

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**62007-2**

Première édition  
First edition  
1997-09

**Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs  
pour application dans les systèmes  
à fibres optiques –**

**Partie 2:  
Méthodes de mesure**

**Semiconductor optoelectronic devices  
for fibre optic system applications –**

**Part 2:  
Measuring methods**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 62007-2:1997

## 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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**  
Accès en ligne\*
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Accès en ligne)\*
- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
On-line access\*
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line access)\*

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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*.

## Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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

## Numbering

As from the 1st 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**  
On-line access\*
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line access)\*

## 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*.

## IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

\* See web site address on title page.

# NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI  
IEC

62007-2

Première édition  
First edition  
1997-09

**Dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs  
pour application dans les systèmes  
à fibres optiques –**

**Partie 2:  
Méthodes de mesure**

**Semiconductor optoelectronic devices  
for fibre optic system applications –**

**Part 2:  
Measuring methods**

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE XA

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

## SOMMAIRE

	Pages
<b>AVANT-PROPOS .....</b>	<b>6</b>
 Articles	
1    Domaine d'application.....	8
2    Références normatives .....	8
3    Méthodes de mesure pour les photoémetteurs .....	8
3.1    Flux énergétique ou courant direct des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce .....	8
3.2    Temps de commutation d'une diode émettrice en infrarouge et d'une diode électroluminescente avec ou sans fibre amorce .....	10
3.3    Fréquence de coupure en petits signaux ( $f_c$ ) des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce .....	14
3.4    Courant de seuil des diodes laser avec ou sans fibre amorce.....	16
3.5    Bruit relatif en intensité des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce .....	20
3.6    Temps de commutation d'une diode laser avec ou sans fibre amorce.....	22
3.7    Rapport porteuse sur bruit des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge, des diodes laser et d'un module laser avec ou sans fibre amorce .....	26
3.8    Paramètre $S_{11}$ des diodes laser, électroluminescentes et émettrices en infrarouge, des modules laser avec ou sans fibre amorce .....	30
3.9    Rapport de contrôle d'un module laser avec fibres amorces, avec ou sans élément refroidisseur .....	34
3.10    Largeur spectrale de mode d'une diode laser avec ou sans fibre amorce.....	36
3.11    Courant de modulation correspondant à 1 dB de compression ( $I_{F(1 \text{ dB})}$ ) dans les diodes électroluminescentes et les diodes émettrices en infrarouge ...	40
3.12    Distorsion d'intermodulation «deux tons» ( $D_{12}, D_{21}$ ) des diodes électroluminescentes et diodes émettrices en infrarouge .....	44
3.13    Longueur d'onde centrale ( $\bar{\lambda}$ ) et largeur efficace du spectre ( $\Delta\lambda_{\text{eff}}$ ) des diodes laser et des modules à diodes laser .....	48
3.14    Distorsions composites des diodes laser ou des modules laser pour les systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique par fibres optiques....	52
3.15    Distorsions de second et de troisième ordres des diodes laser ou des modules laser pour les systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique par fibres optiques.....	58
3.16    Rendement différentiel ( $\eta_d$ ) d'une diode laser avec/sans fibre amorce ou d'un module laser .....	62
3.17    Résistance différentielle $r_d$ d'une diode laser avec/sans fibre amorce .....	64
4    Méthodes de mesure pour les dispositifs photosensibles.....	66
4.1    Bruit d'une photodiode PIN .....	68
4.2    Facteur d'excès de bruit d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce .....	70

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
 Clause	
1 Scope .....	9
2 Normative references .....	9
3 Measuring methods for photoemitters .....	9
3.1 Radiant power or forward current of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtailed .....	9
3.2 Switching times of infrared-emitting diode and light-emitting diode with or without pigtailed .....	11
3.3 Small signal cut-off frequency ( $f_c$ ) of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtailed .....	15
3.4 Threshold current of laser diodes with or without pigtailed .....	17
3.5 Relative intensity noise of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtailed .....	21
3.6 Switching times of a laser diode with or without pigtailed .....	23
3.7 Carrier to noise ratio of light-emitting diodes, infrared-emitting diodes, laser diodes and a laser module with or without pigtailed .....	27
3.8 $S_{11}$ parameter of infrared emitting diodes, light-emitting diodes, laser diodes, laser modules with or without pigtailed .....	31
3.9 Tracking error for a laser module with pigtailed, with or without cooler .....	35
3.10 Spectral linewidth of a laser diode with or without pigtailed .....	37
3.11 Modulation current at 1 dB efficacy compression ( $I_{F(1 \text{ dB})}$ ) of light emitting diodes (LED) and infrared emitting diodes (IRED) .....	41
3.12 Two-tone intermodulation distortion ( $D_{12}, D_{21}$ ) of light emitting diodes (LED) and infrared emitting diodes (IRED) .....	45
3.13 Central wavelength ( $\lambda$ ) and r.m.s. spectrum bandwidth ( $\Delta\lambda_{\text{rms}}$ ) of laser diode or laser diode modules .....	49
3.14 Composite distortions of laser diodes or laser modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems .....	53
3.15 Second-order and third-order intermodulation distortions of laser diodes or laser modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems .....	58
3.16 Differential efficiency ( $\eta_d$ ) of a laser diode with/without pigtail or a laser module .....	63
3.17 Differential (forward) resistance $r_d$ of a laser diode with/without pigtail .....	65
4 Measuring methods for sensitive devices .....	67
4.1 Noise of a PIN photodiode .....	69
4.2 Excess noise factor of an avalanche photodiode with or without pigtailed .....	71

Articles	Pages
4.3 Fréquence de coupure en petits signaux d'une photodiode avec ou sans fibre amorce .....	74
4.4 Facteur de multiplication d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce .....	76
4.5 Temps de commutation d'une photodiode PIN ou d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce .....	80
4.6 Sensibilité d'un module PIN-FET.....	84
4.7 Réponse en fréquence ( $\Delta S/S$ ) d'un module PIN-FET.....	88
4.8 Densité spectrale de bruit $P_{no,\lambda}$ en sortie d'un module PIN-FET.....	90
4.9 Densité spectrale de bruit en basse fréquence ( $P_{no,\lambda, LF}$ ) et de la fréquence de remontée du bruit basse fréquence ( $f_{cor}$ ) en sortie d'un module PIN-FET.....	94
4.10 Puissance minimale détectable d'un module PIN-FET.....	96
Annexe A (informative) – Index des références croisées.....	102

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62007-2:1997

Clause	Page
4.3 Small-signal cut-off frequency of a photodiode with or without pigtails .....	75
4.4 Multiplication factor of an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails .....	77
4.5 Switching times of a PIN photodiode or an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails .....	81
4.6 Responsivity of a PIN-FET module .....	85
4.7 Frequency response flatness ( $\Delta S/S$ ) of a PIN-FET module.....	89
4.8 Output noise power (spectral) density $P_{no,\lambda}$ of a PIN-FET module .....	91
4.9 Low frequency output noise power (spectral) density ( $P_{no,\lambda,LF}$ ) and corner frequency ( $f_{cor}$ ) of a PIN-FET module .....	95
4.10 Minimum detectable power of PIN-FET module.....	97
Annex A (informative) – Cross references index.....	103

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62007-2:1997

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **DISPOSITIFS OPTOÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS POUR APPLICATION DANS LES SYSTÈMES À FIBRES OPTIQUES –**

#### **Partie 2: Méthodes de mesure**

##### **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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62007-2 a été établie par le comité d'études 47C: Dispositifs optoélectroniques, d'affichage et d'imagerie, du comité d'études 47 de la CEI: Dispositifs à semiconducteurs.

Cette première édition remplace partiellement la deuxième édition de la CEI 60747-5 (1992) et son amendement 1 et constitue une révision technique (voir également l'annexe A: Index des références croisées).

Elle doit être lue conjointement avec les CEI 60747-5-1, CEI 60747-5-2, CEI 60747-5-3 et la CEI 62007-1.

Le domaine couvert par cette norme sera désormais placé sous la responsabilité du comité d'études 86 de la CEI: Fibres optiques.

Le texte de cette norme est issu en partie de la CEI 60747-5 (1992) et son amendement 1 et en partie des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
86/113/FDIS	86/114/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.

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES  
FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –****Part 2: Measuring methods****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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are 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, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62007-2 has been prepared by sub-committee 47C: Optoelectronic, display and imaging devices, of IEC technical committee 47: Semiconductor devices.

This first edition replaces partially the second edition of IEC 60747-5 (1992) and its amendment 1, and constitutes a technical revision (see also annex A: Cross references index).

It should be read jointly with IEC 60747-5-1, IEC 60747-5-2, IEC 60747-5-3 and IEC 62007-1.

The field of this standard will henceforth be placed under the responsibility of IEC technical committee 86: Fibre optics.

The text of this standard is based partly on IEC 60747-5 (1992) and its amendment 1 and partly on the following documents:

FDIS	Report on voting
86/113/FDIS	86/114/RVD

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

Annex A is for information only.

## DISPOSITIFS OPTOÉLECTRONIQUES À SEMICONDUCTEURS POUR APPLICATION DANS LES SYSTÈMES À FIBRES OPTIQUES –

### Partie 2: Méthodes de mesure

#### 1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 62007 décrit les méthodes de mesure applicables aux dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs utilisés dans le domaine des systèmes et sous-systèmes à fibres optiques.

#### 2 Références normatives

Il n'y a pas de références normatives dans cette partie de la CEI 62007.

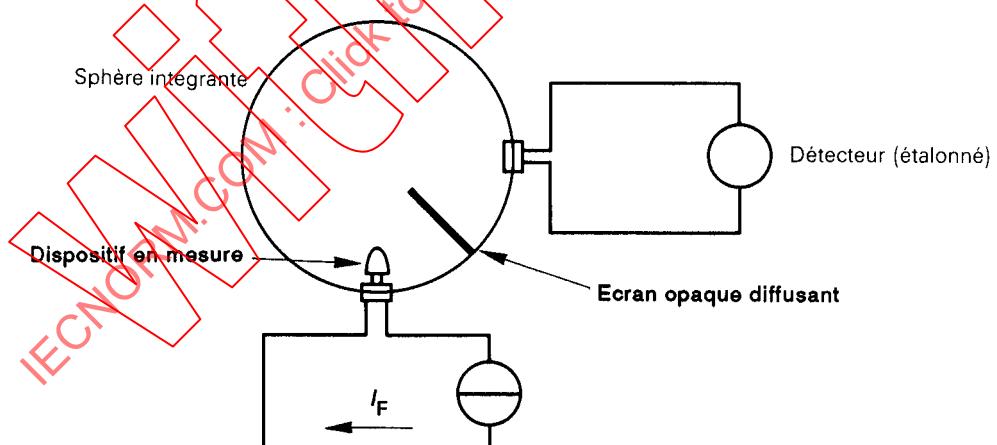
#### 3 Méthodes de mesure pour les photoémetteurs

##### 3.1 Flux énergétique ou courant direct des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce

###### a) But

Mesurer le flux énergétique  $\phi_e$  ou le courant direct  $I_F$  des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser, avec ou sans fibre amorce, dans des conditions spécifiées.

###### b) Appareillage de mesure



CEI 1029/91

Figure 1

###### c) Description de l'appareillage et exigences

Le rayonnement émis par le dispositif subit de multiples réflexions sur les parois de la sphère intégrante; cela conduit à un éclairage uniforme de la surface, proportionnel au flux émis. Un détecteur placé sur les parois de la sphère mesure cet éclairage. Un écran opaque protège le détecteur du rayonnement direct du dispositif en mesure.

## SEMICONDUCTOR OPTOELECTRONIC DEVICES FOR FIBRE OPTIC SYSTEM APPLICATIONS –

### Part 2: Measuring methods

#### 1 Scope

This part of IEC 62007 describes the measuring methods applicable to the semiconductor optoelectronic devices to be used in the field of fibre optic systems and subsystems.

#### 2 Normative references

There are no normative references in this part of IEC 62007.

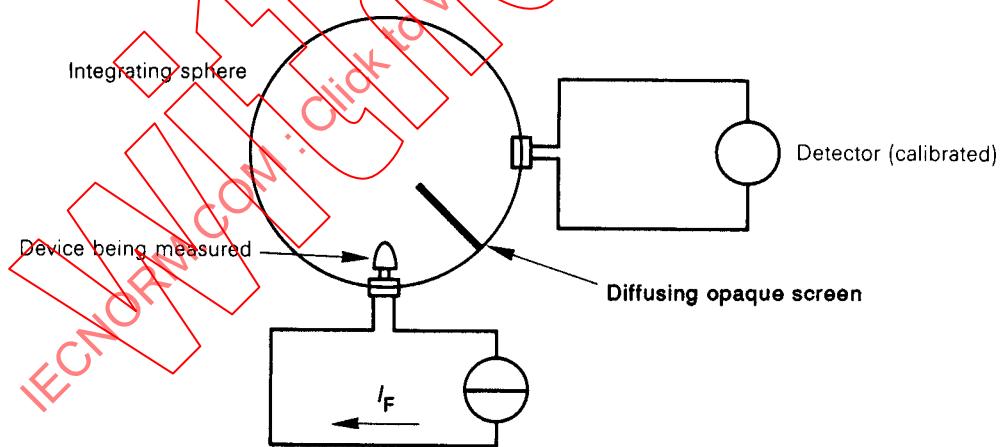
#### 3 Measuring methods for photoemitters

##### 3.1 Radiant power or forward current of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtails

###### a) Purpose

To measure the radiant power  $\phi_e$  or the forward current  $I_F$  of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes, with or without pigtails, under specified conditions.

###### b) Measuring equipment



IEC 1029/91

Figure 1

###### c) Equipment description and requirements

The radiation emitted by the device is submitted to multiple reflections from the walls of the integrating sphere; this leads to a uniform irradiance of the surface proportional to the emitted flux. A detector located in the walls of the sphere measures this irradiance. An opaque screen shields the detector from the direct radiation of the device being measured.

d) *Précautions à prendre*

Le dispositif en mesure, l'écran et les orifices doivent être petits par rapport à la surface de la sphère.

La surface interne de la sphère et l'écran doivent être recouverts d'un revêtement diffusant ayant un coefficient de réflexion élevé et uniforme (0,8 au moins).

L'ensemble sphère-détecteur doit être étalonné.

Il faut faire attention à une modification possible de la longueur d'onde d'émission maximale et du flux émis du fait de la dissipation de puissance.

Si le dispositif à mesurer fonctionne en impulsions, le détecteur doit indiquer la valeur moyenne du rayonnement mesuré.

e) *Exécution*

Introduire le dispositif émetteur entièrement dans la sphère, de façon qu'aucun rayonnement direct n'atteigne le détecteur.

Pour la mesure du flux énergétique, le courant direct spécifié  $I_F$  est appliqué au dispositif et le flux énergétique est mesuré sur le photodétecteur.

Pour la mesure du courant direct, un courant est appliquée au dispositif jusqu'à ce que le flux énergétique spécifié ( $\phi_e$ ) soit atteint. La valeur du courant relevée est celle du courant direct recherché.

f) *Conditions spécifiées*

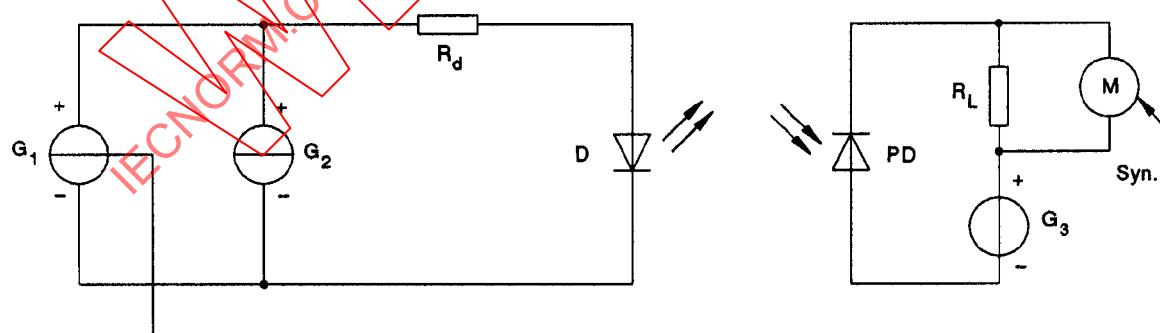
- Température ambiante ou de boîtier.
- Flux énergétique (lors de la mesure du courant direct)
- Courant direct (lors de la mesure du flux énergétique).

### 3.2 Temps de commutation d'une diode émettrice en infrarouge et d'une diode électroluminescente avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer le temps d'établissement  $t_{on}$  (temps de retard à l'établissement  $t_{d(on)}$  + temps de croissance  $t_r$ ), et le temps de coupure  $t_{off}$  (temps de retard à la coupure  $t_{d(off)}$  + temps de décroissance  $t_f$ ) d'une diode émettrice en infrarouge et d'une diode électroluminescente avec ou sans fibre amorce.

b) *Schéma*



CEI 1033/91

Figure 2

d) *Precautions to be observed*

The device being measured, the screen and the apertures shall be small compared to the sphere surface.

The inner surface of the sphere and screen shall have a diffusing coating having a high uniform reflection coefficient (0,8 minimum).

The sphere and detector assembly shall be calibrated.

Change in peak-emission wavelength and flux due to power dissipation shall be taken into account.

When the device being measured is pulsed, the detector shall average the measured radiation.

e) *Measurement procedures*

The emitting device is set at the entrance of the integrating sphere, so that no direct radiation will reach the detector.

For measurement of radiant power, the specified forward current  $I_F$  is applied to the device and the radiant power is measured on the photodetector.

