

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1262-7**

Première édition  
First edition  
1995-09

---

---

**Appareils électromédicaux –  
Caractéristiques des intensificateurs  
électro-optiques d’image radiologique –**

**Partie 7:**

Détermination de la fonction de transfert  
de modulation

**Medical electrical equipment –  
Characteristics of electro-optical  
X-ray image intensifiers –**

**Part 7:**

Determination of the modulation transfer  
function



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 1262-7: 1995

## 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  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC  
1262-7**

Première édition  
First edition  
1995-09

---

---

**Appareils électromédicaux –  
Caractéristiques des intensificateurs  
électro-optiques d’image radiologique –**

**Partie 7:**

Détermination de la fonction de transfert  
de modulation

**Medical electrical equipment –  
Characteristics of electro-optical  
X-ray image intensifiers –**

**Part 7:**

Determination of the modulation transfer  
function

© CEI 1995 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 Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

Q

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 Références normatives.....	8
3 Terminologie.....	8
3.1 Définitions.....	8
3.2 Degré des prescriptions et instructions relatives à la lecture.....	12
4 Prescriptions.....	14
4.1 Montage d'essai.....	14
4.2 INTENSIFICATEUR D'IMAGE RADIOLOGIQUE – Conditions de fonctionnement.....	14
4.3 RAYONNEMENT d'entrée.....	14
4.4 DISPOSITIF D'ESSAI.....	16
4.5 Appareils de mesure.....	16
5 Détermination de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION.....	16
5.1 Préparation.....	16
5.2 Mesure.....	18
5.3 Correction.....	20
5.4 Détermination de la CHUTE BASSE-FRÉQUENCE.....	22
5.5 Justesse générale de la détermination.....	22
6 Présentation de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION.....	22
7 Déclaration de conformité.....	22
Figure 1 – Disposition du système de mesure.....	24
Annexes	
A Terminologie – Index des termes définis.....	26
B Construction du DISPOSITIF D'ESSAI.....	30
C Détermination de la $FTM_A$ de l'ANALYSEUR DE FTM.....	32
D Bibliographie.....	34

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	7
Clause	
1 Scope .....	9
2 Normative references .....	9
3 Terminology .....	9
3.1 Definitions .....	9
3.2 Degree of requirements and reading instructions .....	13
4 Requirements .....	15
4.1 Test set-up .....	15
4.2 X-RAY IMAGE INTENSIFIER - Operating conditions .....	15
4.3 Input RADIATION .....	15
4.4 TEST DEVICE .....	17
4.5 Measurement equipment .....	17
5 Determination of the MODULATION TRANSFER FUNCTION .....	17
5.1 Preparation .....	17
5.2 Measurement .....	19
5.3 Corrections .....	21
5.4 Determination of the LOW-FREQUENCY DROP .....	23
5.5 Overall accuracy of determination .....	23
6 Presentation of the MODULATION TRANSFER FUNCTION .....	23
7 Statement of compliance .....	23
Figure 1 – Measuring arrangement .....	25
Annexes	
A Terminology – Index of defined terms .....	27
B Construction of the TEST DEVICE .....	31
C Determination of the $MTF_A$ of the MTF ANALYSER .....	33
D Bibliography .....	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILS ÉLECTROMÉDICAUX –

CARACTÉRISTIQUES DES INTENSIFICATEURS  
ÉLECTRO-OPTIQUES D'IMAGE RADIOLOGIQUE –

Partie 7: Détermination de la fonction de transfert de modulation

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1262-7 a été établie par le sous-comité 62B: Appareils d'imagerie de diagnostic, du comité d'études 62 de la CEI: Equipements électriques dans la pratique médicale.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
62B/250/DIS	62B/269/RVD

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

Les annexes A, B, C et D sont données uniquement à titre d'information.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Prescriptions dont la conformité peut être vérifiée par un essai, et définitions: caractères romains;
- Explications, conseils, introductions, énoncés de portée générale et exceptions: petits caractères romains;
- *Modalités d'essais: caractères italiques;*
- TERMES UTILISÉS DANS CETTE NORME QUI SONT DÉFINIS EN 3.1 ET À L'ANNEXE A: PETITES CAPITALES.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## MEDICAL ELECTRICAL EQUIPMENT -

CHARACTERISTICS OF ELECTRO-OPTICAL  
X-RAY IMAGE INTENSIFIERS -

## Part 7: Determination of the modulation transfer function

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subject dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, the IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1262-7 has been prepared by sub-committee 62B: Diagnostic imaging equipment, of IEC technical committee 62: Electrical equipment in medical practice.

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

DIS	Report on voting
62B/250/DIS	62B/269/RVD

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

Annexes A, B, C and D are for information only.

In this standard, the following print types are used:

- Requirements, compliance with which can be tested, and definitions: in roman type;
- Explanations, advice, introductions, general statements, and exceptions: in smaller type;
- *Test specifications: in italic type;*
- TERMS USED THROUGHOUT THIS STANDARD WHICH HAVE BEEN DEFINED IN 3.1 AND IN ANNEX A: SMALL CAPITALS.

## INTRODUCTION

Les systèmes de formation d'image ont souvent été évalués à l'aide de mesures subjectives de performances telles que la limite de résolution. Ces méthodes de caractérisation d'image ne décrivent pas nécessairement les performances appropriées à l'utilisation attendue du système et sont sensibles à la variabilité des observateurs humains.

Il est possible d'analyser les systèmes de formation d'image linéaires et invariants aux translations, d'après leurs fonctions de TRANSFERT. Le TRANSFERT de signaux de tels systèmes peut être spécifié par la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE (FTO) qui indique la réponse du système à un signal sinusoïdal en fonction de sa fréquence spatiale. La FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM), qui est le module de la FTO, est suffisante pour décrire le TRANSFERT de signaux des INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE. Les systèmes sont considérés comme invariants aux translations si LA FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE ne varie pas avec la position. Noter que les INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE sont généralement invariants aux translations mais seulement dans une aire limitée: la région isoplanétique.

La FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION peut être déterminée de diverses manières (voir par exemple [1] de l'annexe D):

- à partir des réponses à un signal créneau;
- à partir de la transformée de Fourier de la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE;
- à partir de la transformée de Hankel de la FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE;
- à partir du balayage de l'image d'une fente avec un filtre spatial.

Toute méthode est acceptable si elle est appliquée correctement. Pour des raisons de simplicité, la présente norme repose sur deux méthodes: la transformée de Fourier de la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE, désignée comme la méthode LSF, et la méthode du filtre spatial. La détermination précise de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION nécessite un équipement spécialisé et ne se prête généralement pas à une mesure sur site.

La présente norme spécifie des méthodes concernant uniquement la mesure de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION des INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE à proximité du CENTRE DU CHAMP D'ENTRÉE.

## INTRODUCTION

Imaging systems are often being evaluated using subjective measures of performance, such as limiting resolution. These methods do not necessarily describe the performance appropriately in imaging tasks that are relevant to the intended use of the system, and are susceptible to the variability of human observers.

Linear shift-invariant imaging systems can be conveniently analysed in terms of their TRANSFER functions. The signal TRANSFER of such systems can be specified by the OPTICAL TRANSFER FUNCTION (OTF), which shows the response of the system to sine waves as a function of their spatial frequency. The MODULATION TRANSFER FUNCTION (MTF), the modulus of the OTF, is sufficient for describing the signal TRANSFER of X-RAY IMAGE INTENSIFIERS. Systems are called shift-invariant when the POINT SPREAD FUNCTION does not vary with position. Note that X-RAY IMAGE INTENSIFIERS generally are shift-invariant over a limited area only: the isoplanatic region.

The MODULATION TRANSFER FUNCTION can be determined in several ways (see, for example [1] of annex D):

- from square wave responses;
- from the Fourier transform of the LINE SPREAD FUNCTION;
- from the Hankel transform of the POINT SPREAD FUNCTION;
- from scanning a slit image with a spatial filter.

Any method is acceptable if performed correctly. For the purpose of simplicity, this standard elaborates on two methods: the Fourier transform of the LINE SPREAD FUNCTION, referred to as the LSF method, and the spatial filter method. Accurate determination of the MODULATION TRANSFER FUNCTION requires specialized EQUIPMENT and does not generally lend itself to be performed at field installations.

This standard only specifies methods for measurement of the MODULATION TRANSFER FUNCTION of X-RAY IMAGE INTENSIFIERS near the CENTRE OF THE ENTRANCE FIELD.

