Methods of measurement for
combinations of sub-systems**

Section Two – Measurement of the figure of merit (G/T)
of the receiving system in the 4 GHz to 6 GHz range

© IEC 1980 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 photo-
copie 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
SECTION DEUX — MESURE DU FACTEUR DE QUALITÉ (G/T) DU SYSTÈME DE RÉCEPTION DANS LA GAMME DE 4 GHz à 6 GHz	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Définitions	6
2.1 Facteur de qualité (G/T)	6
2.2 Radiosource stellaire	6
2.3 Atmosphère normalisée	8
3. Considérations générales	8
4. Mesure de G/T utilisant des radiosources stellaires étalonnées	8
4.1 Expression analytique de G/T en fonction du facteur Y	8
4.2 Choix de la radiosource	12
4.3 Technique de pointage	14
4.4 Méthode de mesure	14
4.5 Analyse de l'erreur	16
4.6 Présentation des résultats	18
4.7 Détails à spécifier	18
5. Détermination de G/T par la méthode indirecte	18
6. Références	18
ANNEXE A — Caractéristiques des principales radiosources stellaires	20
FIGURES	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION TWO — MEASUREMENT OF THE FIGURE OF MERIT (G/T) OF THE RECEIVING SYSTEM IN THE 4 GHz TO 6 GHz RANGE

Clause	
1. Scope	7
2. Definitions	7
2.1 Figure of merit (G/T)	7
2.2 Radio star	7
2.3 Standard atmosphere	9
3. General considerations	9
4. Measurements of G/T using calibrated radio stars	9
4.1 Analytical expression of G/T as a function of Y -factor	9
4.2 Choice of the radio star	13
4.3 Pointing technique	15
4.4 Method of measurement	15
4.5 Error analysis	17
4.6 Presentation of results	19
4.7 Details to be specified	19
5. Determination of G/T by the indirect method	19
6. References	19
APPENDIX A — Characteristics of the principal radio stars	21
FIGURES	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS
RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES
DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES**

**Troisième partie: Méthodes de mesure applicables aux combinaisons
de sous-ensembles**

**Section Deux — Mesure du facteur de qualité (G/T)
du système de réception dans la gamme de 4 GHz à 6 GHz**

PRÉAMBULE

- 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 vœu 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.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 12E: Systèmes pour hyperfréquences, du Comité d'Etudes N° 12 de la CEI: Radiocommunications.

Un projet pour cette section deux fut discuté lors de la réunion tenue à Berlin en 1973. A la suite de cette réunion, le document 12E(Bureau Central)24 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1975.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	France	Roumanie
Allemagne	Italie	Royaume-Uni
Belgique	Japon	Suède
Canada	Pays-Bas	Suisse
Danemark	Pologne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique		

A la suite de quoi, un autre document, 12E(Bureau Central)57, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en juillet 1977. Les modifications proposées se trouvent dans les paragraphes 4.2 et 4.5.

Les Comités nationaux des pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Canada	Pologne
Allemagne	Danemark	Royaume-Uni
Australie	Egypte	Suède
Autriche	Etats-Unis d'Amérique	Turquie
Belgique	France	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT
USED IN SATELLITE EARTH STATIONS**

Part 3: Methods of measurement for combinations of sub-systems

**Section Two: Measurement of the figure of merit (G/T)
of the receiving system in the 4 GHz to 6 GHz range**

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.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 12E: Microwave Systems, of IEC Technical Committee No. 12: Radiocommunications.

A draft of this Section Two was discussed at the meeting held in Berlin in 1973. As a result of this meeting, Document 12E(Central Office)24 was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1975.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Japan	Sweden
Canada	Netherlands	Switzerland
Denmark	Poland	Turkey
France	Romania	United Kingdom
Germany	South Africa (Republic of)	United States of America
Italy		

Following this, Document 12E(Central Office)57 was submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in July 1977. The proposed amendments are reflected in Sub-clauses 4.2 and 4.5.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Egypt	Sweden
Austria	France	Turkey
Belgium	Germany	United Kingdom
Canada	Poland	United States of America
Denmark	South Africa (Republic of)	

MÉTHODES DE MESURE POUR LES ÉQUIPEMENTS RADIOÉLECTRIQUES UTILISÉS DANS LES STATIONS TERRIENNES DE TÉLÉCOMMUNICATION PAR SATELLITES

Troisième partie: Méthodes de mesure applicables aux combinaisons de sous-ensembles

SECTION DEUX — MESURE DU FACTEUR DE QUALITÉ (G/T) DU SYSTÈME DE RÉCEPTION DANS LA GAMME DE 4 GHz À 6 GHz

1. Domaine d'application

Cette norme donne des méthodes pour la mesure du facteur de qualité (G/T) du système de réception d'une station terrienne dans le cas de systèmes dans la gamme de 4 GHz à 6 GHz. Une méthode qui utilise des radiosources stellaires ayant une densité de flux connue à l'emplacement de la station terrienne tient compte de l'erreur causée par des paramètres divers. Une méthode indirecte est aussi donnée.

2. Définitions

2.1 Facteur de qualité (G/T)

Le facteur de qualité (G/T) du système de réception d'une station terrienne est le rapport du gain de l'antenne de réception à la température de bruit du système, tous deux étant rapportés à la bride de sortie du sous-ensemble antenne. Le G/T est habituellement exprimé comme suit:

$$G/T = 10 \log_{10} \frac{\text{gain de l'antenne en puissance}}{\text{température de bruit du système (K)}} \leftrightarrow, \text{ dB/K} \quad (1)$$

Le (G/T) peut être rapporté à un autre point du système de réception, par exemple à la bride d'entrée de l'amplificateur à faible bruit. Dans ce cas, le gain et la température de bruit doivent tous deux être évalués en ce point. Le rapport G/T restera toutefois inchangé.