For measurement of forward current, a current is applied to the device until the specified radiant power ( $\phi_e$ ) is achieved. The value of current is recorded.

f) *Specified conditions*

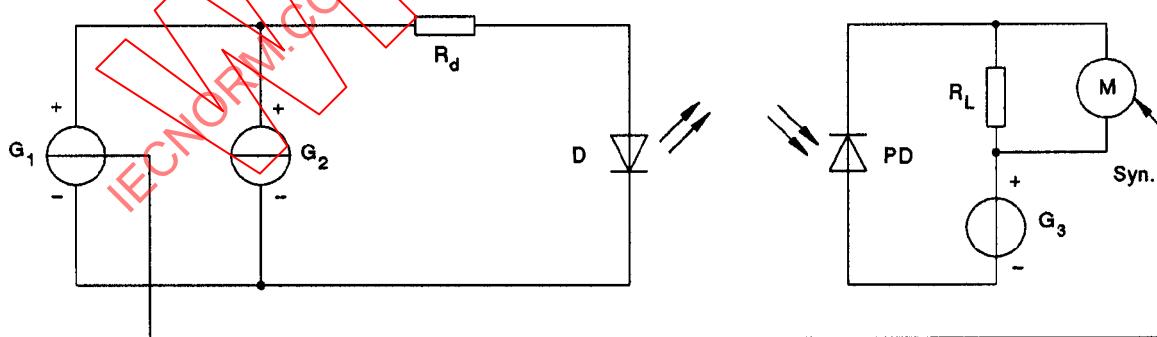
- Ambient or case temperature.
- Radiant power (when measuring forward current)
- Forward current (when measuring radiant power)

### 3.2 Switching times of infrared-emitting diode and light-emitting diode with or without pigtailed

a) *Purpose*

To measure the turn-on time  $t_{on}$  (turn-on delay time  $t_{d(on)}$  + rise time  $t_r$ ) and turn-off time  $t_{off}$  (turn-off delay time  $t_{d(off)}$  + fall time  $t_f$ ) of an infrared-emitting diode and light-emitting diode with or without pigtailed.

b) *Circuit diagram*



CEI 1033/91

Figure 2

c) *Description du circuit*

- $G_1$  = générateur d'impulsions de courant, à haute impédance  
 $G_2$  = source de courant continu de polarisation  
 $G_3$  = source de tension continue de polarisation  
 $R_d$  = résistance d'adaptation d'impédance avec le générateur  
D = dispositif en mesure  
PD = photodiode  
 $R_L$  = résistance de charge  
M = appareil de mesure  
Syn. = signal de synchronisation

d) *Précautions à prendre*

Le temps de commutation de la photodiode, le retard à la croissance du circuit et de l'appareil de mesure, les temps de croissance et de décroissance de l'impulsion du courant d'entrée doivent être suffisamment faibles pour ne pas affecter la précision de la mesure.

La puissance optique moyenne de sortie au sommet de l'impulsion optique (voir figure 3) n'est pas nécessairement équivalente au flux énergétique permanent en régime sinusoïdal que l'on obtiendrait à un courant égal à la somme du courant continu de polarisation et du courant d'entrée en impulsions.

Seul l'accès optique du dispositif en mesure doit être pris en compte.

e) *Exécution*

Appliquer le courant continu spécifié et le courant en impulsion spécifié au dispositif en mesure.

Mesurer les temps de commutation avec l'appareil de mesure M.

Le niveau 100 % du flux énergétique de sortie est la puissance de sortie moyenne obtenue au sommet de l'impulsion optique. Le niveau 0 % est une puissance optique de sortie correspondant au courant continu de polarisation.

c) *Circuit description*

$G_1$  = current pulse generator, with high impedance  
 $G_2$  = d.c. current bias source  
 $G_3$  = d.c. voltage bias source  
 $R_d$  = resistance for matching the impedance with the generator  
D = device being measured  
PD = photodiode  
 $R_L$  = load resistance  
M = measuring instrument  
Syn. = synchronization signal

d) *Precautions to be observed*

The switching time of the photodiode, the delay time of the test circuit and measuring instrument, the rise and fall times of the input current pulse shall be short enough not to affect the accuracy of the measurement.

The mean output power obtained at the top of the optical pulse (see figure 3) may not necessarily be equivalent to the c.w. radiant power at a current equal to the sum of the d.c. bias and input pulse current.

Only the optical port of the device being measured shall be considered.

e) *Measurement procedure*

Apply the specified d.c. and pulse current to the device being measured.

Measure the switching times with the measuring instrument M.

The 100 % radiant output power level is the mean output power obtained at the top of the radiant pulse. The 0 % level is the output power obtained at the d.c. bias current.

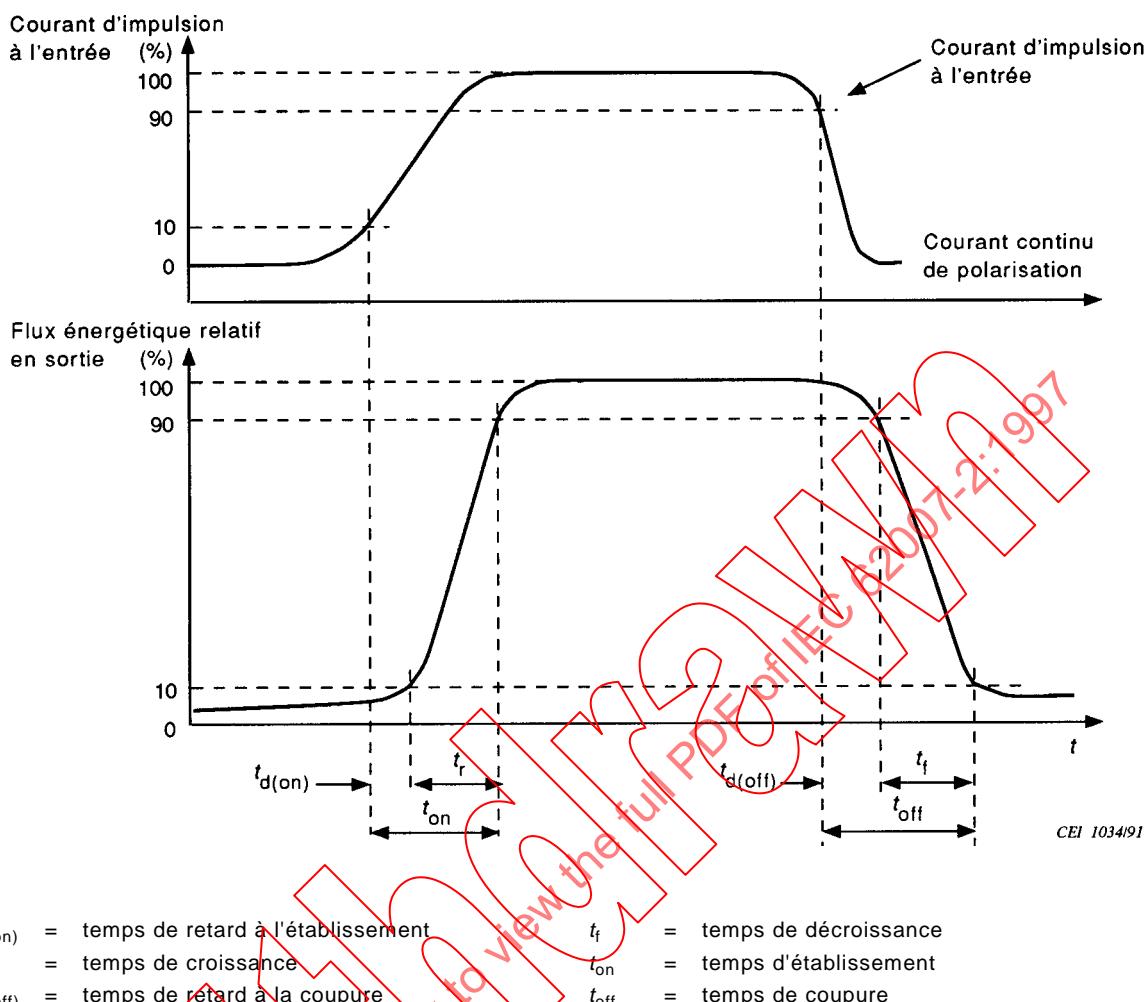


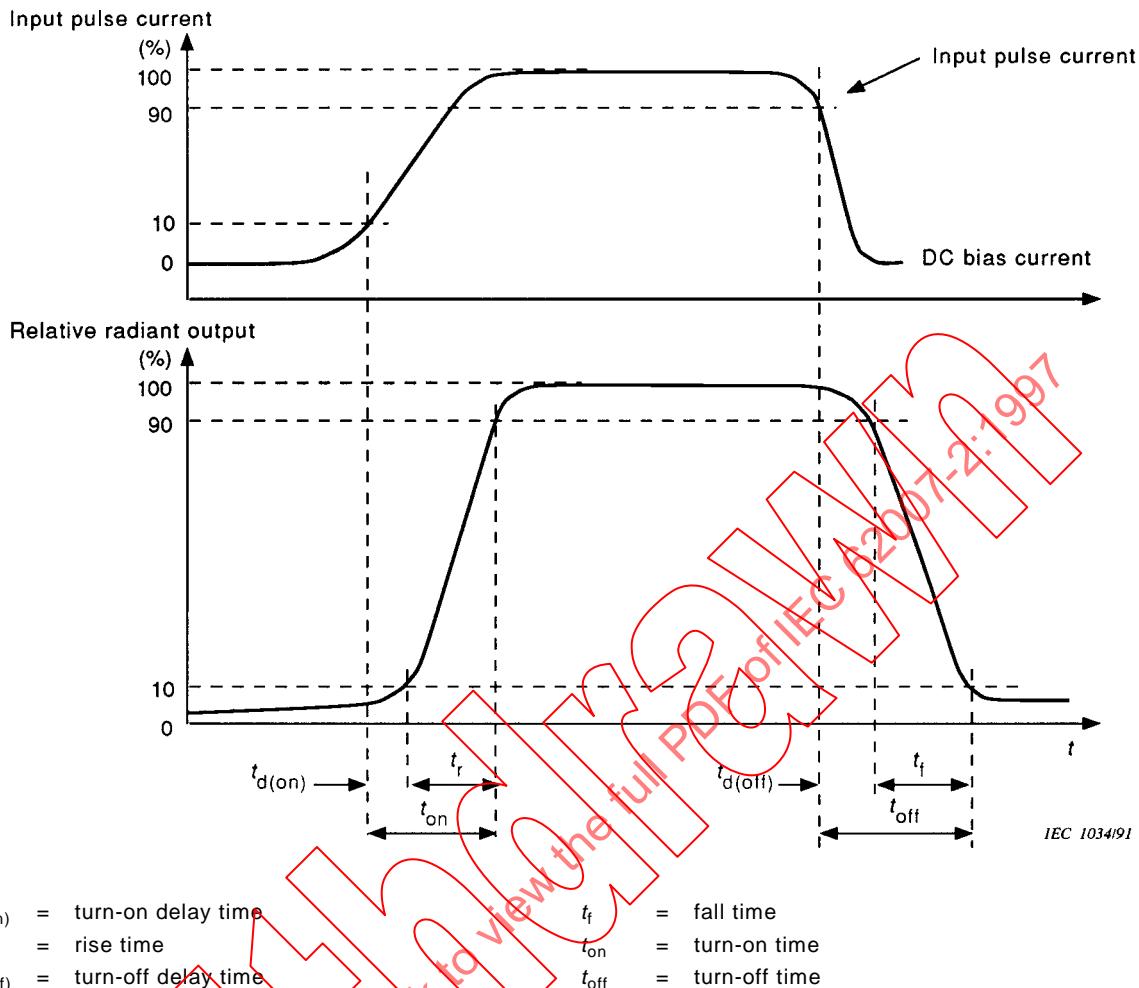
Figure 3

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou de boîtier.
- Courant continu de polarisation.
- Courant d'entrée en impulsion, largeur et rapport cyclique des impulsions.
- Accès optique.
- Configuration optique.

**3.3 Fréquence de coupure en petits signaux ( $f_c$ ) des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce**a) *But*

Mesurer la fréquence de coupure en petits signaux ( $f_c$ ) des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce, dans des conditions spécifiées.



- f) *Specified conditions*
- Ambient or case temperature.
  - DC bias current.
  - Input pulse current, width and duty cycle.
  - Optical port.
  - Optical configuration.

### 3.3 Small signal cut-off frequency ( $f_c$ ) of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtails

#### a) Purpose

To measure the small-signal cut-off frequency ( $f_c$ ) of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtails, under specified conditions.

## b) Schéma

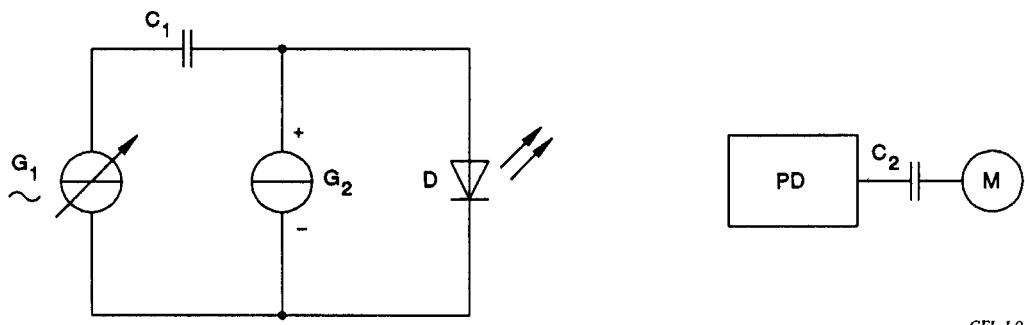


Figure 4

## c) Description du circuit et exigences

- D = dispositif en mesure
- $G_1$  = générateur de courant alternatif à fréquence ajustable
- $G_2$  = générateur de courant continu
- PD = photodétecteur
- M = appareil de mesure du flux énergétique pulsé
- $C_1, C_2$  = capacités de couplage

## d) Précautions à prendre

Il faut que le flux énergétique réfléchi dans la diode laser soit minimal afin d'éviter les distorsions qui pourraient affecter la précision des mesures. Le photodétecteur doit avoir une réponse en fréquence supérieure à  $f_c$ .

## e) Exécution

Pour les diodes électroluminescentes et les diodes émettrices en infrarouge, appliquer au dispositif en mesure le courant direct continu spécifié ou le courant direct continu permettant d'obtenir le flux énergétique spécifié.

Pour les diodes laser, ajuster le courant direct à une valeur égale au courant continu direct au-dessus du seuil ou au flux énergétique spécifié.

Moduler le courant direct délivré par  $G_1$  à une fréquence basse (inférieure à  $f_c/100$ ) et mesurer le flux énergétique pulsé sur M.

Augmenter la fréquence de modulation, en gardant constant le niveau de modulation, jusqu'à ce que la valeur du flux énergétique de sortie mesurée sur M soit réduite de moitié.

Cette fréquence est la fréquence de coupure en petits signaux ( $f_c$ ).

## f) Conditions spécifiées

Pour les diodes électroluminescentes et les diodes émettrices en infrarouge:

- température ambiante ou température de boîtier;
- courant direct continu ou flux énergétique.

Pour les diodes laser:

- température ambiante, température de boîtier ou température de l'embase;
- différence entre le courant direct continu (réel) et le courant de seuil ou le flux énergétique.

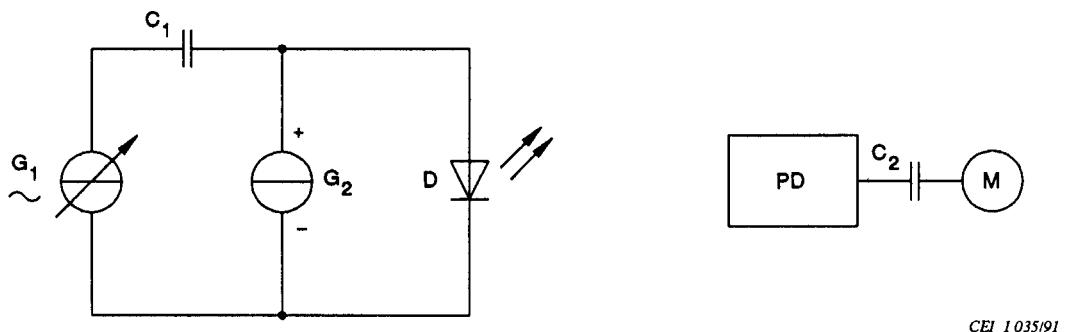
b) *Circuit diagram*

Figure 4

c) *Circuit description and requirements*

- D = device being measured
- G<sub>1</sub> = adjustable frequency a.c. generator
- G<sub>2</sub> = d.c. generator
- PD = photodetector
- M = measuring instrument for a.c. radiant power
- C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> = coupling capacitors

d) *Precautions to be observed*

The radiant power reflected back into the laser-diode shall be minimized so as to avoid distortions which could affect the accuracy of the measurements. The photodetector must have a frequency response greater than  $f_c$ .

e) *Measurement procedure*

For LED and IRED, the specified direct forward current or the direct forward current required to obtain the specified radiant power is applied to the device being measured.

For laser diodes, the forward current is adjusted to a value equal to the continuous forward current above the threshold or specified radiant power.

The forward current is modulated using generator G<sub>1</sub> at a low frequency (less than  $f_c/100$ ) and the a.c. radiant power is measured on M.

The modulation frequency is increased, keeping the modulation level constant until the output radiant power measured on M has halved.

This frequency is the small-signal cut-off frequency ( $f_c$ ).

f) *Specified conditions*

For the light-emitting diodes (LED) and infrared-emitting diodes (IRED):

- ambient or case temperature;
- d.c. forward current or radiant power.