# APPAREILS ÉLECTROMÉDICAUX –

## CARACTÉRISTIQUES DES INTENSIFICATEURS ÉLECTRO-OPTIQUES D'IMAGE RADIOLOGIQUE –

### Partie 7: Détermination de la fonction de transfert de modulation

#### 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale concerne les INTENSIFICATEURS ÉLECTRO-OPTIQUES D'IMAGE RADIOLOGIQUE destinés à une utilisation médicale en tant que composants d'ÉQUIPEMENTS A RAYONNEMENT X de diagnostic.

La présente Norme internationale décrit une méthode de détermination de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION des INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE.

#### 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme Internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 336: 1993, *Gaines équipées pour diagnostic médical – Caractéristiques des foyers*

CEI 788: 1984, *Radiologie médicale – Terminologie*

CEI 1262-4: 1994, *Appareils électromédicaux – Caractéristiques des intensificateurs électro-optiques d'image radiologique – Partie 4: Détermination de la distorsion d'image*

ISO/DIS 9334, *Optique et instruments optiques – Fonction de transfert optique – Définitions et relations mathématiques*

#### 3 Terminologie

##### 3.1 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent en même temps que celles qui sont données dans la CEI 788. Les définitions ci-après supplantent celles de la CEI 788 quand des différences ont lieu.

3.1.1 *IIR*: Abréviation de INTENSIFICATEUR ÉLECTRO-OPTIQUE D'IMAGE RADIOLOGIQUE.

3.1.2 *PLAN D'ENTRÉE*: Plan perpendiculaire à l'axe de symétrie de l'IIR et affleurant la partie la plus saillante de l'IIR, y compris sa gaine, dans la direction de la SOURCE DE RAYONNEMENT.

**MEDICAL ELECTRICAL EQUIPMENT -**  
**CHARACTERISTICS OF ELECTRO-OPTICAL**  
**X-RAY IMAGE INTENSIFIERS -**

**Part 7: Determination of the modulation transfer function**

## 1 Scope

This International Standard applies to ELECTRO-OPTICAL X-RAY IMAGE INTENSIFIERS for medical use, as components of diagnostic X-RAY EQUIPMENT.

This International Standard describes a method of determining the MODULATION TRANSFER FUNCTION of X-RAY IMAGE INTENSIFIERS.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 336: 1993, *X-ray tube assemblies for medical diagnosis – Characteristics of focal spots*

IEC 788: 1984, *Medical radiology – Terminology*

IEC 1262-4: 1994, *Medical electrical equipment – Characteristics of electro-optical X-ray image intensifiers – Part 4: Determination of the image distortion –*

ISO/DIS 9334, *Optics and optical instruments – Optical transfer function – Definitions and mathematical relationships*

## 3 Terminology

### 3.1 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply together with those given in IEC 788. The definitions given below take preference over those given in IEC 788 when differences occur.

3.1.1 *XRII*: An abbreviation for ELECTRO-OPTICAL X-RAY IMAGE INTENSIFIER.

3.1.2 *ENTRANCE PLANE*: The plane perpendicular to the axis of symmetry of the XRII and grazing the part of the XRII, including its housing, that protrudes most in the direction of the RADIATION SOURCE.

**3.1.3 CHAMP D'ENTRÉE:** Pour un IIR, zone du PLAN D'ENTRÉE pouvant être utilisée pour la TRANSMISSION d'une IMAGE RADIOLOGIQUE POTENTIELLE dans des conditions spécifiques.

**3.1.4 DIMENSION DU CHAMP D'ENTRÉE:** Pour un IIR, diamètre du champ dans le PLAN D'ENTRÉE pouvant être utilisé à une SED spécifiée pour la TRANSMISSION d'une IMAGE RADIOLOGIQUE POTENTIELLE. Pour un IIR ayant plus d'un mode de grandissement, la DIMENSION DU CHAMP D'ENTRÉE pour chacun des modes de grandissement doit correspondre à un même diamètre d'IMAGE DE SORTIE de l'IIR, celui qui est obtenu avec la plus grande des DIMENSIONS DE CHAMPS D'ENTRÉE.

**3.1.5 DISTANCE SOURCE-PLAN D'ENTRÉE (abréviation SED):** Distance entre le FOYER du TUBE RADIOGÈNE et le PLAN D'ENTRÉE de l'IIR.

**3.1.6 CENTRE DE L'IMAGE DE SORTIE:** Centre du plus petit cercle dans lequel l'IMAGE DE SORTIE est inscrite.

**3.1.7 CENTRE DU CHAMP D'ENTRÉE:** Le point du PLAN D'ENTRÉE dont l'image est au CENTRE DE L'IMAGE DE SORTIE.

**3.1.8 AXE CENTRAL:** Ligne perpendiculaire au PLAN D'ENTRÉE passant par le CENTRE DU CHAMP D'ENTRÉE.

**3.1.9 GRANDISSEMENT CENTRAL:** Une des caractéristiques des INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE: rapport entre la longueur dans l'IMAGE DE SORTIE d'un petit objet placé dans le PLAN D'ENTRÉE symétriquement par rapport à l'AXE CENTRAL et sa longueur réelle.

**3.1.10 FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE (abréviation PSF):** Distribution normalisée de l'émission de l'image d'un point-source, voir ISO/DIS 9334.

**3.1.11 RÉGION ISOPLANÉTIQUE:** Région où la forme de la FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE est constante dans la plage de précision spécifiée.

**3.1.12 LINÉARITÉ:** Propriété d'un système de formation d'images selon laquelle l'image d'une somme pondérée d'objets est identique à la somme, pondérée similairement, des images des objets considérés individuellement.

**3.1.13 PLAGÉ LINÉAIRE:** Plage des signaux d'entrée à l'intérieur de laquelle le système de formation d'images présente la LINÉARITÉ dans la plage de précision spécifiée, voir ISO/DIS 9334.

NOTE – Il convient de spécifier la plage des signaux d'entrée indiquant la PLAGÉ LINÉAIRE par des niveaux minimum et maximum.

**3.1.14 FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE (abréviation FTO):** Transformée de Fourier en deux dimensions, de la FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE du système de formation d'images, voir ISO/DIS 9334.

NOTE – Pour que la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE ait une signification, il est essentiel que le système de formation d'images fonctionne dans sa PLAGÉ LINÉAIRE et qu'on considère une RÉGION ISOPLANÉTIQUE.

**3.1.15 FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE À UNE DIMENSION (abréviation 1-FTO):** Section de la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE passant par l'origine, selon une orientation donnée.

**3.1.3 ENTRANCE FIELD:** For an XRII, the area in the ENTRANCE PLANE that can be used for the TRANSMISSION of an X-RAY PATTERN under specific conditions.

**3.1.4 ENTRANCE FIELD SIZE:** For an XRII, the diameter of the field in the ENTRANCE PLANE that can be used at a specified SED for the TRANSMISSION of an X-RAY PATTERN. For an XRII with more than one magnification mode, the ENTRANCE FIELD SIZE for each of the magnification modes shall correspond to the same diameter of the XRII OUTPUT IMAGE occurring with the largest ENTRANCE FIELD SIZE.

**3.1.5 SOURCE TO ENTRANCE PLANE DISTANCE (abbreviation SED):** The distance between the FOCAL SPOT of the X-RAY TUBE and the ENTRANCE PLANE of the XRII.

**3.1.6 CENTRE OF THE OUTPUT IMAGE:** The centre of the smallest circle circumscribing the OUTPUT IMAGE.

**3.1.7 CENTRE OF THE ENTRANCE FIELD:** That point in the ENTRANCE PLANE which is imaged at the CENTRE OF THE OUTPUT IMAGE.

**3.1.8 CENTRAL AXIS:** The line perpendicular to the ENTRANCE PLANE passing through the CENTRE OF THE ENTRANCE FIELD.

**3.1.9 CENTRAL MAGNIFICATION:** As a characteristic of XRIIs, the ratio of the length in the OUTPUT IMAGE to the actual length of a small object placed in the ENTRANCE PLANE symmetrically about the CENTRAL AXIS.

**3.1.10 POINT SPREAD FUNCTION (abbreviation PSF):** Normalized distribution of irradiance in the image of a point source, see ISO/DIS 9334.

**3.1.11 ISOPLANATIC REGION:** Region where the form of the POINT SPREAD FUNCTION is constant within specified accuracy.

**3.1.12 LINEARITY:** Property of an imaging system in that the image of a weighted sum of objects is identical to the similarly weighted sum of images of individual objects.

**3.1.13 LINEAR RANGE:** Range of input signals within which the imaging system exhibits LINEARITY within specified accuracy, see ISO/DIS 9334.