La température de bruit du système de réception comporte aussi des contributions dues à des sections du récepteur situées en aval du point de mesure.

Note. — Lorsqu'on mesure le G/T , l'émetteur doit fonctionner à sa puissance nominale maximale. Si le fonctionnement de l'émetteur dégrade le G/T du récepteur, c'est la valeur ainsi dégradée qui doit être indiquée dans la présentation des résultats.

2.2 Radiosource stellaire

Une radiosource stellaire est une source cosmique de bruit en hyperfréquence. Il existe quatre radiosources stellaires, dont les caractéristiques sont connues avec une précision suffisante pour permettre leur utilisation dans la mesure du G/T . Ce sont: Cassiopée A, Taureau A, Cygne A et Orion A. Leurs caractéristiques sont indiquées à l'annexe A.

METHODS OF MEASUREMENT FOR RADIO EQUIPMENT USED IN SATELLITE EARTH STATIONS

Part 3: Methods of measurement for combinations of sub-systems

SECTION TWO: MEASUREMENT OF THE FIGURE OF MERIT (G/T) OF THE RECEIVING SYSTEM IN THE 4 GHz TO 6 GHz RANGE

1. Scope

This standard gives methods for measuring the figure of merit (G/T) of earth station receiving systems operating in the 4 GHz to 6 GHz range. One method, using stars having known flux densities at the site of the earth station, takes into account the error caused by various parameters. An indirect method is also given.

2. Definitions

2.1 Figure of merit (G/T)

The figure of merit (G/T) of an earth station receiving system is the ratio of the receiving antenna gain to the system noise temperature referred to the output flange of the antenna sub-system. The ratio G/T usually is expressed as follows:

$$G/T = 10 \log_{10} \frac{\text{antenna power gain}}{\text{system noise temperature (K)}} \leftrightarrow, \text{ dB/K} \quad (1)$$

The G/T also may be referred to another point of the receiving system, e.g. the low-noise amplifier input port. In this case, both the gain and the noise temperature needs to be evaluated at this point; the G/T ratio, however, will remain unchanged.

The receiving system noise temperature also includes contributions from the sections of the receiving system following the measurement point.

Note. — When the G/T is measured, the transmitter should be in operation at the maximum rated power. If the operation of the transmitter degrades the receiver G/T , it is the degraded value which should be given in the presentation of results.

2.2 Radio star

A radio star is a cosmic source of noise power at microwave frequencies. Four radio stars, Cassiopeia A, Taurus A, Cygnus A and Orion A, have characteristics which are known with sufficient accuracy to permit their use for the measurement of G/T . The characteristics are shown in Appendix A.

2.3 Atmosphère normalisée

L'atmosphère normalisée de référence, définie par la Publication 160 de la CEI: Conditions atmosphériques normales pour les essais et les mesures, a les caractéristiques suivantes:

Température	20 °C
Humidité relative	65%
Pression atmosphérique	$1,013 \times 10^5$ Pa (1 013 mbar)

3. Considérations générales

Le facteur de qualité d'une station terrienne, le G/T , est la caractéristique critique pour obtenir le rapport porteuse à bruit à l'entrée du démodulateur à partir d'une puissance surfacique spécifiée à la surface de la terre, due à l'émission du satellite. Il est donc nécessaire de déterminer le G/T avec la précision maximale.

Il y a deux méthodes principales pour déterminer G/T : la méthode directe et la méthode indirecte. La première fournit une mesure directe de G/T à l'aide d'une radiosource stellaire. La seconde est basée sur des mesures indépendantes du gain de l'antenne de réception et de la température de bruit du système.

Pour les antennes de grand diamètre, la méthode directe est généralement recommandée car elle permet d'obtenir la précision maximale. Ce point sera discuté en détail plus loin.

Quand l'antenne a des possibilités limitées d'orientation, ou est installée en un lieu n'offrant pas une bonne visibilité des sources stellaires connues pour tous les angles spécifiés, la méthode indirecte devra être employée.

Les conditions dans lesquelles la valeur spécifiée du G/T doit être obtenue sont, habituellement, les suivantes:

- sous divers angles de site allant de 5° jusqu'à un angle maximal spécifié pour le fonctionnement de la station terrienne;
- aux fréquences situées au milieu et près des bords de la bande de réception;
- pour toutes les polarisations spécifiées;
- dans des conditions de ciel clair;
- sous un vent faible.

4. Mesure de G/T utilisant des radiosources stellaires étalonnées

4.1 Expression analytique de G/T en fonction du facteur Y

Il est connu qu'une radiosource stellaire émet une puissance de bruit en hyperfréquences. Donc, quand l'antenne de réception d'une station terrienne est pointée sur une radiosource stellaire, la puissance de bruit reçue par l'antenne augmente de:

$$P_s = \frac{S \cdot A \cdot B}{2} = \frac{s \cdot \lambda^2 \cdot G \cdot B}{8\pi} \text{ (watts)} \quad (2)$$

où:

- P_s est l'augmentation de la puissance de bruit en watts quand l'antenne est pointée sur une radiosource stellaire
- S est la puissance surfacique produite par la radiosource en $\text{W m}^{-2}\text{Hz}^{-1}$, à la fréquence de mesure
- A est la surface effective de l'antenne de réception, en mètres carrés
- B est la bande de bruit de récepteur, en Hz
- G est le gain en réception de l'antenne à la fréquence spécifiée
- λ est la longueur d'onde, en mètres