For the laser diodes:

- ambient, case or submount temperature;
- difference between (actual) d.c. forward current and threshold current or radiant power.

### 3.4 Courant de seuil des diodes laser avec ou sans fibre amorce

#### a) But

Mesurer le courant de seuil d'une diode avec ou sans fibre amorce.

#### b) Schéma

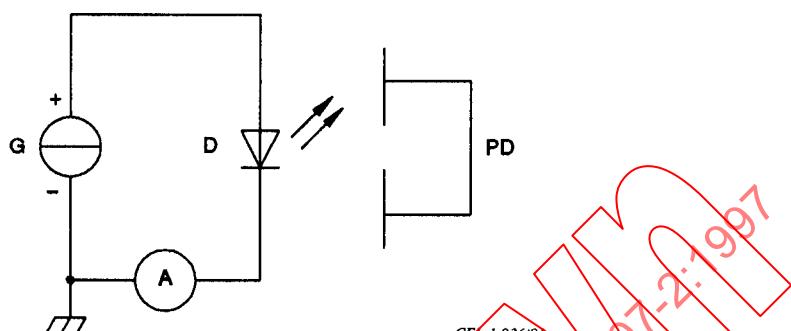


Figure 5

#### c) Description du circuit et exigences

D = dispositif en mesure

PD = photodétecteur destiné à mesurer le flux énergétique incident

A = ampèremètre

G = générateur (impulsions ou courant continu)

Pour la mesure en impulsions, le générateur de courant doit fournir des impulsions d'amplitude, de durée et de rapport cyclique requis.

#### d) Précautions à prendre

Le flux énergétique réfléchi dans la diode laser doit être réduit au maximum. Il ne faut pas dépasser les valeurs limites de la diode laser ( $I_F$  et  $\phi_e$ ).

#### e) Exécution

Appliquer le courant direct à la diode et enregistrer la courbe du flux énergétique incident provenant de la diode en fonction du courant direct.

Déterminer la valeur du courant direct à laquelle la dérivée seconde de la courbe a son premier maximum (voir figure 6). Le courant direct relevé à ce point est le courant de seuil  $I_{TH}$ .

### 3.4 Threshold current of laser diodes with or without pigtails

#### a) Purpose

To measure the threshold current of a laser diode, with or without pigtails.

#### b) Circuit diagram

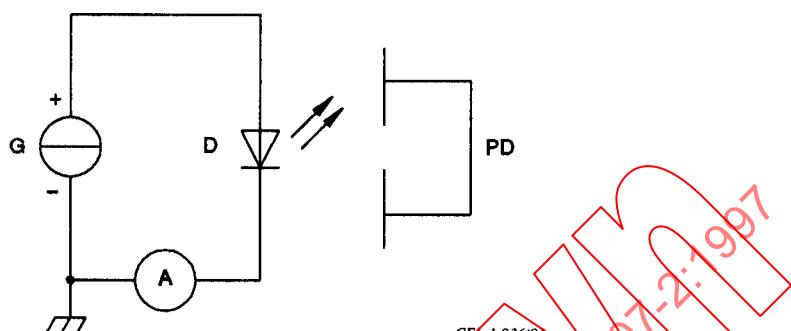


Figure 5

#### c) Circuit description and requirements

D = device being measured

PD = photodetector measuring incident radiant power

A = ammeter

G = generator (pulsed or d.c.)

For pulse measurement, the current generator shall provide current pulses of the required amplitude, duration and repetition rate.

#### d) Precautions to be observed

Radiant power reflected back into the laser diode shall be minimized. The limiting values of the laser diode ( $I_c$  and  $\phi_e$ ) shall not be overstepped.

#### e) Measurement procedure

A forward current is applied to the diode and the relation between the incident radiant power from the diode and the forward current is recorded.

The forward current at which the second derivative of the recorded curve showing incident radiant power versus the forward current has its first maximum is determined (see figure 6). The forward current at this point is the threshold current  $I_{TH}$ .

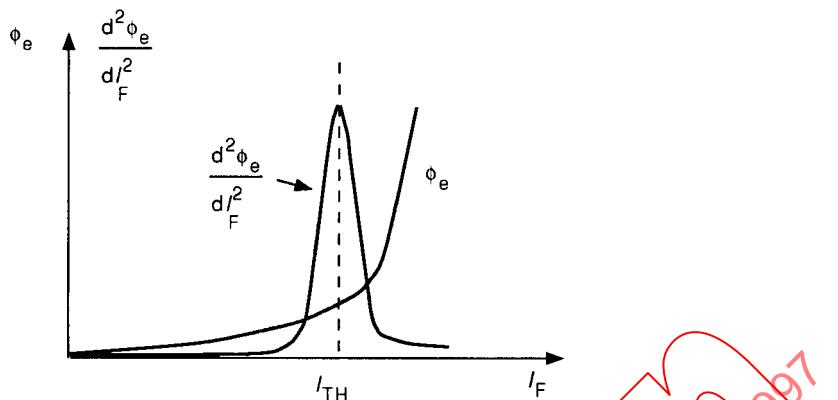


Figure 6

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante, de boîtier ou de l'embase.
- Pour les mesures en impulsions, rapport cyclique et durée des impulsions du courant direct.

### 3.5 Bruit relatif en intensité des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer le bruit relatif en intensité des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge et des diodes laser avec ou sans fibre amorce, dans des conditions spécifiées.

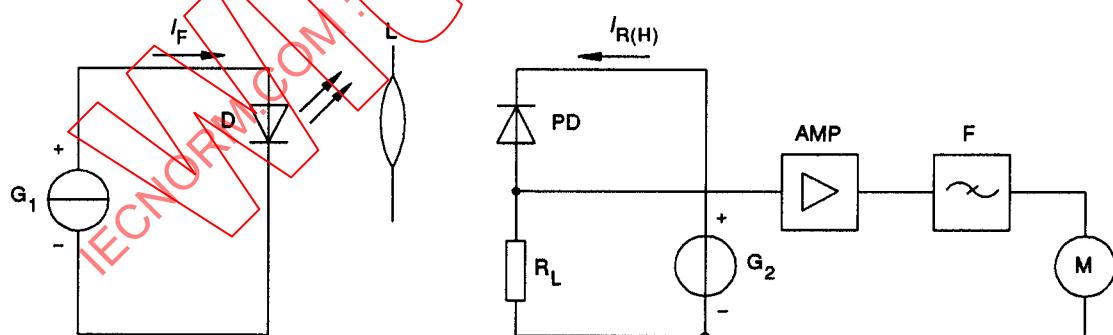
b) *Schéma*

Figure 7

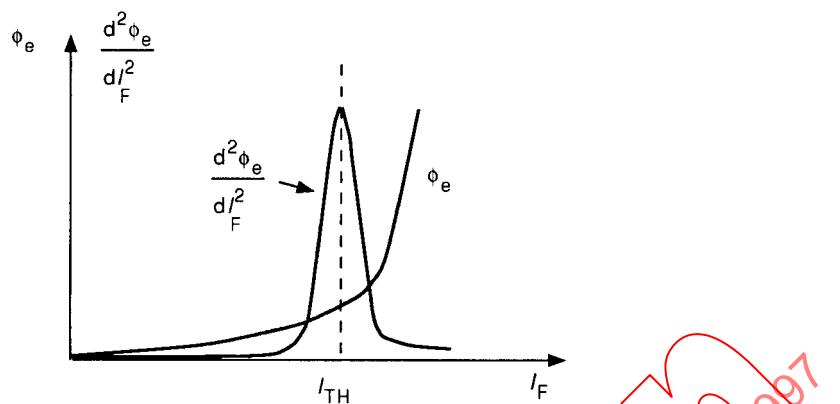


Figure 6

## f) Specified conditions

- Ambient, case or submount temperature.
- For pulse measurement, repetition frequency and pulse duration of the forward current.

### 3.5 Relative intensity noise of light-emitting diodes (LED), infrared-emitting diodes (IRED) and laser diodes with or without pigtails

## a) Purpose

To measure the relative intensity noise (RIN) of LED, IRED and laser diodes, with or without pigtails, under specified conditions.

## b) Circuit diagram

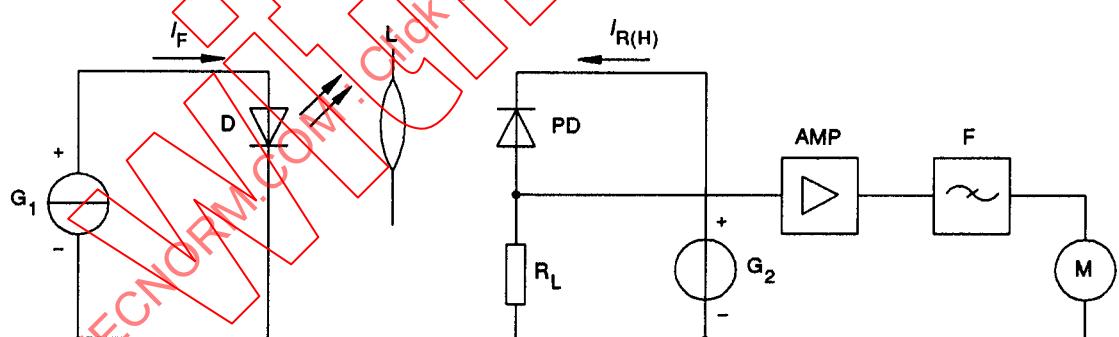


Figure 7

c) *Description du circuit*

- $G_1$  = générateur de courant continu
- D = dispositif en mesure
- L = système de lentilles
- $I_F$  = courant direct
- PD = photodétecteur
- $R_L$  = résistance de charge
- $I_{R(H)}$  = courant inverse du photodétecteur sous rayonnement optique
- $G_2$  = générateur de tension continue de polarisation
- AMP = amplificateur alternatif de gain  $G$
- F = filtre de fréquence centrale  $f_0$  et largeur de bruit équivalente  $\Delta f_N$
- M = instrument de mesure (par exemple appareil de mesure de niveau, etc.).

d) *Précautions à prendre*

Le flux énergétique réfléchi dans la diode laser doit être réduit au maximum afin d'éviter des distorsions pouvant affecter la précision des mesures.

e) *Exécution*

Appliquer au dispositif un courant continu correspondant au flux énergétique spécifié  $\phi_e$ . Mesurer, à l'aide de l'instrument de mesure M, la puissance de bruit  $N_t$  et simultanément le courant inverse  $I_{R(H)}$  du photodétecteur sous rayonnement optique.

Remplacer le dispositif photoémetteur mesuré par une source de rayonnement à large bande spectrale dans la même gamme de longueurs d'onde.

Ensuite, ajuster la puissance émise afin d'obtenir sous rayonnement optique, le même courant inverse  $I_{R(H)}$  du photodétecteur que celui obtenu initialement et mesurer, à l'aide de l'instrument de mesure M, la puissance de bruit  $N_d$  qui correspond au bruit de grenaille du photodétecteur plus au bruit de l'amplificateur.

Le bruit relatif en intensité ( $RIN$ ) se calcule en utilisant la formule:

$$RIN = \frac{N_t - N_d}{R_L \times G \times \Delta f_N \times I_{R(H)}}$$

Il s'exprime en  $\text{Hz}^{-1}$ .

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante, de boîtier ou de l'embase.
- Flux énergétique.
- Fréquence centrale et largeur de bruit équivalente.

### 3.6 Temps de commutation d'une diode laser avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer les temps de commutation, temps de retard à l'établissement  $t_{d(on)}$ , temps de croissance  $t_r$ , temps de retard à la coupure  $t_{d(off)}$  et temps de décroissance  $t_f$  d'une diode laser avec ou sans fibre amorce, dans des conditions spécifiées.

c) *Description of the circuit*

- $G_1$  = d.c. current generator
- D = device being measured
- L = lens system
- $I_F$  = forward current
- PD = photodetector
- $R_L$  = load resistance
- $I_{R(H)}$  = reverse current of the photodetector under optical radiation
- $G_2$  = d.c. voltage bias generator
- AMP = a.c. amplifier with gain  $G$
- F = filter with centre frequency  $f_0$  and equivalent noise bandwidth  $\Delta f_N$
- M = measuring instrument (for example level meter, etc.)

d) *Precautions to be observed*

Radiant power reflected back into the laser diode shall be minimized to avoid distortions affecting accuracy of the measurements.

e) *Measurement procedure*

A d.c. current corresponding to the specified radiant power  $\phi_e$  is applied to the device. The noise power  $N_t$  is measured by the measuring instrument M and is replaced by reverse current  $I_{R(H)}$  of the photodetector, under optical radiation is measured simultaneously.

The photo-emitting device being measured is replaced by a radiation source with broad spectral radiation bandwidth in the same wavelength range.

The irradiant power is adjusted to obtain the same reverse current  $I_{R(H)}$  of the photodetector under optical radiation as previously measured. The noise power  $N_d$  which corresponds to the photodetector shot-noise plus amplifier noise is measured by the measuring instrument.

$RIN$  is calculated using the formula:

$$RIN = \frac{N_t - N_d}{R_L \times G \times \Delta f_N \times I_{R(H)}}$$

It is expressed in  $\text{Hz}^{-1}$ .

f) *Specified conditions*

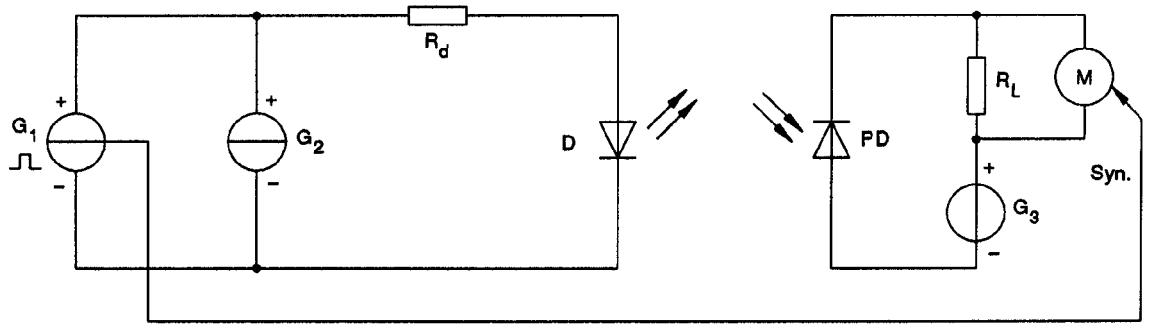
- Ambient, case or submount temperature.
- Radiant power.
- Centre frequency and equivalent noise bandwidth.

### 3.6 Switching times of a laser diode with or without pigtails

a) *Purpose*

To measure the switching times (turn-on delay time  $t_{d(on)}$ , rise time  $t_r$ , turn-off delay time  $t_{d(off)}$  and the fall time  $t_f$ ) of a laser diode with or without pigtails under specified conditions.

## b) Schéma



CEI 1040/91

Figure 8

## c) Description du circuit

- $G_1$  = générateur d'impulsions de courant
- $G_2$  = source de courant continu de polarisation
- $G_3$  = source de tension continue de polarisation
- $R_d$  = résistance d'adaptation d'impédance avec le générateur
- D = dispositif en mesure
- PD = photodiode
- $R_L$  = résistance de charge
- M = instrument capable de mesurer simultanément les formes d'ondes d'entrée et de sortie
- Syn. = signal de synchronisation.

## d) Précautions à prendre

- Le flux énergétique réfléchi dans la diode laser doit être réduit au maximum.
- La largeur d'impulsion et le rapport cyclique doivent être choisis de façon à éviter des effets thermiques significatifs.
- Une pointe de courant due à l'ouverture/fermeture du circuit, les contacts avec des corps à charges électrostatiques, etc., doivent être évités.
- L'impédance de la source de courant continu  $G_2$  doit être suffisamment grande pour ne pas perturber le courant de sortie du générateur d'impulsions  $G_1$ .
- Le temps de commutation de la photodiode PD, et le retard à la croissance du circuit et de l'appareil de mesure doivent être suffisamment faibles pour ne pas affecter la précision de la mesure.

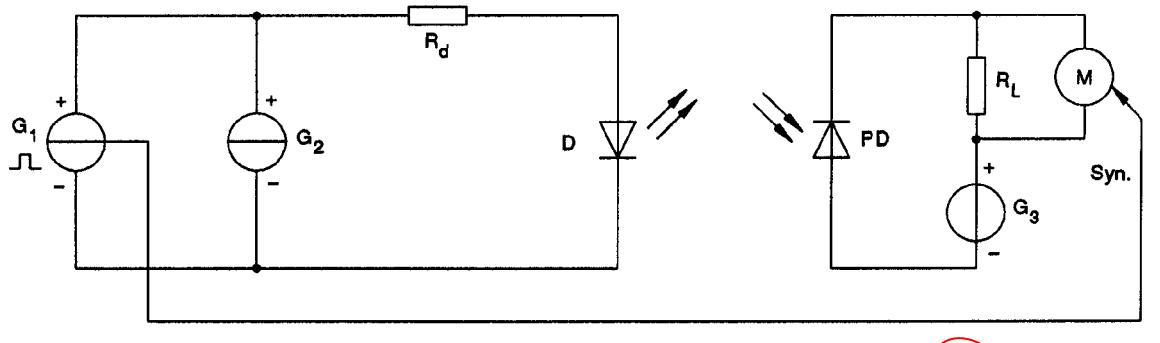
## e) Exécution

Appliquer le courant continu et d'impulsion spécifié au dispositif en mesure D.

Mesurer  $t_{d(on)}$ ,  $t_r$ ,  $t_{d(off)}$  et  $t_f$ .

NOTE – La valeur moyenne du flux énergétique au sommet de l'impulsion émise peut ne pas être équivalente à celle du flux énergétique émis pour un courant égal à la somme du courant continu de polarisation et de l'impulsion d'entrée.