NOTE – The range of input signals indicating the LINEAR RANGE of the imaging system should be specified by minimum and maximum levels.

**3.1.14 OPTICAL TRANSFER FUNCTION (abbreviation OTF):** Two-dimensional Fourier transform of the imaging system's POINT SPREAD FUNCTION, see ISO/DIS 9334.

NOTE – For the OPTICAL TRANSFER FUNCTION to have significance, it is essential that the imaging system is working in its LINEAR RANGE, and that an ISOPLANATIC REGION is considered.

**3.1.15 ONE-DIMENSIONAL OPTICAL TRANSFER FUNCTION (abbreviation 1-OTF):** Section of the OPTICAL TRANSFER FUNCTION through the origin in a given orientation.

**3.1.16 FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE (abréviation LSF):** Distribution normalisée de l'émittance dans l'image d'une source linéaire à rayonnement incohérent. La FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE n'existe que dans une RÉGION ISOPLANÉTIQUE, voir ISO/DIS 9334.

NOTE – La transformée de Fourier de la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE est la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE À UNE DIMENSION pour l'orientation perpendiculaire à la direction de la source linéaire.

**3.1.17 FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (abréviation FTM):** Module de la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE À UNE DIMENSION.

NOTE – La FTM est définie dans ISO/DIS 9334 comme étant le module de la FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE. Pour les besoins de la présente Norme internationale, la définition 3.1.17 est plus appropriée.

**3.1.18 ANALYSEUR DE FTM:** Instrument, comportant des optiques et des logiciels, capable d'effectuer des mesures de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION.

**3.1.19 FOCALISATION OPTIMALE:** Réglage des potentiels de focalisation conduisant à une aire d'intégration maximale sous la courbe FTM pour une orientation donnée de la fente.

NOTE – On choisit ce réglage des potentiels de focalisation pour éviter l'ambiguïté; il peut différer légèrement des réglages courants de l'IIR.

**3.1.20 CHUTE BASSE-FRÉQUENCE (abréviation LFD):** Différence entre l'unité et la valeur de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION proche de la fréquence spatiale zéro.

NOTE - Avec les IIR courants, on observe la présence d'un voile lumineux. Celui-ci apparaît sous forme d'une chute brutale de la courbe de FTM juste au dessus de la fréquence spatiale zéro. Pour cette Norme internationale, la valeur choisie pour la fréquence spatiale à laquelle la LFD doit être déterminée est de  $0,1 \text{ mm}^{-1}$ .

**3.1.21 DÉTECTEUR DE LUMIÈRE:** DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT sensible au RAYONNEMENT VISIBLE (lumière).

### 3.2 Degré des prescriptions et instructions relatives à la lecture

Dans la présente Norme internationale, le verbe ou l'expression verbale:

- «devoir» mis au présent signifie que le respect d'une prescription est impératif pour la conformité à la norme;
- «il convient de» (forme négative: il n'y a pas lieu de) signifie que le respect d'une prescription est fortement recommandé, mais non impératif pour la conformité à la norme;
- «pouvoir» mis au présent signifie que le respect d'une prescription peut être réalisé d'une manière particulière, pour la conformité à la norme.

et les mots suivants signifient:

- «spécifique» utilisé en se rapportant à des paramètres ou conditions: faisant référence à une valeur particulière ou à une disposition normalisée, habituellement à celles prescrites dans une norme de la CEI ou dans un texte réglementaire; voir CEI 788, rm-74-01.
- «spécifié» utilisé en se rapportant à des paramètres ou conditions: faisant référence à une valeur ou à une disposition à choisir pour le but considéré, et indiquées habituellement dans les DOCUMENTS D'ACCOM-PAGNEMENT; voir CEI 788, rm-74-02.
- «conçu pour» utilisé dans les normes pour caractériser des appareils, des dispositifs, des composants ou des dispositions: désigne un but ou une utilisation du produit, intentionnel et généralement évident.

**3.1.16 LINE SPREAD FUNCTION (abbreviation LSF):** Normalised distribution of irradiance in the image of an incoherently radiating line source. The LINE SPREAD FUNCTION only exists in an ISOPLANATIC REGION, see ISO/DIS 9334.

NOTE – The Fourier transform of the LINE SPREAD FUNCTION is the ONE-DIMENSIONAL OPTICAL TRANSFER FUNCTION for the orientation perpendicular to the direction of the line source.

**3.1.17 MODULATION TRANSFER FUNCTION (abbreviation MTF):** Modulus of the ONE-DIMENSIONAL OPTICAL TRANSFER FUNCTION.

NOTE – The MTF is defined in ISO/DIS 9334 as the modulus of the OPTICAL TRANSFER FUNCTION. For the purpose of this International Standard, definition 3.1.17 is more appropriate.

**3.1.18 MTF ANALYSER:** Instrument, including relay optics and software, capable of performing measurements of the MODULATION TRANSFER FUNCTION.

**3.1.19 BEST FOCUS:** Setting of focusing potentials resulting in maximum integrated area under the MTF curve for the given slit orientation.

NOTE – This setting of focusing potentials is chosen to reduce ambiguity and may slightly deviate from settings in practical use of the XR11.

**3.1.20 LOW-FREQUENCY DROP (abbreviation LFD):** Difference between unity and the value of the MODULATION TRANSFER FUNCTION close to zero spatial frequency.

NOTE – With currently known XR11s, significant veiling glare is present. This is apparent as a steep drop in the MTF curve slightly above zero spatial frequency. For the purpose of this International Standard the spatial frequency at which the LFD is to be determined, is chosen to be  $0,1 \text{ mm}^{-1}$ .

**3.1.21 LIGHT DETECTOR:** RADIATION DETECTOR sensitive to VISIBLE RADIATION (light).

## 3.2 Degree of requirements and reading instructions

In this International Standard the auxiliary verb:

- "shall" implies that compliance with a requirement is mandatory for compliance with the standard;
- "should" implies that compliance with a requirement is strongly recommended but is not mandatory for compliance with the standard;
- "may" implies that compliance with a requirement is permitted to be accomplished in a particular manner, for compliance with the standard;

and the following words have the meaning:

- "specific" when used in combination with parameters or conditions: refers to a particular value or standardized arrangement, usually to those required in an IEC standard or a legal requirement; see IEC 788, rm-74-01.
- "specified" when used in combination with parameters or conditions: refers to a value or arrangement to be chosen for the purpose under consideration and indicated usually in ACCOMPANYING DOCUMENTS; see IEC 788, rm-74-02.
- "designed for" when used in standards to characterize equipment, devices, components or arrangements: designates an intended and usually apparent purpose or use for the product.

## 4 Prescriptions

Les méthodes de détermination de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION d'un IIR décrites dans cette Norme internationale comprennent l'analyse de l'image d'une fente. Dans l'une des méthodes, l'image est balayée avec un filtre spatial (à une dimension), aboutissant directement à la FTM. Dans la seconde méthode, appelée méthode LSF, on obtient la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE en utilisant une caméra à deux dimensions. Ensuite la transformée de Fourier de la LSF donne la FTM. Il est nécessaire de réaliser un montage d'essai spécial comportant un ANALYSEUR DE FTM, voir figure 1.

### 4.1 Montage d'essai

- a) La SED doit être  $100 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ .
- b) Le FOYER du TUBE RADIOGÈNE doit être situé sur l'AXE CENTRAL.

La combinaison des influences de c) d) et e) ne doit pas affecter les résultats de mesure d'une valeur supérieure à la précision de mesure globale (voir 5.5).

- c) Champs parasites magnétiques ou électriques. Il convient d'utiliser une protection efficace et des matériaux non magnétiques, dans la réalisation du montage d'essai.
- d) Lumière parasite.
- e) Instabilité mécanique du montage d'essai. Des vibrations, avec des amplitudes aussi faibles que  $10 \mu\text{m}$  peuvent affecter les résultats.

### 4.2 INTENSIFICATEURS D'IMAGE RADIOLOGIQUE – Conditions de fonctionnement

- a) L'IIR doit fonctionner dans les conditions d'UTILISATION NORMALE spécifiées par le CONSTRUCTEUR, sauf en ce qui concerne le potentiel de focalisation de l'IIR qui doit être déterminé pour obtenir la FOCALISATION OPTIMALE au centre de l'IIR.
- b) Aucune GRILLE ANTIDIFFUSANTE ni couvercle de protection ne doivent être utilisés.
- c) Dans le cas d'IIR à champs multiples, les mesures doivent être faites pour le plus grand CHAMP D'ENTRÉE spécifié. Les mesures pour les autres CHAMPS D'ENTRÉE sont facultatives.
- d) L'oscillation des potentiels d'électrodes appliqués à l'IIR ne doit pas dépasser 0,1 %.
- e) L'IIR doit fonctionner dans sa PLAGES LINÉAIRE.