## b) Circuit diagram



CEI 1040/91

Figure 8

## c) Circuit description

- $G_1$  = current pulse generator
- $G_2$  = d.c. current bias source
- $G_3$  = d.c. voltage bias source
- $R_d$  = resistance for matching the impedance with the generator
- D = device being measured
- PD = photodiode
- $R_L$  = load resistance
- M = measuring instrument capable of measuring input and output waveforms simultaneously
- Syn. = synchronization signal

## d) Precautions

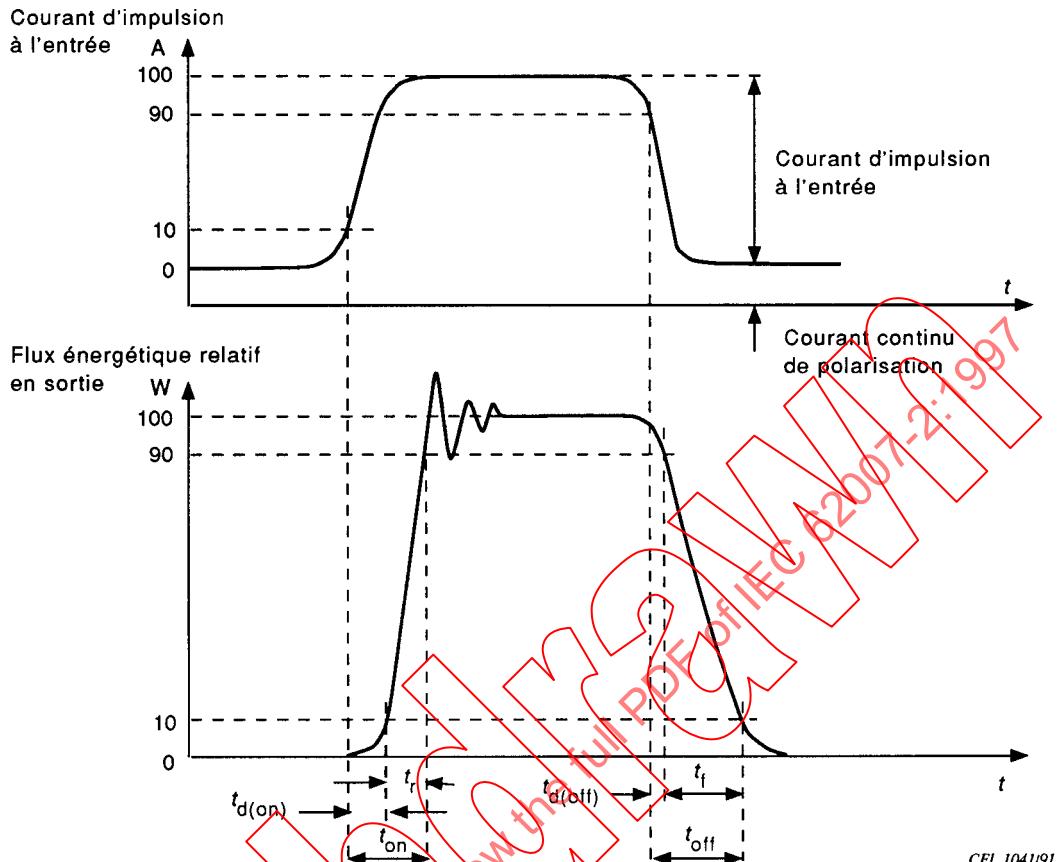
- Radian power reflected back into the laser diode shall be minimized.
- The pulse width and the duty cycle shall be chosen in order to avoid significant thermal effects.
- A surge current due to switching on/off the circuit, contact with electrostatically charged bodies, etc., shall be avoided.
- The d.c. source  $G_2$  shall have a sufficiently high impedance that does not distort the output of the current pulse generator  $G_1$ .
- The switching time of the photodiode PD, and the delay time of the test circuit and measuring instrument should be fast enough not to affect the accuracy of the measurement.

## e) Measurement procedure

The specified d.c. and pulse current are applied to the device being measured D.

Values of  $t_{d(on)}$ ,  $t_r$ ,  $t_{d(off)}$  and  $t_f$  are determined by the measuring instrument.

NOTE – Mean output power at the top of the relative radiant output pulse may not necessarily be equivalent to the c.w. optical power at a current equal to the sum of the d.c. bias and input pulse current.



NOTE 1 – Les temps de commutation sont définis en figure 9 sauf spécification contraire. Le niveau 100 % est le flux énergétique moyen obtenu au sommet de l'impulsion optique. Le niveau 0 % est le flux énergétique moyen obtenu uniquement par le courant continu de polarisation.

NOTE 2 – Les temps de commutation  $t_r$  et  $t_f$  sont définis entre 10 % et 90 % du flux énergétique moyen de sortie.

Figure 9

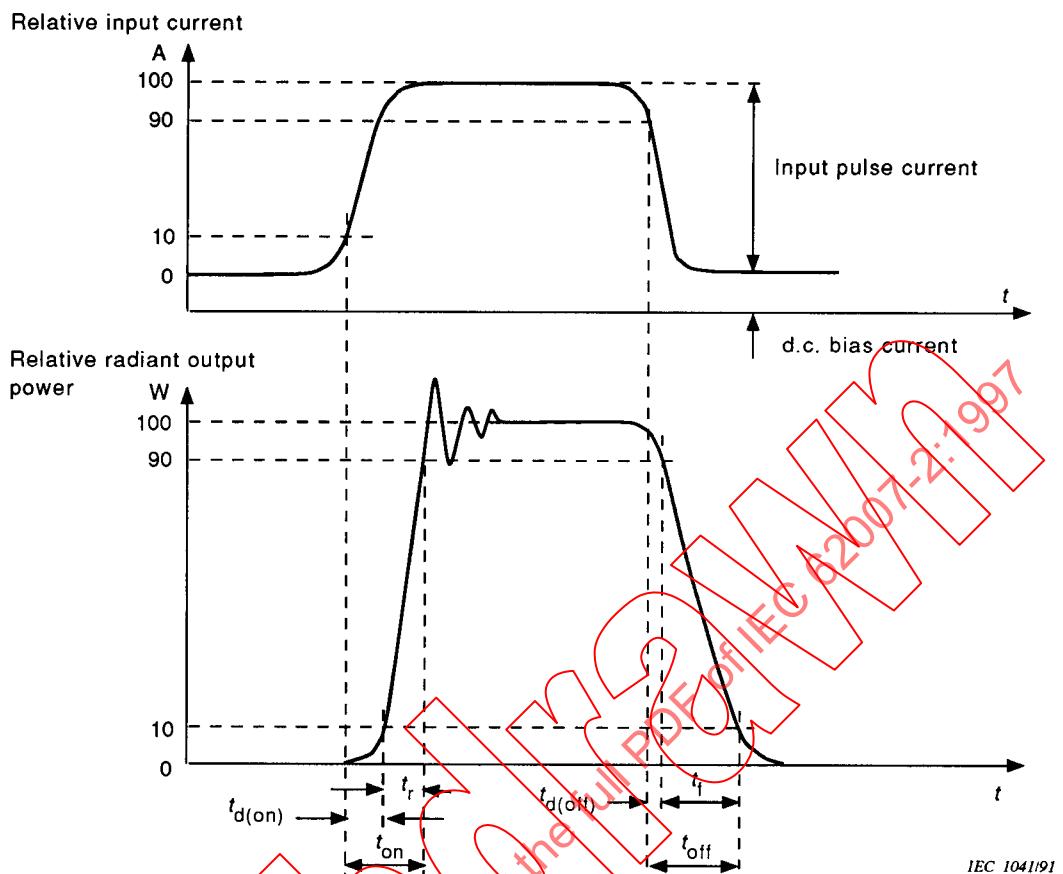
f) *Conditions spécifiées*

- Températures ambiante, de boîtier ou d'embase.
- Courant de polarisation ou flux énergétique.
- Courant d'impulsion d'entrée, durée et rapport cycliques.

**3.7 Rapport porteuse sur bruit des diodes électroluminescentes, des diodes émettrices en infrarouge, des diodes laser et d'un module laser avec ou sans fibre amorce**

a) *But*

Mesurer le rapport porteuse sur bruit à un niveau de flux énergétique (continu) sous des conditions de modulations du courant alternatif spécifiées.



NOTE 1 – The switching times are defined in figure 9 unless otherwise stated. The 100 % level is the mean output power obtained at the top of the optical pulse. The 0 % level is the output power obtained with only the d.c. bias current.

NOTE 2 – The switching times  $t_r$  and  $t_f$  are defined between 10 % and 90 % of the mean radiation output power, unless otherwise stated.

**Figure 9**

f) *Specified conditions*

- Ambient, case or submount temperature.
- Bias current or radiant power.
- Input pulse current, width and duty cycles.

**3.7 Carrier to noise ratio of light-emitting diodes, infrared-emitting diodes, laser diodes and a laser module with or without pigtailed**

a) *Purpose*

To measure the carrier to noise ratio at a specified radiant power level (cw) under specified modulation conditions.

## b) Schéma

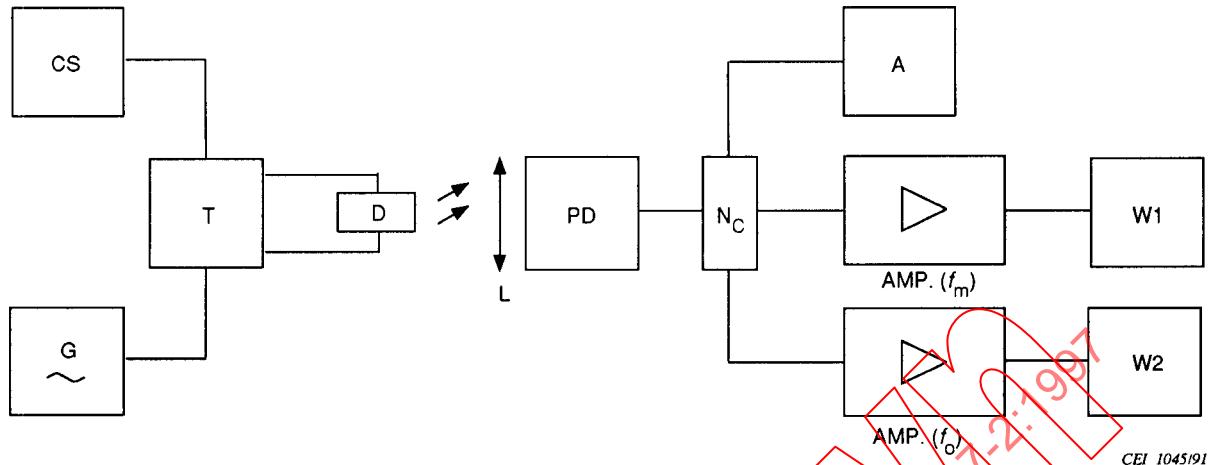


Figure 10

## c) Description du circuit et exigences

- CS = générateur de courant continu
- D = dispositif en mesure
- G = générateur de tension alternative
- T = polarisation T ou circuit de polarisation passif
- L = systèmes de lentilles
- PD = photodétecteur
- A = ampèremètre
- $\text{AMP}(f_m)$  = amplificateur adapté à la fréquence  $f_m$
- W1 = dispositif de mesure de puissance
- $\text{AMP}(f_o)$  = amplificateur et filtre adaptés à la fréquence  $f_o$
- W2 = dispositif de mesure de puissance
- $N_C$  = impédance d'adaptation et réseau diviseur de signaux

## d) Précautions à prendre

L'ensemble «photodétecteur + ampèremètre» doit être étalonné comme un dispositif de mesure du flux énergétique dans toute la gamme de longueurs d'onde considérée.

Le système de lentilles doit être conçu de telle sorte:

- qu'il empêche toute réflexion vers la diode ou le module laser;
- qu'il aligne l'accès optique du dispositif en mesure avec celui du photodétecteur.

## e) Exécution

Les conditions de commande et d'alimentation spécifiées sont appliquées au dispositif en mesure D.

## b) Circuit diagram

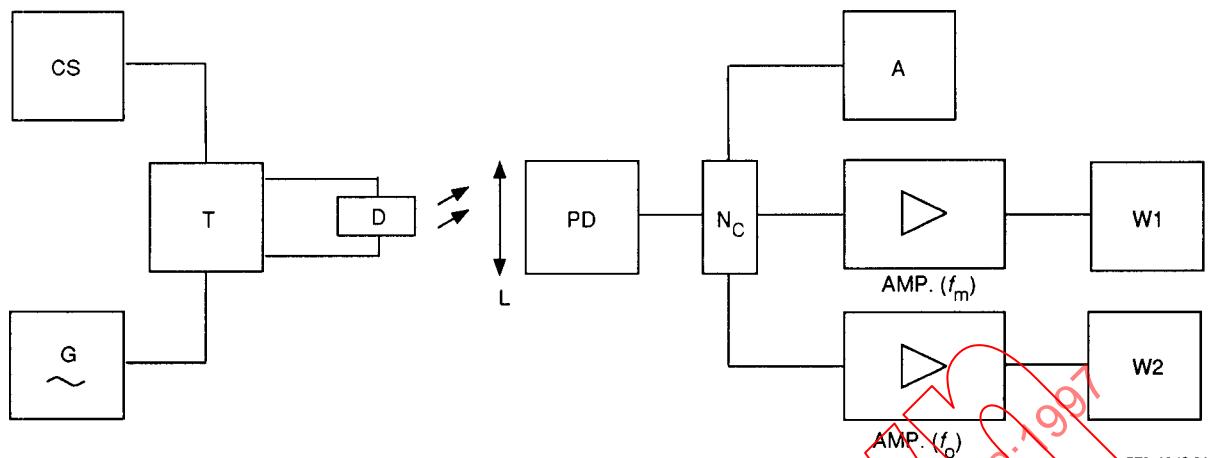


Figure 10

## c) Circuit description and requirements

CS	= d.c. current source
D	= device being measured
G	= a.c. generator
T	= bias T or passive biasing circuit
L	= focusing lens systems
PD	= photodetector
A	= current measuring instrument
AMP( $f_m$ )	= amplifier suitable for use at frequency $f_m$
W1	= power meter
AMP( $f_o$ )	= amplifier and filter suitable for use at frequency $f_o$
W2	= power meter
$N_c$	= impedance matching and signal dividing network

## d) Precautions to be observed

The associated "photodetector + ammeter" shall be calibrated as a radiant power meter unit over the wavelength range under consideration.

The focusing systems shall be designed:

- to avoid radiation being reflected back into the laser diode or the laser module;
- to bring into focus the optical port of the device being measured onto the optical port of the photodetector.

## e) Measurement procedure

The specified supply and drive conditions are applied to the device being measured D.

Le photocourant ( $I_{ph}$ ) résultant de l'éclairement ( $\phi_e$  spécifié) du photodétecteur est d'abord mesuré puis enregistré. Le signal de modulation en fréquence est ensuite appliqué au dispositif en mesure par le circuit de polarisation: fréquence sinusoïdale  $f_m$ , profondeur de modulation  $m$ . La puissance électrique  $P_1$  à la fréquence  $f_m$  est mesurée sur le dispositif W1.  $P_1$  est liée au carré du flux énergétique modulé par la formule:

$$(\Delta\phi_m)^2 = \frac{P_1}{S^2 \times R_c}$$

où

$S$  = sensibilité du photodétecteur PD

$R_c$  = résistance de charge du photodétecteur [entrée de l'amplificateur AMP( $f_m$ )]

La puissance électrique de bruit,  $N_{tot}$ , à la fréquence  $f_o$ , dans la bande de fréquence  $\Delta f$ , est mesurée sur le dispositif de mesure de puissance W2 ( $f_o$  doit être aussi près que possible de  $f_m$ ). Cela est la somme du bruit de grenaille pur associé au courant de la photodiode  $I_{ph}$  et de l'excès de bruit causé par les fluctuations d'intensité de rayonnement de la source. Le bruit de grenaille pur doit être mesuré dans les mêmes conditions d'éclairage (même  $I_{ph}$ ) en utilisant une source de rayonnement à spectre optique large. La puissance électrique  $N_s$  de bruit correspondant au bruit de grenaille pur équivalant aux fluctuations de flux énergétique est mesurée sur W2:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{lin} = \frac{(\Delta\phi_m)^2}{\langle\Delta\phi_e^2\rangle} = \frac{P_1}{(N_{tot} - N_s)} \times (\Delta f)$$

ou

$$\left(\frac{C}{N}\right) = 10 \log_{10} \left(\frac{C}{N}\right)_{lin}$$

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante, de boîtier ou d'embase.
- Conditions de polarisation ( $\phi_e$ ,  $I_F$  ou  $\Delta I_F$ ).
- Fréquence et largeur de bande ( $f_o$ ,  $\Delta f$ ).
- Fréquence de modulation ( $f_m$ ).
- Indice de modulation ( $m$ ).

### 3.8 Paramètre $S_{11}$ des diodes laser, électroluminescentes et émettrices en infrarouge, des modules laser avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer les parties réelle et imaginaire (ou module et phase) de la caractéristique d'entrée du dispositif pour un niveau de flux énergétique et à une fréquence spécifiés.

Le paramètre  $S_{11}$  est le rapport de la tension réfléchie en haute fréquence  $V_{rl}$  sur la tension incidente en haute fréquence  $V_{il}$  à l'accès d'entrée électrique du dispositif.

$$S_{11} = \frac{V_{rl}}{V_{il}}$$

L'équation équivalente de travail étant:

$$S_{11} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0}$$

dans laquelle  $Z_1$  est l'impédance d'entrée du dispositif en mesure et  $Z_0$  l'impédance caractéristique de l'équipement de mesure.

The photocurrent ( $I_{ph}$ ) resulting from the illumination ( $\phi_e$  specified) of the photodetector is measured first and noted. R.F. modulation is applied to the device being measured through the biasing circuit: sinewave frequency  $f_m$ , modulation depth  $m$ . The electrical power  $P_1$  at frequency  $f_m$  is measured on the power meter W1. This electrical power  $P_1$  is related to the modulated radiant power squared as follows:

$$(\Delta\phi_m)^2 = \frac{P_1}{S^2 \times R_c}$$

where:

$S$  = responsivity on the photodetector PD

$R_c$  = load resistance of PD [input of AMP( $f_m$ )]

The noise electrical power  $N_{tot}$  at frequency  $f_o$  in the frequency band  $\Delta f$  is measured on the power meter W2 ( $f_o$  should be as close as technically possible to  $f_m$ ). This is the sum of the pure shot noise associated with the photocurrent  $I_{ph}$  and the excess noise due to the radiation source intensity fluctuations. The pure shot noise must be measured under the same illumination conditions (same  $I_{ph}$ ) using a "broad optical spectrum" radiation source. The electrical noise power corresponding to the pure shot noise equivalent radiant power fluctuations ( $N_s$ ) can be measured on W2:

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{lin} = \frac{(\Delta\phi_m)^2}{\langle\Delta\phi_e^2\rangle} = \frac{P_1}{(N_{tot} - N_s)} \times (\Delta f)$$

or

$$\left(\frac{C}{N}\right) = 10 \log_{10} \left(\frac{C}{N}_{lin}\right)$$

f) *Specified conditions*

- Ambient, case or submount temperature.
- Measurement bias conditions ( $\phi_e$ ,  $I_F$  or  $\Delta I_F$ ).
- Frequency and bandwidth ( $f_o$ ,  $\Delta f$ ).
- Drive frequency ( $f_m$ ).
- Modulation depth ( $m$ ).

### 3.8 $S_{11}$ parameter of infrared emitting diodes, light-emitting diodes, laser diodes, laser modules with or without pigtailed

a) *Purpose*

To measure the real and imaginary parts (or modulus and phase) of the input characteristic of a device at a specified radiant power level and at a specified frequency.

The  $S_{11}$  parameter is the ratio of the high-frequency reflected voltage  $V_{rl}$  to the high-frequency incident voltage  $V_{il}$  at the device electrical input port.

$$S_{11} = \frac{V_{rl}}{V_{il}}$$

The equivalent working equation is the following:

$$S_{11} = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0}$$

in which  $Z_1$  is the input impedance of the device being measured and  $Z_0$  the characteristic impedance of the measuring equipment.

## b) Schéma

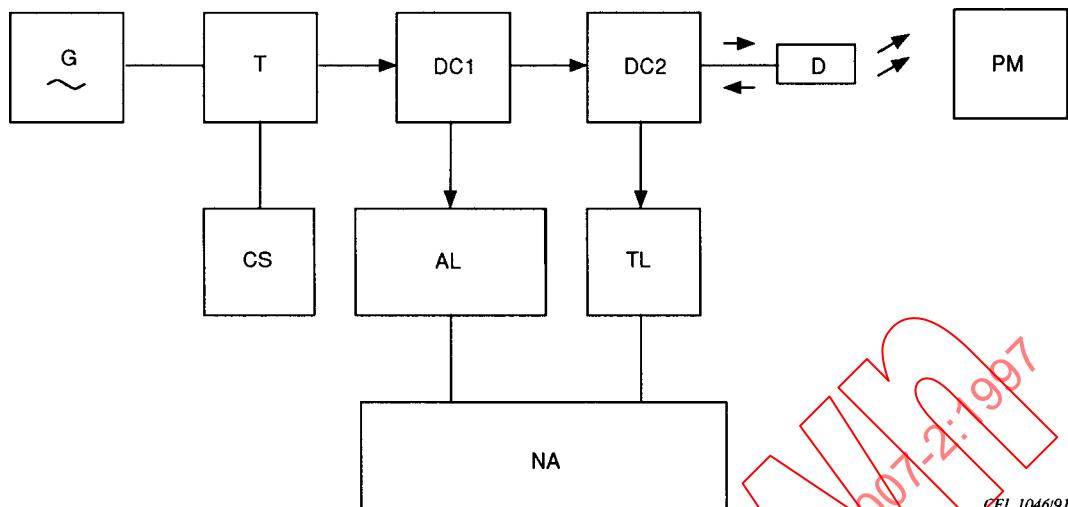


Figure 11

## c) Description du circuit et exigences

- G = générateur RF
- T = circuit de polarisation
- CS = source de courant continu
- DC1 = coupleur directionnel (onde incidente)
- DC2 = coupleur directionnel (onde réfléchie)
- AL = ligne de transmission ajustable
- NA = analyseur de réseau
- D = dispositif en mesure
- PM = photodétecteur
- TL = ligne de transmission d'essai

## d) Précautions à prendre

L'impédance caractéristique des lignes de transmission, du générateur, des atténuateurs, du support de mesure du dispositif, du circuit de polarisation T et des charges est adaptée à une impédance équivalente, par exemple de  $50 \Omega$ , dans la gamme de fréquences spécifiée.

La puissance RF doit rester suffisamment faible pour faciliter un fonctionnement linéaire du dispositif en mesure D.

S'assurer que les accès optiques du dispositif D et du photodétecteur PM sont dans le même alignement.

## e) Exécution

*Etalonnage:*

La ligne de transmission d'étalonnage doit équilibrer la ligne d'essai.

Court-circuiter la ligne d'entrée à l'endroit du dispositif en mesure D.

La fréquence du signal balaie la fréquence spécifiée  $f$ , et la longueur de la ligne ajustable est modifiée afin d'obtenir un seul point  $S_{11}$  sur le diagramme de Smith (le module est égal à 1 et la phase à  $180^\circ$ ).

## b) Circuit diagram

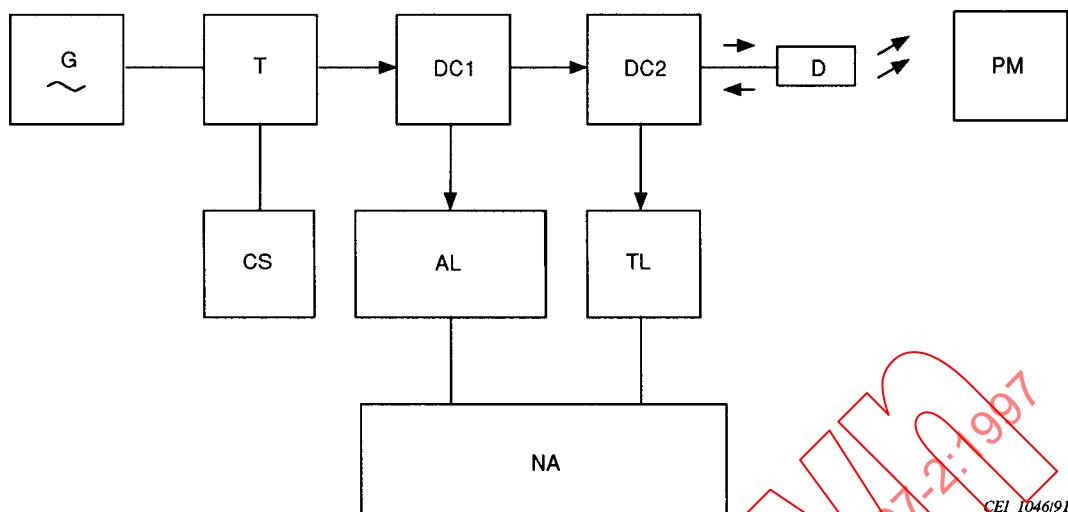


Figure 11

## c) Circuit description and requirements

- G = RF generator
- T = biasing circuit
- CS = d.c. current source
- DC1 = directional coupler forward
- DC2 = directional coupler reverse
- AL = adjustable transmission line
- NA = network analyzer
- D = device being measured
- PM = radiant power meter
- TL = test transmission line

## d) Precautions to be observed

The characteristic impedance of the transmission lines, generator, attenuators, device measuring socket, T-biasing circuit and loads is matched to a common impedance (usually  $50 \Omega$ ) over the specified frequency range.

The RF power shall remain low enough to allow for linear operation of the device being measured D.

Ensure that the optical ports of the device D and the meter PM are aligned.

## e) Measurement procedure

*Calibration:*

The adjustable line shall balance the test line.

A short circuit is connected to the input line at the location of the device being measured.

The a.c. signal frequency is scanned around the specified frequency  $f$ , and the adjustable line length is altered in order to obtain one single point  $S_{11}$  on the Smith Chart (modulus equal to unity and phase equal to  $180^\circ$ ).

**Mesure:**

Remplacer le court-circuit d'étalonnage par le dispositif en mesure D, appliquer les conditions de polarisation spécifiées ( $\phi_e$ ,  $T_{case}$  ou  $T_{amb}$ ,  $T_{sub}$ ), lire la valeur de  $S_{11}$  correspondant au coefficient de réflexion du dispositif D.

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante, de boîtier ou d'embase.
- Conditions d'alimentation et de commande:  $\phi_e$  ou  $I_F$  ou  $\Delta I_F$ ,  $f$ ,  $m$  (indice de modulation).

**3.9 Rapport de contrôle d'un module laser avec fibres amorces, avec ou sans élément refroidisseur**a) *But*

Mesurer les variations maximales du rapport de contrôle entre le flux énergétique de sortie de la fibre et le courant de la photodiode du module laser dans une gamme de températures spécifiée.

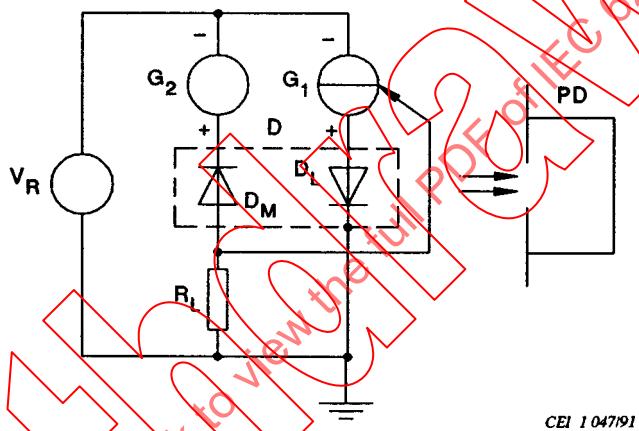
b) *Schémas*

Figure 12a – Diode laser: cathode reliée au boîtier

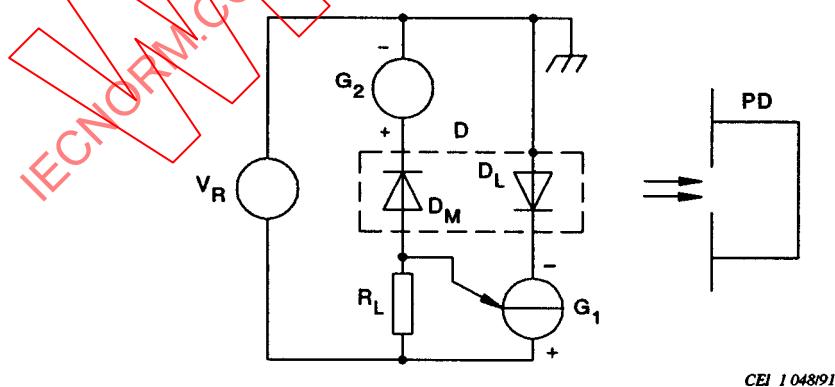


Figure 12b – Diode laser: anode reliée au boîtier

***Measurement:***

The "calibration" short-circuit is replaced by the device being measured D, the bias conditions are applied as specified ( $\phi_e$ ,  $T_{case}$ , or  $T_{amb}$ ,  $T_{sub}$ ), the value of  $S_{11}$  corresponding to the reflection coefficient of the device D is read.

**f) Specified conditions**

- Ambient, case or submount temperature.
- Supply and drive conditions:  $\phi_e$  or  $I_F$  or  $\Delta I_F$ ,  $f$ ,  $m$  (modulation depth).

**3.9 Tracking error for a laser module with pigtails, with or without cooler****a) Purpose**

To measure the maximum variations of the tracking ratio between the fibre output radiant power and the monitor diode photocurrent of a laser module over a specified temperature range.

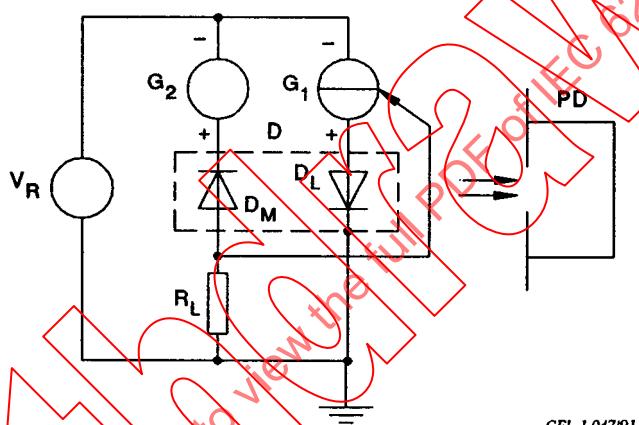
**b) Circuit diagrams**

Figure 12a – Laser diode: cathode connected to the package

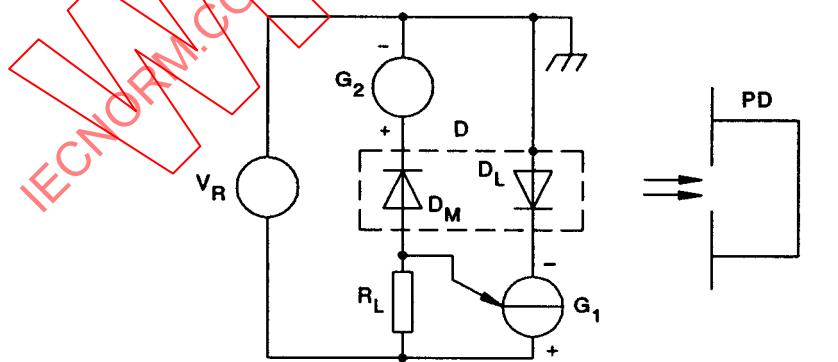


Figure 12b – Laser diode: anode connected to the package

c) *Description du circuit et exigences*

- D = dispositif en mesure
- PD = photodétecteur étalonné (en watts)
- $G_1$  = source de courant continu, commandée par le courant fourni par la photodiode
- $G_2$  = source de tension continue
- $R_L$  = résistance de charge
- $V_R$  = voltmètre continu
- $D_L$  = diode laser
- $D_M$  = photodiode de commande

d) *Précautions à prendre*

- Le flux énergétique réfléchi sur la diode laser doit être négligeable.
- Les changements de la température du boîtier doivent être suffisamment lents pour assurer que l'équilibre thermique se fasse à l'intérieur du module et, dans le cas d'un module avec refroidissement, que la température  $T_{sub}$  spécifiée soit stabilisée.

e) *Exécution*

Pour chaque point de mesure, régler la source de courant  $G_1$  de telle façon que le courant de commande soit égal à la valeur obtenue avec le rayonnement optique spécifié, à 25 °C.

Régler la température du boîtier dans la gamme spécifiée et relever la valeur du flux énergétique de sortie en fonction soit du temps (figure 13), soit de la température de boîtier (figure 14).

L'erreur de contrôle est donnée par la formule:

$$E_{R1} = \frac{\phi_e 25^\circ\text{C} - \phi_e \text{min}}{\phi_e 25^\circ\text{C}} \times 100 (\%)$$

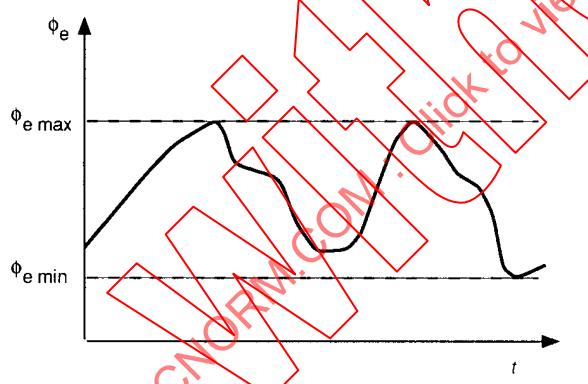


Figure 13

$$E_{R2} = \frac{\phi_e \text{max} - \phi_e 25^\circ\text{C}}{\phi_e 25^\circ\text{C}} \times 100 (\%)$$

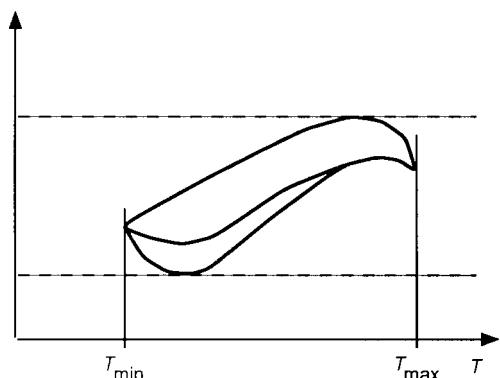


Figure 14

f) *Conditions spécifiées*

- $\phi_e$  ou  $\Delta I_F$  à 25 °C
- Gamme de températures de boîtier ou ambiante:  $T_{case/amb \ min}$ ;  $T_{case/amb \ max}$ .
- Température d'embase ( $T_{sub}$ ), si nécessaire
- Tension de polarisation ( $V_R$ ) de la photodiode de commande ( $D_M$ ).

c) *Circuit description and requirements*

- D = device being measured
- PD = photodetector calibrated (in watts)
- $G_1$  = d.c. current source, monitored through negative feedback by the photocurrent delivered by the monitor photodiode
- $G_2$  = d.c. voltage source
- $R_L$  = load resistance
- $V_R$  = d.c. voltmeter
- $D_L$  = laser diode
- $D_M$  = monitor photodiodes

d) *Precautions to be observed*

- The optical radiant power reflected back to the laser diode shall be minimized.
- The changes in case temperature should be slow enough to insure that thermal equilibrium takes place inside the module, and in the case of a module with cooler, that the specified  $T_{\text{sub}}$  is stabilized.

e) *Measurement procedure*

At each measuring point, the current source  $G_1$  is adjusted until the monitor photocurrent is equal to the value obtained with the specified optical radiation at  $25^\circ\text{C}$ .