### 4.3 RAYONNEMENT d'entrée

- a) La QUALITÉ DE RAYONNEMENT doit être celle d'un TUBE RADIOGÈNE fonctionnant à une HAUTE TENSION RADIOGÈNE crête de  $50 \text{ kV} \pm 2 \text{ kV}$ , et une COUCHE DE DEMI-TRANSMISSION de  $2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  d'aluminium (pureté de 99,9 %); ceci correspond à une FILTRATION TOTALE équivalente d'environ 3 mm d'aluminium.
- b) La VALEUR NOMINALE DU FOYER, spécifiée selon la CEI 336, ne doit pas dépasser 0,6.  
Si cette condition ne peut pas être satisfaite, par exemple en raison de signaux trop faibles, la correction par la FTM du FOYER réellement utilisé doit être faite. Dans ce cas, la VALEUR NOMINALE DU FOYER réellement utilisée doit figurer dans la présentation des résultats.
- c) Il convient que les fluctuations d'intensité du RAYONNEMENT X n'affectent pas les résultats de mesure de plus de 2 % en valeur relative.

## 4 Requirements

The methods for determining the MODULATION TRANSFER FUNCTION of an XRII described in this International Standard incorporate analyzing a slit image. In one method, the image is scanned with a (one-dimensional) spatial filter, directly resulting in the MTF. With the second method, called the LSF method, the LINE SPREAD FUNCTION is obtained by using a two-dimensional camera. Fourier transform of the LSF then gives the MTF. A special test set-up is required including an MTF ANALYSER, see figure 1.

### 4.1 Test set-up

- a) The SED shall be  $100 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$ .
- b) The FOCAL SPOT of the X-RAY TUBE shall be on the CENTRAL AXIS.

The influences of c) d) and e), combined, shall not affect measurement results by more than the overall measurement accuracy (see 5.5).

- c) Magnetic and electric stray fields. Effective shielding and non-magnetic materials should be used in the construction of the test set-up.
- d) Stray light.
- e) Mechanical instability of the test set-up. Vibrations with amplitudes as small as  $10 \mu\text{m}$  may degrade results.

### 4.2 X-RAY IMAGE INTENSIFIER – Operating conditions

- a) The XRII shall be operated under the conditions for NORMAL USE as specified by the MANUFACTURER, except for the focusing potential of the XRII, which shall be set to achieve BEST FOCUS at the centre of the XRII.
- b) No ANTI-SCATTER GRID or protective cover shall be used.
- c) In the case of multiple field XRIIs, the measurement shall be done for the largest specified ENTRANCE FIELD. Measurements for other ENTRANCE FIELDS are optional.
- d) The ripple in the electrode potentials applied to the XRII shall not exceed 0,1 %.
- e) The XRII shall be operating in its LINEAR RANGE.

### 4.3 Input radiation

- a) The RADIATION QUALITY shall be that of an X-RAY TUBE, operated at a peak X-RAY TUBE VOLTAGE of  $50 \text{ kV} \pm 2 \text{ kV}$ , and a HALF-VALUE LAYER of  $2,0 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  of aluminium (99,9% purity); this corresponds to a TOTAL FILTRATION of approximately 3 mm of aluminium equivalent.
- b) The NOMINAL FOCAL SPOT VALUE, specified according to IEC 336, shall be 0,6 or less.  
If this condition cannot be met, for example due to too low signals, correction for the MTF of the FOCAL SPOT actually used shall be made. In such case, the NOMINAL FOCAL SPOT VALUE actually used shall be included in the presentation of the results.
- c) The fluctuations of the intensity of X-RADIATION should not influence the measurement results by more than 2 % relative.

#### 4.4 DISPOSITIF D'ESSAI

- a) Le DISPOSITIF D'ESSAI comporte une fente dont la largeur doit être inférieure ou égale à  $0,5 \times f_m^{-1}$ , où  $f_m$  est la fréquence spatiale maximale à analyser exprimée en  $\text{mm}^{-1}$ .
- b) La largeur de la fente ne doit pas varier de plus de 5 % sur toute sa longueur.
- c) La longueur de la fente ne doit pas dépasser la limite de la RÉGION ISOPLANÉTIQUE. Une longueur de 10 mm est généralement possible.
- d) L'énergie du RAYONNEMENT X reçu par l'IIR à l'extérieur de la projection de la fente doit être inférieure à 1 % de l'énergie totale du RAYONNEMENT X reçu par l'IIR; voir annexe B.

#### 4.5 Appareils de mesure

- a) L'image entière de l'ÉCRAN DE SORTIE doit être analysée par l'analyseur de FTM pour permettre une détermination correcte de la partie basse fréquence de la FTM.
- b) Si l'on utilise plus d'un montage optique ou montage de systèmes d'optiques les prescriptions de a) doivent être respectées pour au moins un montage des optiques ou des systèmes d'optiques.

NOTE - Il est possible d'utiliser plus d'un montage optique pour augmenter le nombre de lectures ou la plage de fréquence de la FTM.

- c) L'ANALYSEUR DE FTM doit permettre l'alignement par rotation par rapport à l'image de la fente.
- d) Le dispositif d'entrée de l'ANALYSEUR DE FTM doit avoir une réponse linéaire. Pour la méthode du filtre spatial, le dispositif d'entrée est un DÉTECTEUR DE LUMIÈRE, par exemple un photomultiplicateur. Pour la méthode LSF, le dispositif d'entrée est une caméra à deux dimensions, par exemple une caméra à DTC.
- e) La méthode LSF doit être capable de mesurer des niveaux de luminance sur au moins six ordres de grandeur. Si une telle dynamique n'est pas couverte par le dispositif d'entrée de l'ANALYSEUR DE FTM, la mesure doit être faite en plusieurs étapes. En présence de signaux dus à un courant d'obscurité, il convient de les mesurer séparément pour corriger. Si on utilise une caméra à DTC, il est fortement conseillé d'utiliser un capteur refroidi en vue d'obtenir un faible bruit et une grande dynamique.

Il convient aussi d'utiliser une caméra avec au moins 1 000 pixels par ligne.

### 5 Détermination de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION

#### 5.1 Préparation

- a) Le DISPOSITIF D'ESSAI doit être placé dans un plan parallèle au PLAN D'ENTRÉE, aussi près que possible de celui-ci, sans dépasser 10 mm.

NOTE - La symétrie de rotation des tubes IIR modernes est telle qu'il n'y a aucune prescription concernant l'orientation du DISPOSITIF D'ESSAI.

- b) Le GRANDISSEMENT CENTRAL doit être déterminé avec une précision d'au moins 1 %.

NOTE - La Norme internationale CEI 1262-4 donne une méthode pour la détermination du GRANDISSEMENT CENTRAL.

- c) Le centre du DISPOSITIF D'ESSAI doit être sur l'AXE CENTRAL.

#### 4.4 Test device

- a) The TEST DEVICE contains a slit, the width of which shall be less than or equal to  $0,5 \times f_m^{-1}$ , where  $f_m$  is the maximum spatial frequency to be analysed, expressed in  $\text{mm}^{-1}$ .
- b) The width of the slit shall not vary by more than 5 % over its entire length.
- c) The length of the slit shall not exceed the extent of the ISOPLANATIC REGION. A length of 10 mm is generally practicable.
- d) The energy of X-RADIATION received by the XRII outside the projected area of the slit shall be less than 1 % of the total energy of X-RADIATION received by the XRII; see annex B.

#### 4.5 Measurement equipment

- a) The entire image at the OUTPUT SCREEN shall be analysed by the MTF ANALYSER, to enable correct determination of the low-frequency part of the MTF.
- b) If more than one relay lens or relay lens system is used, the requirement of item a) shall be met by at least one of the lenses or lens systems.

NOTE – More than one relay lens may be used to increase the number of readings or the frequency range of the MTF.

- c) The MTF ANALYSER shall allow for rotational alignment with respect to the slit image.
- d) The input device of the MTF ANALYSER shall have a linear response. For the spatial filter method, the input device is a LIGHT DETECTOR, e.g. a photomultiplier. For the LSF method, the input device is a two-dimensional camera, e.g. a CCD camera.
- e) The LSF method shall be capable of measuring luminance levels at least six orders of magnitude apart. If such a dynamic range is not covered by the input device of the MTF ANALYSER, the measurement shall be done in more than one step. If dark current signals are present, they should be measured separately, and corrected. If a CCD camera is used, it is strongly advised to use a cooled sensor for low noise and wide dynamic range.