The case temperature is scanned over the specified range and the plot of the output radiant power is recorded against either time (figure 13) or case temperature (figure 14).

The tracking error is then given by:

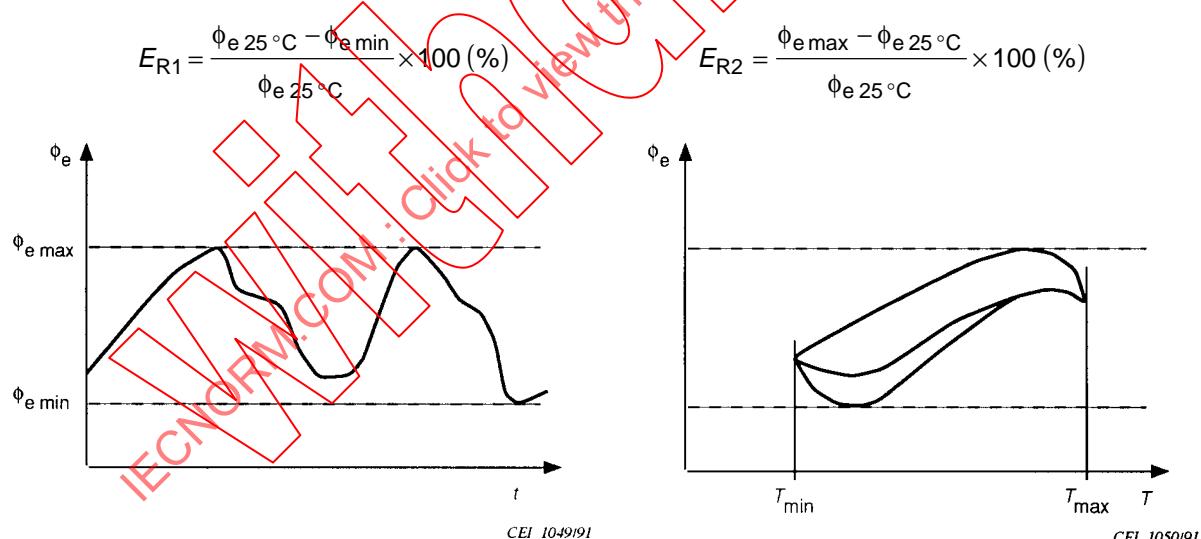


Figure 13

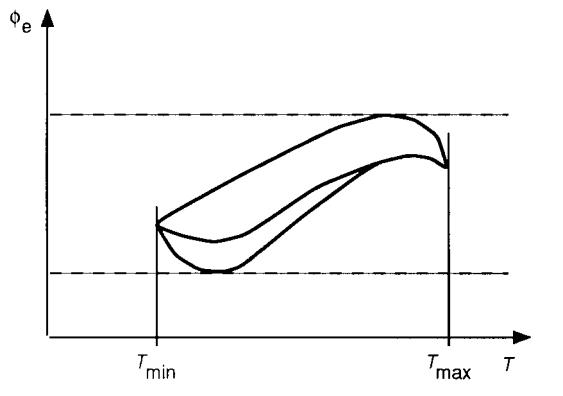


Figure 14

f) *Specified conditions*

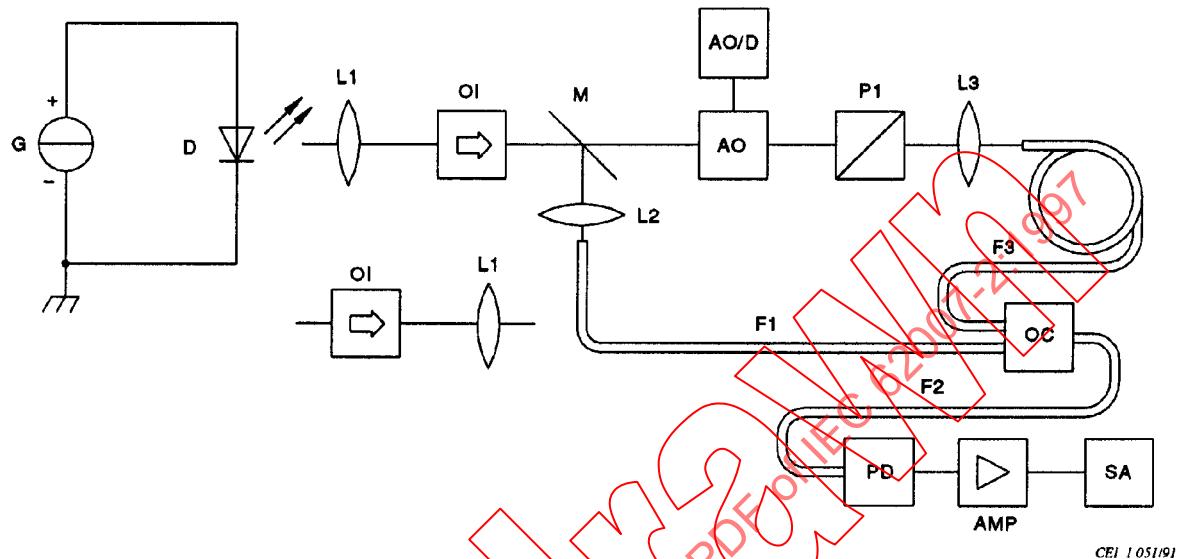
- $\Phi_e$  or  $\Delta I_F$  at  $25^\circ\text{C}$ .
- Case or ambient temperature range  $T_{\text{case/amb min}}$ ;  $T_{\text{case/amb max}}$ .
- Submount temperature ( $T_{\text{sub}}$ ), where appropriate.
- Bias voltage ( $V_R$ ) of the monitor photodiode ( $D_M$ ).

### 3.10 Largeur spectrale de mode d'une diode laser avec ou sans fibre amorce

#### a) But

Mesurer la largeur spectrale de mode d'une diode laser avec ou sans fibre amorce.

#### b) Schéma



#### c) Description du circuit

G	= source de courant continu
D	= dispositif en mesure
L1, L2, L3	= lentilles
OI	= isolateur optique
AO	= modulateur acousto-optique
AO/D	= commande du modulateur
M	= miroir
P1	= dispositif de réglage de la polarisation
F1, F2, F3	= fibres monomodes
OC	= coupleur optique
PD	= photodéTECTeur
AMP	= amplificateur
SA	= analyseur de spectre

#### d) Précautions à prendre

- Réduire au maximum la réflexion du flux énergétique sur la diode laser.
- La longueur de F3 doit être suffisante pour obtenir une plus grande résolution que la largeur spectrale du dispositif en mesure D.
- La fréquence de modulation doit être plus grande que la largeur spectrale du dispositif en mesure D.

### 3.10 Spectral linewidth of a laser diode with or without pigtails

#### a) Purpose

To measure the spectral linewidth of a laser diode with or without pigtails.

#### b) Circuit diagram

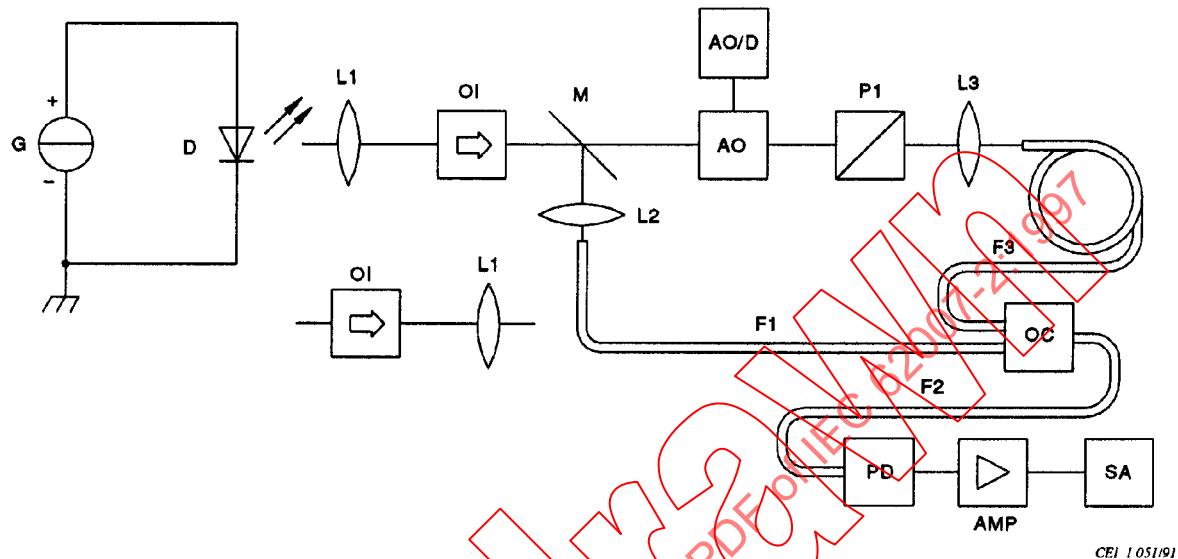


Figure 15

#### c) Circuit description

G	= d.c. current source
D	= device being measured
L1, L2, L3	= lenses
OI	= optical isolator
AO	= acousto-optic modulator
AO/D	= driver for acousto-optic modulator
M	= mirror
P1	= polarization adjustment device
F1, F2, F3	= single mode fibre
OC	= optical coupler
PD	= detector
AMP	= amplifier
SA	= spectrum analyzer

#### d) Precautions to be observed

- Radiation power reflected back into the laser diode shall be minimized.
- Length of F3 should be sufficiently long to obtain a greater resolution than the spectral linewidth of the device being measured D.
- Modulation frequency should be higher than the spectral linewidth of the device D.

- Le courant continu spécifié doit être suffisamment stabilisé pour ne pas augmenter la largeur spectrale du dispositif D.

NOTE – La longueur de la fibre F3 doit être déterminée par la résolution de fréquence:

$$\frac{0,75 c}{\pi L n}$$

où

c est la vitesse de la lumière

L est la longueur de F3

n est l'indice de réfraction de la fibre F3.

#### e) Exécution

Appliquer le courant continu spécifié ( $\Delta I_F$ ) au-dessus du courant de seuil ou le courant direct correspondant au flux énergétique spécifié ( $\phi_e$ ) au dispositif en mesure D.

Aligner l'accès optique du dispositif D de façon à obtenir le flux énergétique maximal en F1 et F3.

Repérer la valeur crête correspondant à la fréquence de modulation du modulateur AO sur l'analyseur de spectre et tourner P1 afin d'obtenir le flux énergétique maximal. Mesurer la largeur totale à la moitié de la valeur crête maximale relevée. La valeur mesurée est égale à deux fois la largeur de mode du dispositif D.

#### f) Conditions spécifiées

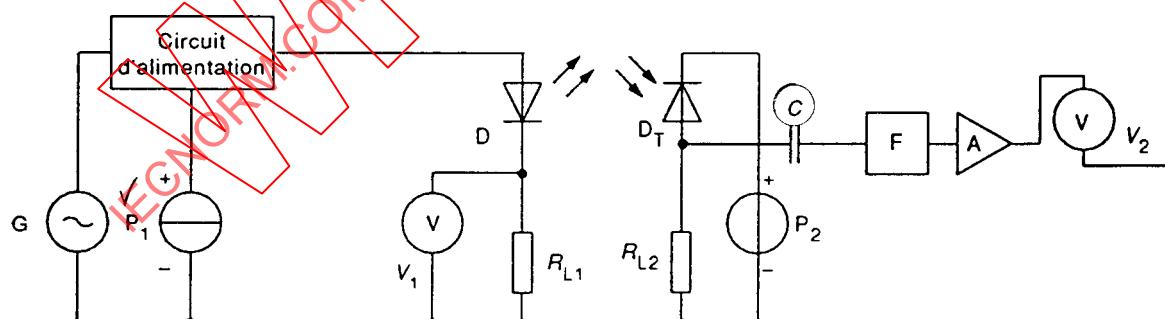
- Température ambiante, de boîtier ou d'embase.
- Courant direct  $\Delta I_F$  au-dessus du courant de seuil ou flux énergétique  $\phi_e$ .

### 3.11 Courant de modulation correspondant à 1 dB de compression ( $I_{F(1 \text{ dB})}$ ) dans les diodes électroluminescentes et les diodes émettrices en infrarouge

#### a) But

Mesurer le courant de modulation correspondant à une compression d'efficacité de 1 dB dans des conditions spécifiées de modulation et de flux énergétique de sortie.

#### b) Schéma



CEI 963/94

Figure 16

- The specified d.c. current should be sufficiently stabilized so as not to broaden the measured linewidth of the device D.

NOTE – The fibre length of F3 should be determined by the frequency resolution:

$$\frac{0,75 c}{\pi L n}$$

where:

c is the velocity of light

L is the length of F3

n is the refractive index of fibre F3.

#### e) Measurement procedure

The specified d.c. current above threshold ( $\Delta I_F$ ) or the forward current corresponding to the specified radiant power ( $\phi_e$ ) is applied to the device D being measured.

The optical port of the device D is aligned to get maximum radiant power into F1 and F3.

A peak corresponding to the modulation frequency of the modulator AO on the spectrum analyzer is observed and P1 is rotated to get the maximum radiant power. Full width at half maximum of the observed peak is measured. The measured value is twice the spectral linewidth of the device D.

#### f) Specified conditions

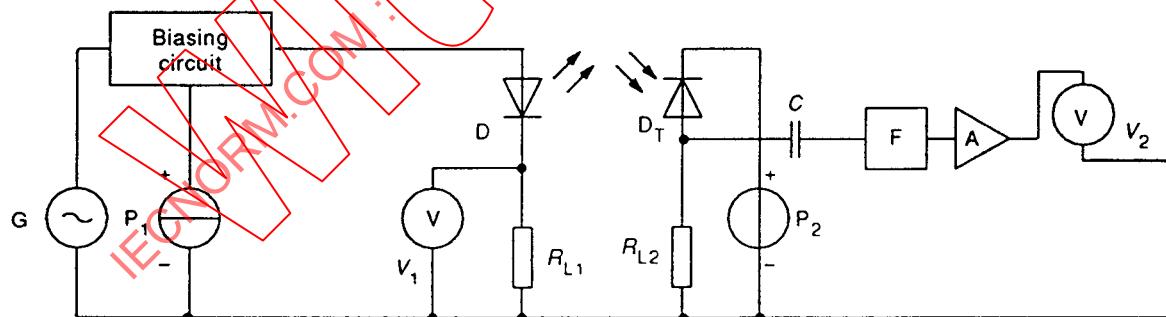
- Ambient, case or submount temperature.
- Forward current above threshold  $\Delta I_F$  or radiant power  $\phi_e$ .

### 3.11 Modulation current at 1 dB efficacy compression ( $I_{F(1 \text{ dB})}$ ) of light emitting diodes (LED) and infrared emitting diodes (IRED)

#### a) Purpose

To measure the modulation current at 1 dB efficacy compression under specified modulation frequency and radiant power output condition.

#### b) Circuit diagram



IEC 963/94

Figure 16

c) *Description du circuit et exigences*

- D = dispositif en mesure
- G = source du signal sinusoïdal
- C = capacité de couplage
- $P_1$  = source d'alimentation fournissant à D le flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié
- $V, V_1, V_2$  = voltmètres alternatifs ou appareils de mesure de tension à large bande
- $R_{L1}$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance spécifiée pour D
- $D_T$  = détecteur de signaux optiques
- $R_{L2}$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance spécifiée pour  $D_T$
- $P_2$  = source d'alimentation fournissant à  $D_T$  la tension de fonctionnement
- F = filtre dont la fréquence centrale de la bande passante correspond à la fréquence  $f$  de la sortie du signal sinusoïdal
- A = amplificateur

d) *Précautions à prendre*

L'accès optique du dispositif à mesurer doit, dans la mesure du possible, être couplé à celui du détecteur de signaux optiques.

e) *Exécution*

Coupler la sortie optique de D à l'accès optique du détecteur  $D_T$ . Appliquer le courant d'alimentation généré par  $P_1$  aux connexions de D pour que D émette le flux énergétique spécifié  $\Phi_e$  en sortie de son accès optique. Appliquer le courant de modulation fourni par le générateur de signaux G à la fréquence de modulation spécifiée. Enregistrer la tension  $V_2$  du signal détecté et la tension de modulation  $V_1$  lorsque le courant de modulation augmente. On détermine le courant de modulation  $I_1$  ( $I_1 = V_1/R_{L1}$ ) à partir de  $V_1$ , avec la valeur de  $R_{L1}$ . Identifier la zone dans laquelle il existe une relation linéaire entre  $\log V_2$  et  $\log I_1$ . Enregistrer la valeur de  $I_1$  pour laquelle  $\log V_2$  est à 1 dB en dessous de la valeur obtenue dans la zone linéaire projetée, comme le montre la figure 17. Cette valeur de  $I_1$ :  $I_{F(1 \text{ dB})}$  est le courant de modulation à 1 dB de compression.