Also a camera with at least 1 000 pixels per line should be used.

## 5 Determination of the MODULATION TRANSFER FUNCTION

### 5.1 Preparation

- a) The TEST DEVICE shall be placed in a plane as close as possible to, but not more than 10 mm in front of, and parallel to, the ENTRANCE PLANE.

NOTE – The rotational symmetry of modern XRII tubes is such that no requirements apply with respect to the orientation of the TEST DEVICE.

- b) The CENTRAL MAGNIFICATION shall be determined with an accuracy of 1 % or better.

NOTE – In IEC 1262-4, a method is given for the determination of the CENTRAL MAGNIFICATION.

- c) The centre of the TEST DEVICE shall be on the CENTRAL AXIS.

## 5.2 Mesure

### a) Méthode du filtre spatial

L'image au niveau de l'ÉCRAN DE SORTIE est projetée par une optique ou un système d'optiques sur le plan d'analyse contenant le filtre spatial de l'ANALYSEUR DE FTM. Le filtre spatial est aligné de telle sorte que son orientation soit parallèle au grand axe de l'image de la fente.

L'intensité lumineuse transmise par le filtre spatial est mesurée par le DÉTECTEUR DE LUMIÈRE, par exemple un photomultiplicateur.

Le filtre est déplacé d'au moins un cycle dans le plan de l'analyseur, dans une direction perpendiculaire au grand axe de l'image de la fente. Les intensités lumineuses minimales et maximales sont enregistrées.

En considérant que les filtres spatiaux sont sinusoïdaux et que leur TRANSMISSION varie de la transparence totale à l'opacité totale, la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION mesurée à la fréquence de filtre,  $f_i$ , est déterminée par:

$$FTM_M(f_i) = (INT_{\max} - INT_{\min}) \times (INT_{\max} + INT_{\min})^{-1}$$

où

$INT$  est l'intensité lumineuse.

Cette mesure doit être répétée pour toutes les fréquences désirées.

NOTE – Pour déterminer la FTM à différentes fréquences, on peut utiliser un filtre à fréquence spatiale réglable au lieu de différents filtres spatiaux.

### b) Méthode LSF

L'image au niveau de l'ÉCRAN DE SORTIE est projetée par une optique ou un système d'optiques sur la CIBLE d'une caméra à deux dimensions. L'orientation de la fente par rapport à la caméra doit être telle que l'image propre de la fente est parallèle aux colonnes de la caméra.

En utilisant la caméra à deux dimensions, on déduit la FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE à partir d'images numérisées en faisant la somme, par colonne, du contenu des tous les éléments d'image (pixels), qui tombent dans la projection de l'IMAGE DE SORTIE. Ceci signifie qu'au bord d'une image circulaire, il y a un nombre inférieur de pixels qui contribuent à la LSF, qu'au centre.

Si la dynamique du dispositif d'entrée de l'ANALYSEUR DE FTM est limitée, voir 4.5 e), la LSF doit être déterminée à partir de plus d'une mesure, par exemple avec des intensités différentes. Les mesures peuvent être recombinaées par changement d'échelles.

#### NOTES

1 Pour la mesure de la partie basse fréquence de la FTM, il est préférable d'utiliser une fente plus large que celle utilisée pour la partie haute-fréquence de la FTM; voir 4.4 a). Pour enregistrer le pied de la FTM, un étroit filtre neutre pourrait être utile pour limiter la partie centrale, la plus intense de l'IMAGE DE SORTIE.

2 Si une correction du courant d'obscurité était nécessaire, voir 4.5 e), des valeurs négatives pourraient apparaître dans le pied de la LSF résultante. Il convient d'éliminer ces valeurs négatives par lissage spatial.

La FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION mesurée,  $FTM_M$ , est déduite de la LSF par transformée de Fourier.

## 5.2 Measurement

### a) Spatial filter method

The image at the OUTPUT SCREEN is projected by a relay lens or relay lens system onto the analyser plane containing the spatial filter of the MTF ANALYSER. The spatial filter is aligned so that its orientation is parallel to the long axis of the slit image.

The light intensity transmitted by the spatial filter is measured by the LIGHT DETECTOR, for example, a photomultiplier tube.

The filter is moved over at least one cycle in the analyser plane, in a direction normal to the long axis of the slit image. The maximum and minimum light intensities are recorded.

Assuming that the spatial filters are sinusoidal and vary in TRANSMISSION from completely transparent to completely opaque, the measured MODULATION TRANSFER FUNCTION at the filter frequency,  $f_i$ , is determined:

$$MTF_M(f_i) = (INT_{max} - INT_{min}) \times (INT_{max} + INT_{min})^{-1}$$

where

$INT$  is the light intensity.

This measurement shall be repeated for all desired frequencies.

NOTE – Instead of different spatial filters, a filter with adjustable spatial frequency may be used to determine the MTF at several frequencies.

### b) LSF method

The image at the OUTPUT SCREEN is projected by a relay lens or relay lens system onto the TARGET of the two-dimensional camera. The orientation of the slit with respect to the camera shall be such that the slit is imaged parallel to the columns of the camera.

Using the two-dimensional camera, the LINE SPREAD FUNCTION is derived from digitized images by columnwise summing the contents of all image elements (pixels), that fall within the area of the projected OUTPUT IMAGE. For a circular image, this means that at the edges a smaller number of pixels contributes to the LSF than in the centre.

If the dynamic range of the input device of the MTF ANALYSER is limited, see 4.5 e), the LSF shall be determined from more than one measurement, e.g. with different intensities. The measurements may be combined by scaling.

#### NOTES

1 For the measurement of the low-frequency part of the MTF, it is useful to have a wider slit than used for the high-frequency part of the MTF; see 4.4 a). When recording the tails of the MTF, a narrow neutral filter may be useful to block the most intense, central part of the OUTPUT IMAGE.

2 If dark current correction was necessary, see 4.5 e), negative values may appear in the tails of the resulting LSF. The negative values should be removed by spatial smoothing.

The measured MODULATION TRANSFER FUNCTION,  $MTF_M$ , is derived from the LSF by the Fourier transform.

La résolution en fréquence spatiale  $\Delta f$  de la mesure est donnée par:

$$\Delta f = (N \times X)^{-1} \text{ mm}^{-1}, \text{ en outre}$$

$$f_{\min} = (EFS)^{-1} \text{ mm}^{-1} \text{ et}$$

$$f_{\max} = (4 \times X)^{-1} \text{ mm}^{-1}$$

où

- $N$  sont les points de mesure (pixels) par ligne;
- $X$  est le pas d'échantillonnage en millimètres rapporté au PLAN D'ENTREE;
- $f_{\min}$  est la fréquence spatiale pratique minimale;
- $EFS$  est la DIMENSION DU CHAMP D'ENTRÉE exprimée en millimètres; et
- $f_{\max}$  est la fréquence spatiale utile maximale (moitié de la fréquence de Nyquist).

Si  $FTM_M$  à  $f_{\max}$  dépasse 0,02, on a échantillonné l'image de la fente de façon incorrecte par exemple à cause de la résolution limitée de la caméra. On doit faire une seconde mesure à un grandissement optique plus important.

c) L'échelle de fréquence spatiale doit se rapporter au CHAMP D'ENTRÉE de l'IIR. Si c'est nécessaire, l'échelle de fréquence spatiale doit être calculée en fonction du GRANDISSEMENT CENTRAL et du grandissement de l'optique.

d) La FTM à la fréquence spatiale zéro vaut 1,00 par définition.

### 5.3 Corrections

La FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION mesurée,  $FTM_M$ , dépend de la FTM du DISPOSITIF D'ESSAI,  $FTM_T$ , et de celle du montage optique et de l'ANALYSEUR DE FTM,  $FTM_A$ . La FTM du FOYER,  $FTM_S$ , peut aussi avoir une incidence sur la FTM mesurée. Pour obtenir la FTM de l'IIR,  $FTM_X$ , il faut corriger de ces influences.

a)  $FTM_X$  doit être calculée par:

$$FTM_X = FTM_M \times (FTM_T \times FTM_A \times FTM_S)^{-1}$$

b) La FTM du dispositif d'essai est donnée par:

$$FTM_T(f) = \sin(\pi \times d \times f) \times (\pi \times d \times f)^{-1}$$

où

- $f$  est la fréquence spatiale, et
- $d$  est la largeur de la fente, ces deux dimensions se rapportant au PLAN D'ENTRÉE de l'IIR.