NOTE – Les fonctions des filtres et des voltmètres à courant alternatif sont habituellement incorporées dans les analyseurs de spectre à haute fréquence. On peut utiliser ces appareils à la place des éléments de circuit séparés indiqués dans la description du circuit. Cela permet de mesurer la puissance des signaux en courant alternatif, au lieu de leur amplitude.

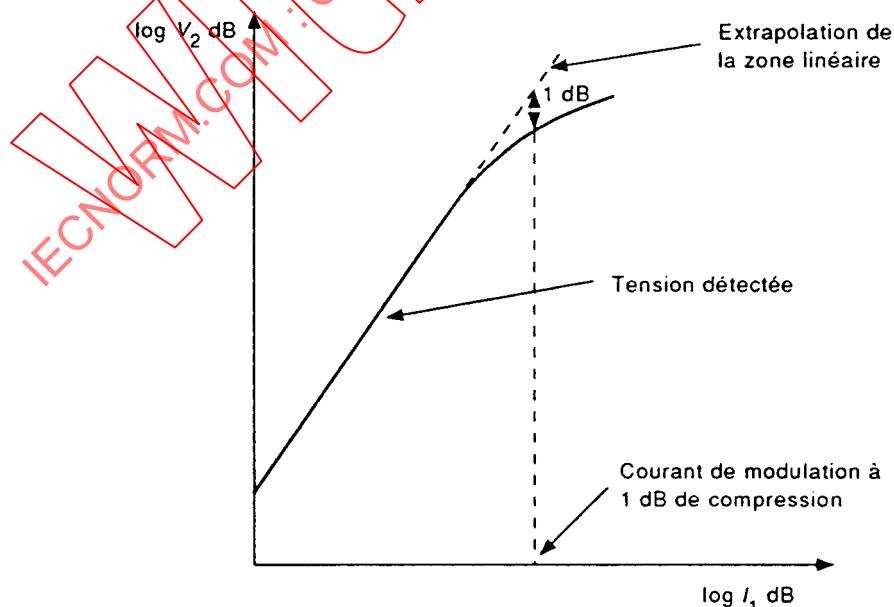


Figure 17

c) *Circuit description and requirements*

- D = device being measured
- G = sine wave signal source
- C = coupling capacitor
- $P_1$  = power supply to provide the specified radiant power  $\Phi_e$  to D
- V,  $V_1$ ,  $V_2$  = a.c. voltmeter or broadband voltage measuring equipment
- $R_{L1}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of D
- $D_T$  = optical signal detector
- $R_{L2}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of  $D_T$
- $P_2$  = power supply to provide the operating voltage to  $D_T$
- F = filter with passband centre frequency matched to the frequency  $f$  of the sine wave signal source
- A = amplifier

d) *Precautions to be observed*

The optical port of the device being measured shall, as far as possible, be coupled to that of the optical signal detector.

e) *Measurement procedure*

Couple the optical output of D from the optical port to the detector  $D_T$ . Apply the supply current generated by  $P_1$  to the appropriate connections of D so as to achieve the specified output radiant power  $\Phi_e$  from the optical port. Apply modulation current from signal generator G at the specified modulation frequency. Record the detected signal voltage  $V_2$  and the modulation voltage  $V_1$  as the modulation current is increased. The modulation current  $I_1$  ( $I_1 = V_1/R_{L1}$ ) is determined from  $V_1$  using the value of  $R_{L1}$ . Identify the region for which there is a linear relationship between  $\log V_2$  and  $\log I_1$ . Record the value of  $I_1$  at which  $\log V_2$  is 1 dB below the value resulting from the projected linear region, as shown in figure 17. This value of  $I_1$  is the modulation current at 1 dB efficacy compression  $I_{F(1 \text{ dB})}$ .

NOTE – The functions of the filters and a.c. voltmeters are typically incorporated in r.f. spectrum analyzer instruments. Such instruments can be used in place of the individual circuit elements shown in the circuit description. With this substitution, the measured quantities are a.c. signal powers in place of signal amplitudes.

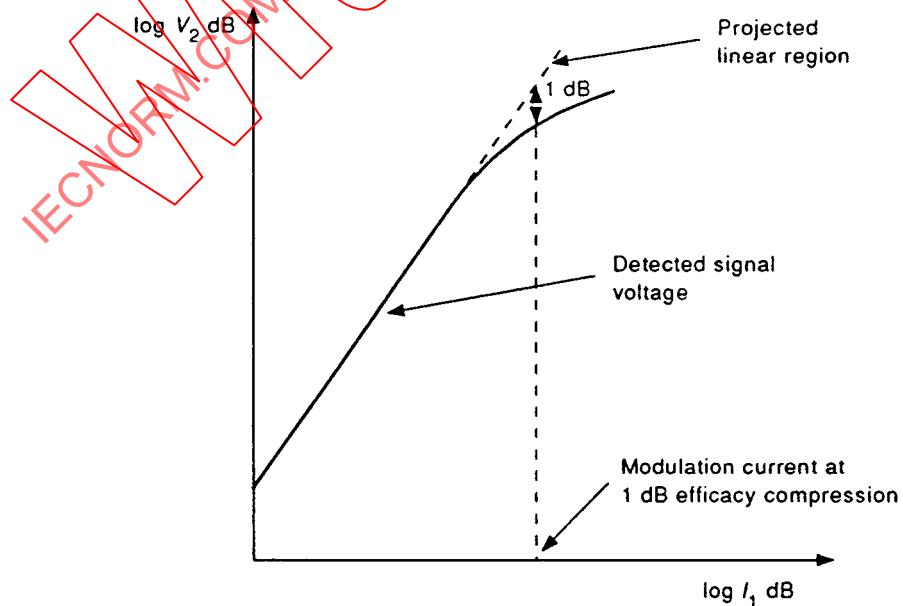


Figure 17

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température du boîtier ( $T_{\text{amb}}$  ou  $T_{\text{case}}$ )
- Résistances de charge ( $R_{L1}$  et  $R_{L2}$ )
- Longueur d'onde d'émission maximale et largeur du spectre de la source lumineuse ( $\lambda_p$ ,  $\Delta\lambda$ )
- Flux énergétique ( $\Phi_e$ )
- Fréquence de modulation ( $f$ ).

### 3.12 Distorsion d'intermodulation «deux tons» ( $D_{12}$ , $D_{21}$ ) des diodes électroluminescentes et diodes émettrices en infrarouge

a) *But*

Mesurer la distorsion d'intermodulation «deux tons» des diodes électroluminescentes et des diodes émettrices en infrarouge, dans des conditions spécifiées de résistance de charge et de modulation.

b) *Schéma*

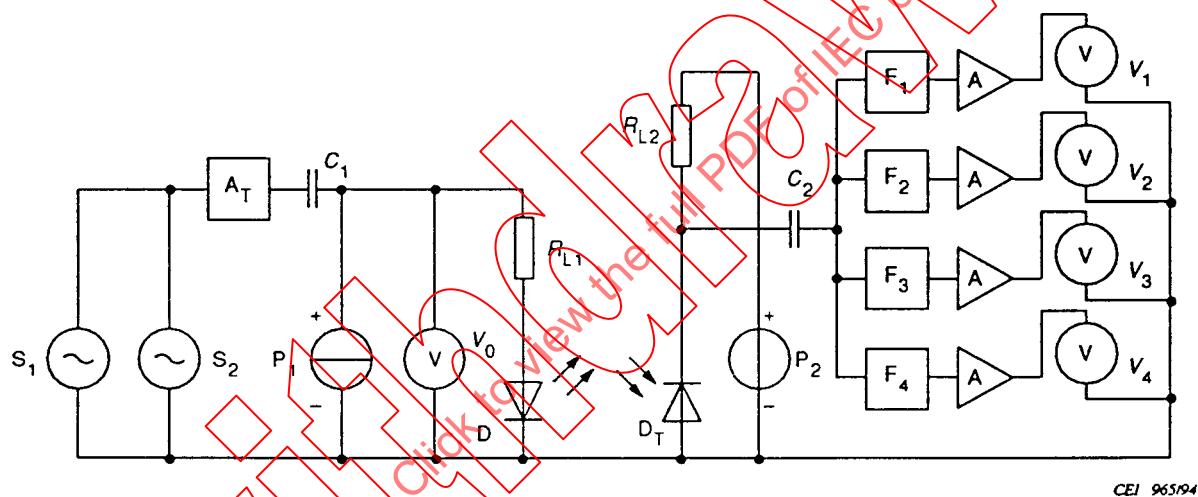


Figure 18

c) *Description du circuit et exigences*

- D = dispositif en mesure
- $S_1$ ,  $S_2$  = sources de signaux sinusoïdaux à deux fréquences ( $f_1$  et  $f_2$ )
- $C_1$ ,  $C_2$  = capacités de couplage
- $A_T$  = atténuateur réglable
- $P_1$  = source d'alimentation fournissant à D le flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié
- $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$  = voltmètres alternatifs ou appareils de mesure de tension à large bande
- $R_{L1}$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance spécifiée pour D
- $D_T$  = détecteur de signaux optiques
- $R_{L2}$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance spécifiée pour  $D_T$
- $P_2$  = source d'alimentation de  $D_T$
- $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  = filtres dont la fréquence centrale de la bande passante correspond aux fréquences ( $f_1$  et  $f_2$ ) des sources de signaux sinusoïdaux, et aux fréquences d'intermodulation appropriées ( $2f_1 - f_2$  et  $2f_2 - f_1$ )
- A = amplificateur

## f) Specified conditions

- Ambient or case temperature ( $T_{\text{amb}}$  or  $T_{\text{case}}$ )
- Load resistances ( $R_{L1}$  and  $R_{L2}$ )
- Peak-emission wavelength and spectral radiation bandwidth of the light source ( $\lambda_p$ ,  $\Delta\lambda$ )
- Radian power ( $\Phi_e$ )
- Modulation frequency ( $f$ )

### 3.12 Two-tone intermodulation distortion ( $D_{12}$ , $D_{21}$ ) of light emitting diodes (LED) and infrared emitting diodes (IRED)

## a) Purpose

To measure the two-tone intermodulation distortion of a LED/IRED under specified load resistance and modulation condition.

## b) Circuit diagram

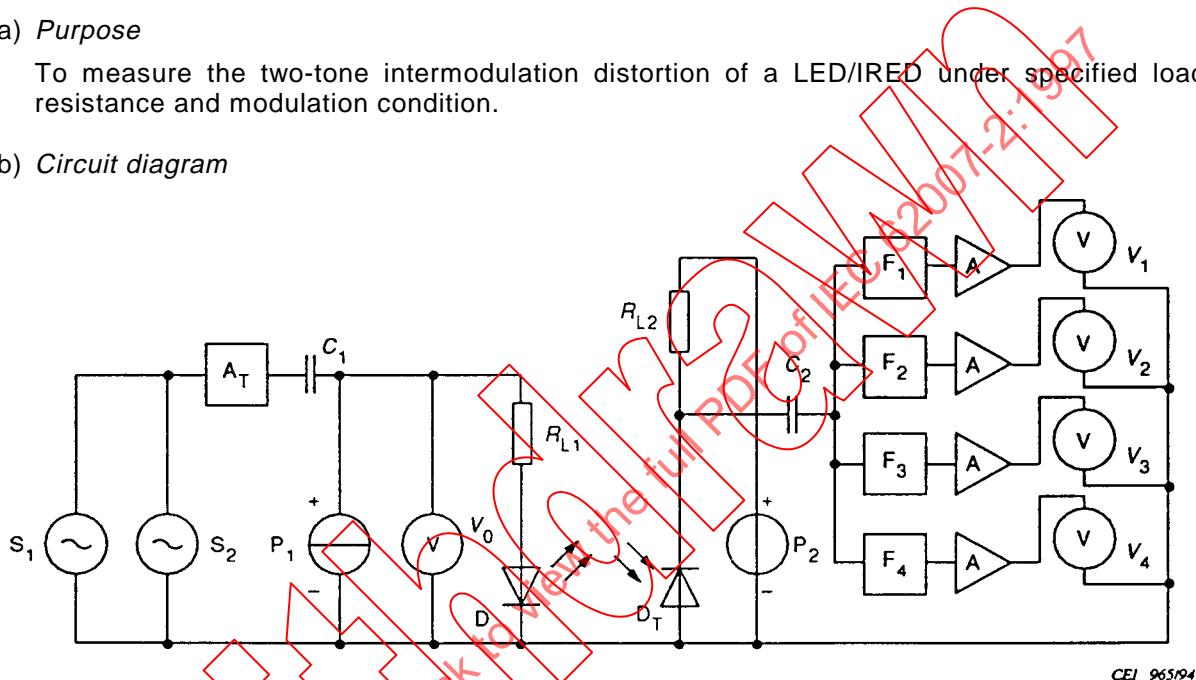


Figure 18

## c) Circuit description and requirements

- $D$  = device being measured
- $S_1$ ,  $S_2$  = sine wave signal sources at two frequencies ( $f_1$  and  $f_2$ )
- $C_1$ ,  $C_2$  = coupling capacitors
- $A_T$  = variable signal attenuator
- $P_1$  = power supply to provide the specified radiant power  $\Phi_e$  to  $D$
- $V_0$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$  = a.c. voltmeters or broadband voltage measuring equipment
- $R_{L1}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of  $D$
- $D_T$  = optical signal detector
- $R_{L2}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of  $D_T$
- $P_2$  = power supply to  $D_T$
- $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ,  $F_4$  = filters with passband centre frequency matched to the frequencies of the sine wave signal sources ( $f_1$  and  $f_2$ ) and the appropriate intermodulation frequencies ( $2f_1 - f_2$  and  $2f_2 - f_1$ ).
- $A$  = amplifier

d) *Précautions à prendre*

L'accès optique du dispositif à mesurer doit être couplé le mieux possible à celui du détecteur d'amplitude de signaux optiques.

NOTE – La définition de la distorsion d'intermodulation des DEL/DEI apparaîtra dans un document ultérieur.

e) *Exécution*

Coupler la sortie optique de D à l'accès optique du détecteur  $D_T$ . Appliquer les tensions indiquées et fournies par P aux connexions appropriées de D, pour que D émette le flux énergétique spécifié en sortie de son accès optique. Appliquer le courant de modulation fourni par les sources de signaux sinusoïdes  $S_1$  et  $S_2$ , de manière à créer «deux tons» de modulation aux fréquences fondamentales  $f_1$  et  $f_2$ . Les sorties optiques modulées aux fréquences fondamentales sont lues en  $V_1$  et  $V_2$  et les sorties optiques modulées aux fréquences d'intermodulation sont lues en  $V_3$  et  $V_4$ . Régler  $S_1$  et  $S_2$  de manière que  $V_1$  et  $V_2$  soient égales. Faire varier l'affaiblissement du signal en fonction de  $A_T$  et enregistrer la tension de modulation  $V_0$  et les tensions des signaux optiques  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  et  $V_4$ . Déterminer le rapport d'intermodulation à deux tons en faisant le rapport entre l'amplitude de la bande latérale d'intermodulation la plus importante de la sortie optique modulée ( $V_3$  ou  $V_4$ ), et l'amplitude des signaux fondamentaux ( $V_1$  ou  $V_2$ ) en fonction de l'amplitude du signal d'entrée composite ( $V_0$ ).

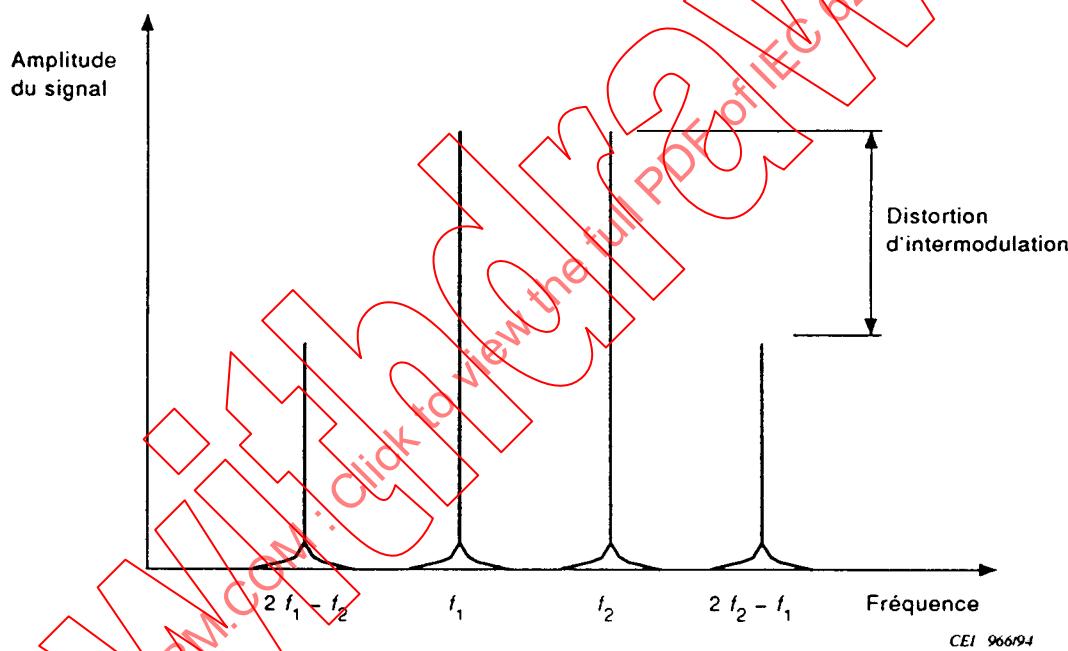


Figure 19

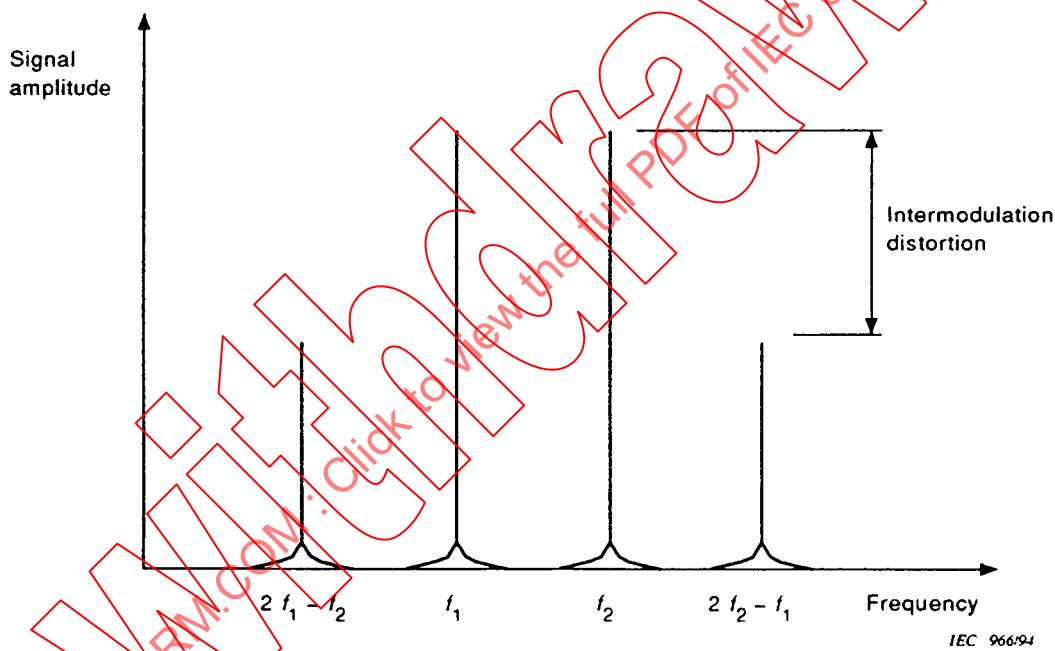
d) *Precautions to be observed*

The optical port of the device being measured shall, as far as possible, be coupled to that of the optical signal detector.