Ce calcul approximatif suppose que la largeur de la fente est petite par rapport à sa longueur.

c) La FTM de l'ANALYSEUR DE FTM comprenant des montages d'optiques peut être trouvée dans la spécification figurant dans les DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT de l'ANALYSEUR DE FTM. On peut aussi déterminer  $FTM_A$  à partir d'une mesure indépendante; se reporter à l'annexe C.

The spatial frequency resolution,  $\Delta f$ , for the measurement is given by:

$$\Delta f = (N \times X)^{-1} \text{ mm}^{-1}, \text{ furthermore:}$$

$$f_{\min} = (EFS)^{-1} \text{ mm}^{-1}, \text{ and}$$

$$f_{\max} = (4 \times X)^{-1} \text{ mm}^{-1},$$

where

- $N$  are the measurement points (pixels) per line;
- $X$  the sampling step in mm, related to the entrance plane;
- $f_{\min}$  is the minimum sensible spatial frequency;
- $EFS$  is the ENTRANCE FIELD SIZE used in mm; and
- $f_{\max}$  is the maximum useful spatial frequency (half the Nyquist frequency).

If  $MTF_M$  at  $f_{\max}$  exceeds 0,02, the slit image has been sampled improperly, e.g. due to limited camera resolution. A second measurement shall be made at a higher optical magnification.

- c) The spatial frequency scale shall refer to the ENTRANCE PLANE of the XRii. Where necessary, the spatial frequency scale shall be rescaled using the CENTRAL MAGNIFICATION and lens magnification.
- d) The MTF at zero spatial frequency is 1,00 by definition.

### 5.3 Corrections

The measured MODULATION TRANSFER FUNCTION,  $MTF_M$ , is influenced by the MTF of the TEST DEVICE,  $MTF_T$ , and that of the relay optics and the MTF ANALYSER,  $MTF_A$ . Also the MTF of the FOCAL SPOT,  $MTF_S$ , may influence the measured MTF. To arrive at the MTF of the XRii,  $MTF_X$ , these influences shall be corrected for.

- a)  $MTF_X$  shall be calculated as:

$$MTF_X = MTF_M \times (MTF_T \times MTF_A \times MTF_S)^{-1}.$$

- b) The MTF of the TEST DEVICE is given by:

$$MTF_T(f) = \sin(\pi \times d \times f) \times (\pi \times d \times f)^{-1}$$

where

- $f$  is the spatial frequency, and
- $d$  is the width of the slit, both dimensions referred to the ENTRANCE PLANE of the XRii.

This approximation assumes that the width of the slit is small compared to its length.

- c) The MTF of the MTF ANALYSER including relay optics may be taken from the specification in the ACCOMPANYING DOCUMENTS of the MTF ANALYSER. Alternatively,  $MTF_A$  can be determined in a separate measurement; see annex C.

d) Si la FTM a été mesurée dans plus d'un domaine en fréquence, par exemple un domaine basse fréquence et un domaine haute fréquence, on doit faire le raccordement de ces parties après correction de chaque partie de sa  $FTM_A$ . On doit faire raccorder la partie haute fréquence à la partie basse fréquence à une fréquence ou dans un domaine de fréquence compris entre les limites de chacune des parties.

e) La FTM du FOYER ÉLECTRONIQUE doit être déterminée selon la CEI 336, pour les cas où une correction de  $FTM_S$  est nécessaire; voir 4.3.b). Autrement, elle doit être de 1,00.

f) L'échelle de fréquence spatiale doit se rapporter au PLAN D'ENTRÉE de l'IIR; voir 5.2 b).

g) Le produit des FTM utilisées pour la correction doit être supérieur à 0,50 sur la plage de fréquence spatiale considérée.

#### 5.4 Détermination de la CHUTE BASSE-FRÉQUENCE

La CHUTE BASSE-FRÉQUENCE se calcule par:

$$LFD = [1,00 - FTM (0,1 \text{ mm}^{-1})]$$

#### 5.5 Précision générale de la détermination

Le résultat de la FTM doit être déterminé avec une précision meilleure que 0,02 sur toute la plage de fréquences.

NOTE – Nous attirons l'attention sur le document ISO/TC 172/SC 1 sur la précision des mesures de FTO [2].

### 6 Présentation de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION

a) La présentation de la FTM doit comporter les informations suivantes:

- l'identification de l'IIR, c'est-à-dire le type générique, le nom ou le numéro du modèle;
- la FTM comportant la LFD devant être présentée sous forme d'un graphique linéaire suivant les deux axes et ayant 0 pour origine. Les fréquences spatiales, devant être exprimées en  $\text{mm}^{-1}$  (ou en  $\text{cm}^{-1}$ ) doivent se rapporter à des valeurs du PLAN D'ENTRÉE de l'IIR;
- la valeur numérique de la LFD.

b) Sauf indication contraire, les données présentées se rapportent à la plus grande DIMENSION DU CHAMP D'ENTRÉE.

### 7 Déclaration de conformité

Si la conformité à la présente norme doit être déclarée pour la détermination de la FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION d'un INTENSIFICATEUR ÉLECTRO-OPTIQUE D'IMAGE RADIOLOGIQUE, elle doit être indiquée sous la forme:

- Fonction de transfert de modulation: CEI 1262-7: 1995

ou bien:

- FTM CEI 1262-7: 1995

- d) If the MTF has been measured in more than one frequency range, e.g. a low-frequency and a high-frequency range, combination of the segments shall be done after correction of each segment for its  $MTF_A$ . Scaling of the higher frequency segment to the lower frequency segment shall be made at a frequency or in a frequency range well between the limits of each of the segments.
- e) The MTF of the ACTUAL FOCAL SPOT shall be determined according to IEC 336, in case correction for  $MTF_S$  is required; see 4.3 b). Otherwise it shall be 1,00.
- f) The spatial frequency scale shall refer to the ENTRANCE PLANE of the XRII; see 5.2 b).
- g) The product of the MTFs used for correction shall be larger than 0,50 over the spatial frequency range considered.

#### 5.4 Determination of the LOW-FREQUENCY DROP

The LOW-FREQUENCY DROP is calculated from:

$$LFD = [1,00 - MTF (0,1 \text{ mm}^{-1})]$$

#### 5.5 Overall accuracy of determination

The resulting MTF shall be determined to an accuracy of 0,02 or better over the entire frequency range considered.

NOTE – Attention is drawn to an ISO/TC 172/SC 1 document on accuracy of OTF measurement [2].

### 6 Presentation of the MODULATION TRANSFER FUNCTION

- a) The presentation of the MTF shall include the following:
  - XRII identification, e.g. generic type, model name or number;
  - the MTF including the LFD, to be presented as a double linear graph with both axes starting at zero. Spatial frequencies, to be expressed in  $\text{mm}^{-1}$  (or  $\text{cm}^{-1}$ ), shall refer to values in the ENTRANCE PLANE of the XRII;
  - numerical value of the LFD.
- b) Unless otherwise specified, the presented data refer to the largest ENTRANCE FIELD SIZE.

### 7 Statement of compliance

If compliance with this standard for the determination of the MODULATION TRANSFER FUNCTION of X-RAY IMAGE INTENSIFIERS is to be stated, it shall be indicated as:

- Modulation transfer function: IEC 1262-7: 1995

or as:

- MTF IEC 1262-7: 1995.

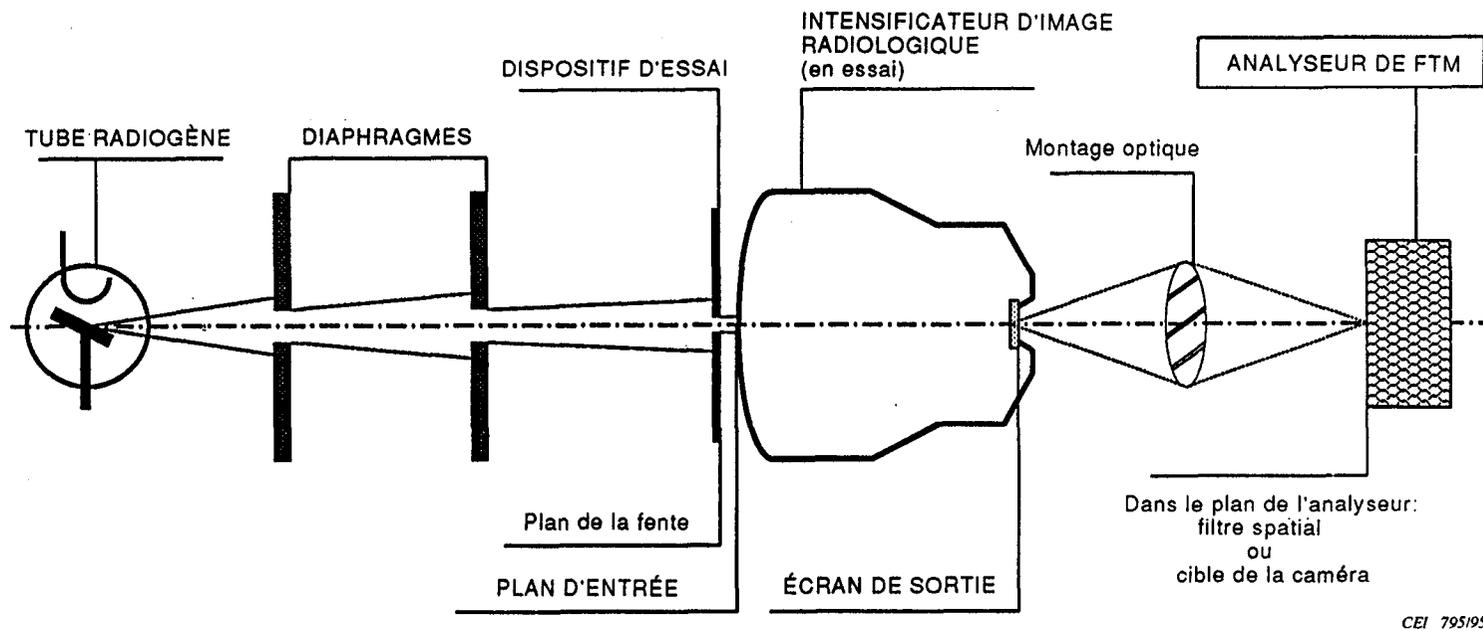
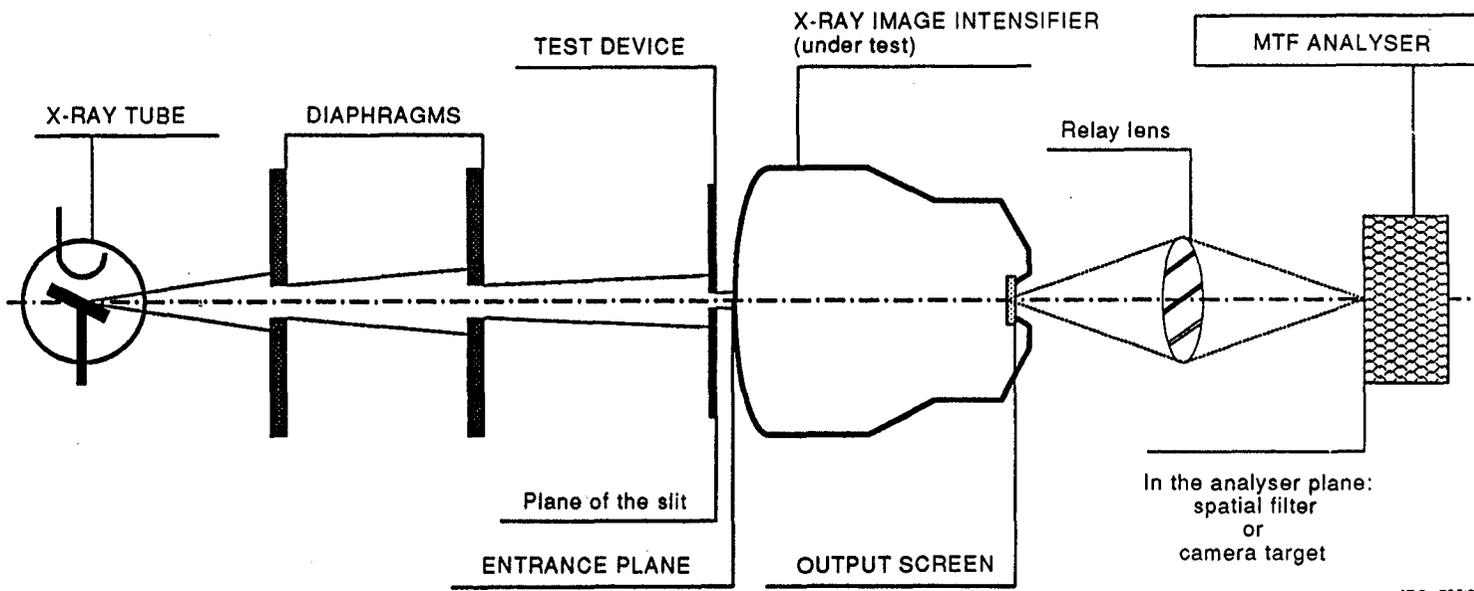


Figure 1 – Disposition du système de mesure



IEC 795/95

Figure 1 – Measuring arrangement

**Annexe A**  
**(informative)**

**Terminologie - Index des termes définis**

CEI 788 .....	rm-...-
Nom d'unité dans le Système International SI .....	rm-...*
Terme dérivé sans définition .....	rm-...+
Terme sans définition.....	rm-...-
Ancienne unité.....	rm-...°
Terme abrégé .....	rm-...s
Paragraphe 3.1 de la CEI 1262-7 (présente publication) .....	3.1.
ANALYSEUR DE FMT .....	3.1.18
AXE CENTRAL .....	3.1.8
CENTRE DU CHAMP D'ENTRÉE.....	3.1.7
CENTRE DE L'IMAGE DE SORTIE .....	3.1.6
CHAMP D'ENTRÉE.....	3.1.3
CHUTE BASSE-FRÉQUENCE (LFD) .....	3.1.20
CIBLE .....	rm-20-08
CONSTRUCTEUR .....	rm-85-03-
COUCHE DE DEMI-TRANSMISSION.....	rm-13-42
DÉTECTEUR DE LUMIÈRE.....	3.1.21
DÉTECTEUR DE RAYONNEMENT.....	rm-51-01
DIAPHRAGME.....	rm-37-29
DIMENSION DU CHAMP D'ENTRÉE .....	3.1.4
DISPOSITIF D'ESSAI.....	rm-71-04
DISTANCE SOURCE-PLAN D'ENTRÉE (SED) .....	3.1.5
DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENT .....	rm-82-01
ECRAN DE SORTIE.....	rm-32-48
EQUIPEMENT À RAYONNEMENT X.....	rm-20-20
FILTRATION TOTALE .....	rm-13-48
FOCALISATION OPTIMALE .....	3.1.19
FONCTION DE DISTRIBUTION LINÉAIRE (LSF).....	3.1.16
FONCTION DE DISTRIBUTION PONCTUELLE (PSF).....	3.1.10
FONCTION DE TRANSFERT DE MODULATION (FTM).....	3.1.17
FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE (FTO) .....	3.1.14
FONCTION DE TRANSFERT OPTIQUE À UNE DIMENSION (1-FTO).....	3.1.15
FOYER ÉLECTRONIQUE .....	rm-20-12
FOYER.....	rm-20-13s
GRANDISSEMENT CENTRAL .....	3.1.9
GRILLE ANTIDIFFUSANTE.....	rm-32-06
HAUTE TENSION RADIOGÈNE .....	rm-36-02
IIR .....	3.1.1
IMAGE DE SORTIE.....	rm-32-49
IMAGE RADIOLOGIQUE POTENTIELLE.....	rm-32-01
INTENSIFICATEUR ÉLECTRO-OPTIQUE D'IMAGE RADIOLOGIQUE.....	rm-32-40
INTENSIFICATEUR D'IMAGE RADIOLOGIQUE .....	rm-32-39

## Annex A (informative)

### Terminology - Index of defined terms

IEC 788 .....	rm-...-
Name of unit in the International System SI .....	rm-...*
Derived term without definition .....	rm-...+
Term without definition .....	rm-...-
Name of earlier unit.....	rm-...•
Shortened term .....	rm-...s
Subclause 3.1 of IEC 1262-7 (present publication) .....	3.1.
ACCOMPANYING DOCUMENTS .....	rm-82-01
ACTUAL FOCAL SPOT .....	rm-20-12
ANTI-SCATTER GRID .....	rm-32-06
BEST FOCUS.....	3.1.19
CENTRAL AXIS .....	3.1.8
CENTRAL MAGNIFICATION.....	3.1.9
CENTRE OF THE ENTRANCE FIELD .....	3.1.7
CENTRE OF THE OUTPUT IMAGE .....	3.1.6
DIAPHRAGM.....	rm-37-29
ELECTRO-OPTICAL X-RAY IMAGE INTENSIFIER .....	rm-32-40
ENTRANCE FIELD .....	3.1.3
ENTRANCE FIELD SIZE .....	3.1.4
ENTRANCE PLANE .....	3.1.2
FOCAL SPOT .....	rm-20-13s
HALF-VALUE LAYER .....	rm-13-42
ISOPLANATIC REGION .....	3.1.11
LIGHT DETECTOR .....	3.1.21
LINE SPREAD FUNCTION (LSF) .....	3.1.16
LINEAR RANGE.....	3.1.13
LINEARITY .....	3.1.12
LOW-FREQUENCY DROP (LFD) .....	3.1.20
MANUFACTURER .....	rm-85-03-
MODULATION TRANSFER FUNCTION (MTF).....	3.1.17
MTF ANALYSER .....	3.1.18
NOMINAL FOCAL SPOT VALUE .....	rm-20-14
NORMAL USE .....	rm-82-04
ONE-DIMENSIONAL OPTICAL TRANSFER FUNCTION (1-OTF) .....	3.1.15
OPTICAL TRANSFER FUNCTION (OTF) .....	3.1.14
OUTPUT IMAGE .....	rm-32-49
OUTPUT SCREEN.....	rm-32-48

LINÉARITÉ.....	3.1.12
PLAGE LINÉAIRE .....	3.1.13
PLAN D'ENTRÉE .....	3.1.2
QUALITÉ DE RAYONNEMENT .....	rm-13-28
RAYONNEMENT.....	rm-11-01
RAYONNEMENT VISIBLE .....	rm-11-01-
RAYONNEMENT X.....	rm-11-01-
REGION ISOPLANÉTIQUE .....	3.1.11
SOURCE DE RAYONNEMENT.....	rm-20-01
Spécifié... ..	rm-74-02
Spécifique... ..	rm-74-01
TRANSFERT.....	rm-84-02
TRANSMISSION .....	rm-12-10
TUBE RADIOGÈNE .....	rm-22-03
UTILISATION NORMALE.....	rm-82-04
VALEUR NOMINALE DU FOYER.....	rm-20-14

POINT SPREAD FUNCTION (PSF).....	3.1.10
RADIATION .....	rm-11-01
RADIATION DETECTOR .....	rm-51-01
RADIATION QUALITY .....	rm-13-28
RADIATION SOURCE.....	rm-20-01
SOURCE TO ENTRANCE PLANE DISTANCE (SED) .....	3.1.5
Specific... ..	rm-74-01
Specified... ..	rm-74-02
TARGET .....	rm-20-08
TEST DEVICE .....	rm-71-04
TOTAL FILTRATION .....	rm-13-48
TRANSFER .....	rm-84-02
TRANSMISSION .....	rm-12-10
VISIBLE RADIATION.....	rm-11-01-
X-RADIATION .....	rm-11-01-
X-RAY EQUIPMENT .....	rm-20-20
X-RAY IMAGE INTENSIFIER.....	rm-32-39
X-RAY TUBE .....	rm-22-03
X-RAY TUBE VOLTAGE.....	rm-36-02
X-RAY PATTERN.....	rm-32-01
XRII.....	3.1.1

## **Annexe B** **(informative)**

### **Construction du DISPOSITIF D'ESSAI**

Il est conseillé d'utiliser une ou plusieurs couches d'éléments lourds tels que le tungstène, le platine et l'uranium pour la construction du DISPOSITIF D'ESSAI. Pour obtenir une opacité satisfaisante contre le RAYONNEMENT X, l'épaisseur du DISPOSITIF D'ESSAI dépendra des éléments de construction utilisés, et sera en valeur typique de 1 mm ou plus.

## **Annex B** (informative)

### **Construction of the TEST DEVICE**

It is advisable to use one or more layers of heavy elements like tungsten, platinum and uranium for the construction of the TEST DEVICE. The thickness of the TEST DEVICE for sufficient opacity against X-RADIATION will depend on construction and elements used, and will typically be 1,0 mm or more.

## Annexe C (informative)

### Détermination de la $FTM_A$ de l'ANALYSEUR DE FTM

La détermination de la  $FTM_A$  est relativement simple, en principe.

NOTE – Nous portons votre attention sur un document concernant la précision des mesures de FTO [2] (voir annexe D).

Une fente optique étroite, de dimensions 0,020 mm x 10 mm par exemple est placée en face de l'ANALYSEUR DE FTM équipé du montage d'optiques à tester. La fente est ensuite focalisée. Il convient d'éclairer la fente par une lumière incohérente, générée de préférence dans l'ÉCRAN DE SORTIE de l'IIR, ou par une lumière ayant la même distribution spectrale. On poursuit ensuite la mesure de la FTM comme décrit en 5.2.

La FTM, qui peut en être déterminée, doit être corrigée de  $FTM_T$  de la fente optique.  $FTM_A$  doit être déterminée pour chacun des montages d'optiques utilisés. Pour les calculs de 5.3, l'échelle de la fréquence spatiale doit se rapporter au PLAN D'ENTRÉE de l'IIR. Puisque le grandissement au centre varie avec les types d'IIR, il est plus pratique pour les calculs réels de se rapporter au plan de l'IMAGE DE SORTIE de l'IIR et de pratiquer plus tard le changement d'échelle en se rapportant au PLAN D'ENTRÉE. Il est nécessaire d'effectuer un changement d'échelle depuis le plan de l'IMAGE DE SORTIE de l'IIR, c'est-à-dire le plan de la fente optique, lorsque le grandissement du montage d'optiques diffère de l'unité. Le grandissement est fourni avec l'ANALYSEUR DE FTM ou doit être déterminé séparément.

Si l'IIR est équipé d'une fenêtre de sortie en verre, c'est-à-dire que le plan de l'IMAGE est à l'intérieur de l'IIR, il convient de placer une fenêtre similaire en verre entre la fente étroite et le montage d'optiques pour déterminer la  $FTM_A$ . Il convient que la fenêtre en verre additionnelle possède un revêtement anti-reflet sur ses deux faces. L'effet de la fenêtre de verre additionnelle peut être important pour des lentilles à grande ouverture.

NOTE – Lorsqu'un montage d'optiques de haute qualité est utilisé, les corrections de  $FTM_A$  sont généralement faibles. L'utilisation de telles optiques est donc fortement recommandée.

## Annex C (informative)

### Determination of the $MTF_A$ of the MTF ANALYSER

The determination of the  $MTF_A$  is fairly straightforward, in principle.

NOTE – Attention is drawn to a document on accuracy of OTF measurement [2] (see annex D).

A narrow optical slit of dimensions 0,020 mm × 10 mm is placed in front of the MTF ANALYSER, equipped with the relay optics to be tested. The slit is then focused. The slit should be illuminated using incoherent light, preferably generated in the OUTPUT SCREEN of the XRII, or with light having the same spectral distribution. The measurement of the MTF then proceeds as described in 5.2.

The MTF that can thus be determined, has to be corrected for the  $MTF_T$  of the optical slit.  $MTF_A$  must be determined for each of the relay optics used. For the calculations of 5.3, the spatial frequency scale must refer to the ENTRANCE PLANE of the XRII. Since the central magnification varies with types of XRIIs, it is more convenient for the actual calculations to refer to the plane of the XRII OUTPUT IMAGE and do rescaling to the ENTRANCE PLANE later. Rescaling to the XRII OUTPUT IMAGE plane, i.e. the plane of the optical slit, is required when the magnification of the relay optics differs from unity. The magnification is supplied with the MTF ANALYSER or must be determined separately.

If the XRII has a glass output window, i.e. the plane of the IMAGE is inside the XRII, a similar glass window should be placed between the narrow slit and the relay optics when determining the  $MTF_A$ . The additional glass window should have anti-reflective coating on both sides. The influence of the additional glass window can be substantial for high-aperture lenses.

NOTE – When high quality relay optics are used, the corrections for  $MTF_A$  are usually small. The use of such optics is therefore highly recommended.

**Annexe D**  
**(informative)**

**Bibliographie**

- [1] *Introduction to the Optical transfer function*, by C. Williams and O. Becklund, 1989, John Wiley & Sons, New York.
  - [2] *Optique et instruments d'optique – Exactitude du mesurage de la fonction de transfert optique – Projet de norme internationale ISO/DIS 11421.*
-

**Annex D**  
(informative)

**Bibliography**

- [1] *Introduction to the optical transfer function*, by C. Williams and O. Becklund, 1989, John Wiley & Sons, New York.
- [2] *Optics and optical Instruments – Accuracy of optical transfer function measurement*, Draft International Standard ISO/DIS 11421.



LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE  
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.



---

**ICS 11.040.50**

---