NOTE – The definition of two-tone intermodulation distortion of LED/IRED will be proposed in a later document.

e) *Measurement procedure*

Couple the optical output of D from the specified optical port to the detector  $D_T$ . Apply specified supply voltages generated by P to the appropriate connections of D so as to achieve the specified output radiant power from the optical port. Apply modulation current from the two sine wave signal sources  $S_1$  and  $S_2$  so as to create two modulation tones at fundamental frequencies  $f_1$  and  $f_2$ . The modulated optical output at the fundamental frequencies are read on  $V_1$  and  $V_2$ , and the modulated optical output at the intermodulation frequencies are read on  $V_3$  and  $V_4$ . Adjust  $S_1$  and  $S_2$  so that  $V_1$  and  $V_2$  are equal. Vary the signal attenuation with  $A_T$  and record the modulation voltage  $V_0$  and the optical signal voltages  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ , and  $V_4$ . Determine the two-tone intermodulation ratio by taking the ratio of the amplitude of the larger of the modulated optical output intermodulation sidebands ( $V_3$  or  $V_4$ ) to the amplitude of the fundamental signals (either  $V_1$  or  $V_2$ ) as a function of the amplitude of the composite input signal ( $V_0$ ).



**Figure 19**

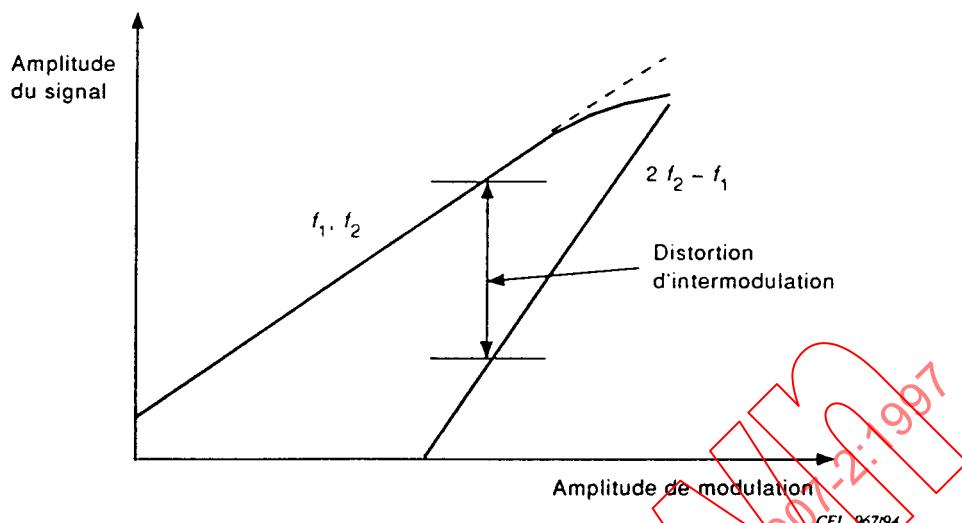


Figure 20

NOTE – Les fonctions des filtres et des voltmètres en courant alternatif sont habituellement incorporées dans les analyseurs de spectre à haute fréquence. On peut utiliser ces appareils à la place des éléments de circuit séparés indiqués dans la description du circuit. Cela permet de mesurer la puissance des signaux en courant alternatif, au lieu de l'amplitude.

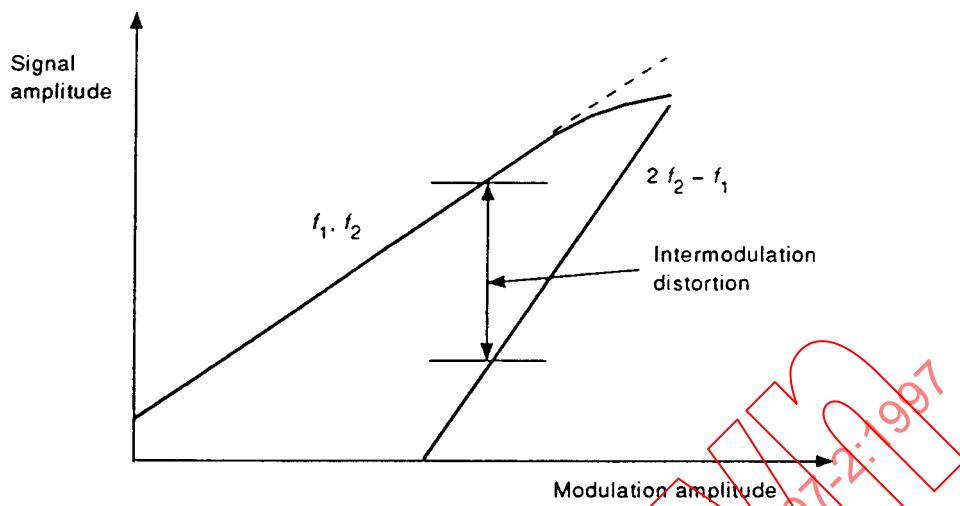
f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température du boîtier ( $T_{\text{amb}}$  ou  $T_{\text{case}}$ )
- Flux énergétique ( $\Phi_e$ )
- Longueur d'onde d'émission maximale et largeur du spectre de rayonnement ( $\lambda_p$ ,  $\Delta\lambda$ )
- Fréquences de modulation ( $f_1$ ,  $f_2$ )
- Résistances de charge ( $R_{L1}$  et  $R_{L2}$ )

**3.13 Longueur d'onde centrale ( $\bar{\lambda}$ ) et largeur efficace du spectre ( $\Delta\lambda_{\text{eff}}$ ) des diodes laser et des modules à diodes laser**

a) *But*

Mesurer la longueur d'onde centrale et la largeur efficace du spectre d'une diode laser ou d'un module à diode laser, fonctionnant dans des conditions de modulation spécifiées.

**Figure 20**

**NOTE** – The functions of the filters and a.c. voltmeters are usually incorporated in r.f. spectrum analyzer instruments. Such instruments can be used in place of the individual circuit elements shown in the circuit description. With this substitution, the measured quantities are a.c. signal powers in place of signal amplitudes.

f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature ( $T_{\text{amb}}$  or  $T_{\text{case}}$ )
- Radiant power ( $\Phi_e$ )
- Peak-emission wavelength and spectral radiation bandwidth ( $\lambda_p, \Delta\lambda$ )
- Modulation frequencies ( $f_1, f_2$ )
- Load resistances ( $R_{L1}$  and  $R_{L2}$ )

**3.13 Central wavelength ( $\bar{\lambda}$ ) and r.m.s. spectrum bandwidth ( $\Delta\lambda_{\text{rms}}$ ) of laser diode or laser diode modules**

a) *Purpose*

To measure the central wavelength and r.m.s. spectrum bandwidth of a laser diode or laser diode module operated under specified modulation conditions.

## b) Schéma

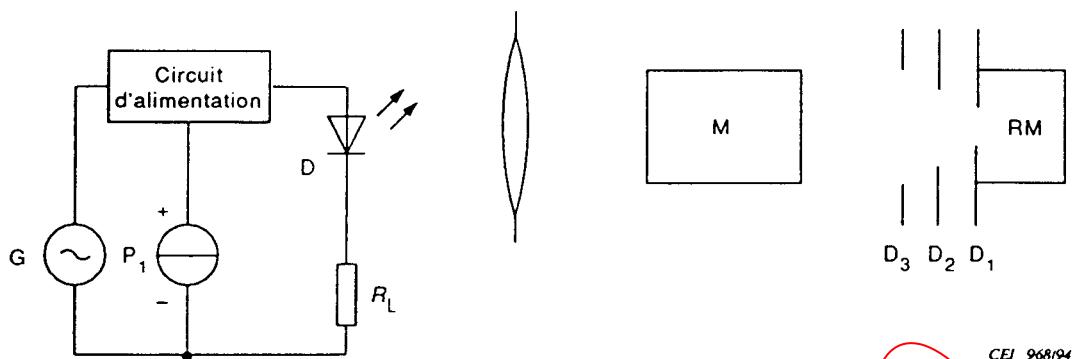


Figure 21

## c) Description du circuit

- D = dispositif en mesure  
 P = source d'alimentation fournissant à D la valeur spécifiée de courant direct au-dessus du seuil  $\Delta I_F^*$  ou le flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié 2D  
 G = générateur de signaux de modulation fournissant les conditions de modulation spécifiées  
 $R_L$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance spécifiée pour D  
 L = système de mise au point par lentilles  
 M = monochromateur  
 $D_3, D_2$  = diaphragmes, si nécessaire  
 RM = radiomètre (comportant le diaphragme  $D_1$ )

NOTE – Un analyseur de spectre optique comporte généralement M et RM. Il peut être utilisé à la place de M et RM.

## d) Précautions à prendre

Le flux énergétique réfléchi dans l'accès optique de D doit être aussi faible que possible, de manière à ne pas apporter de modification sensible aux caractéristiques du spectre.

## e) Exécution

Ajuster P pour obtenir le courant direct  $I_F$  correspondant à  $\Delta I_F^*$  (au-delà du seuil) spécifié, ou le courant correspondant au flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié.

Régler la longueur d'onde du monochromateur dans la plage voulue, jusqu'à ce qu'on puisse lire la valeur maximale sur le radiomètre.

Enregistrer la valeur donnée par le radiomètre et la longueur d'onde correspondante. Il s'agit de la longueur d'onde d'émission maximale ( $\lambda_p$ ).

## b) Circuit diagram

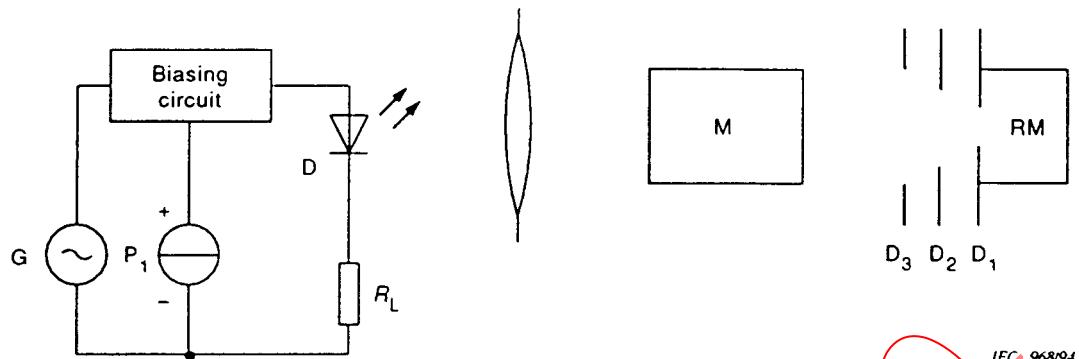


Figure 21

## c) Circuit description and requirements

- D = device being measured  
 P = power supply to provide the specified value of forward current above threshold  $\Delta I_F^*$  or the specified radiant power  $\Phi_e$  to 2D  
 G = modulation signal generator providing the specified modulation conditions  
 $R_L$  = load resistor for matching the electrical impedance of D  
 L = focusing lens system  
 M = monochromator  
 $D_3, D_2$  = diaphragms, where appropriate  
 RM = radiometer (including diaphragm  $D_1$ )

NOTE – M together with RM are typically incorporated in an optical spectrum analyzer. Such equipment can be used in place of M and RM.

## d) Precautions to be observed

Radiant power reflected into the optical port of D shall be minimized to ensure that the spectral characteristics are not significantly affected.

## e) Measurement procedure

Apply sufficient forward current to reach the specified value of  $\Delta I_F^*$  or apply the current corresponding to the specified radiant power  $\Phi_e$ .

Adjust the wavelength of the monochromator within the required range until the maximum reading on the radiometer has been achieved.

Record the reading on the radiometer and the wavelength corresponding to this value. This is the peak emission wavelength ( $\lambda_p$ ).

Régler le monochromateur à une longueur d'onde supérieure à  $\lambda_p$  puis l'ajuster pour réduire progressivement cette longueur d'onde. Noter la première longueur ( $\lambda_i$ ) à laquelle la puissance est égale ou supérieure au pourcentage spécifié de la valeur maximale lue.

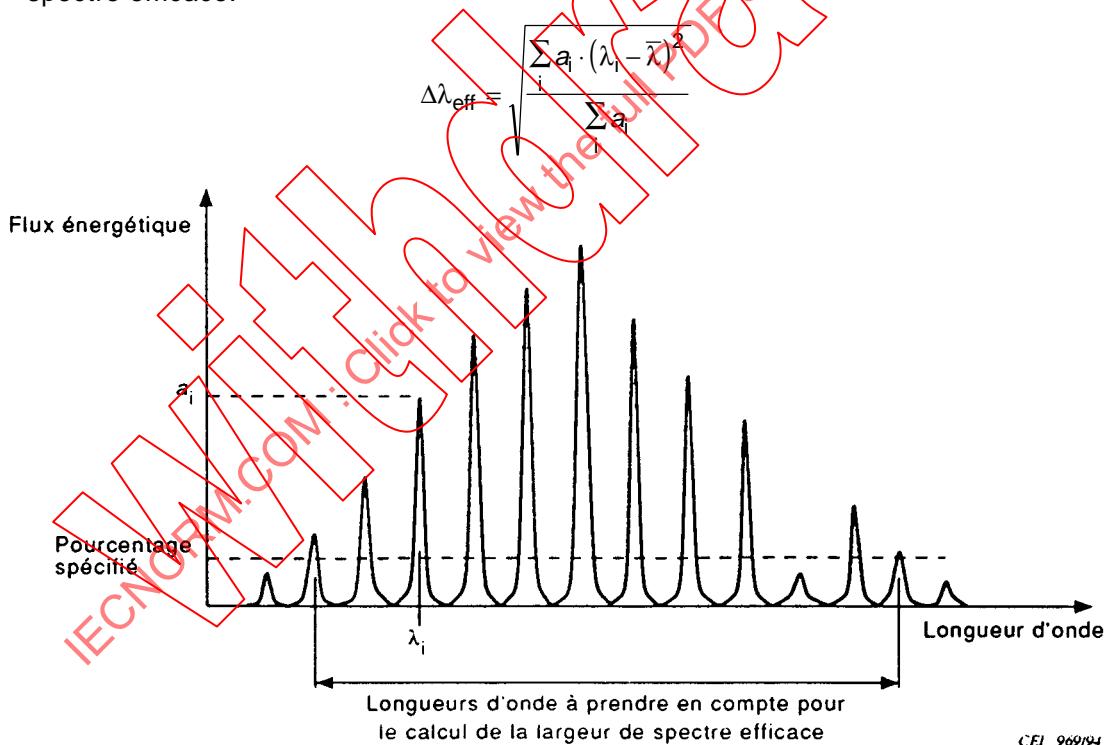
Noter la puissance indiquée par le radiomètre ( $a_i$ ). Diminuer progressivement la longueur d'onde du monochromateur, jusqu'à ce que la valeur maximale ( $\lambda_i$ ) apparaisse sur le radiomètre et que la puissance indiquée par le radiomètre ( $a_i$ ) corresponde à chaque raie du spectre.

Régler le monochromateur à une longueur d'onde inférieure à  $\lambda_p$  et l'ajuster progressivement à des longueurs d'onde plus grandes. Noter la première longueur d'onde ( $\lambda_i$ ) à laquelle la puissance est égale ou supérieure au pourcentage spécifié de la valeur maximale lue. Noter la puissance indiquée ( $a_i$ ) par le radiomètre. Régler progressivement la longueur d'onde du monochromateur à une longueur plus élevée jusqu'à ce que la valeur maximale ( $\lambda_i$ ) apparaisse sur le radiomètre et que la puissance indiquée sur le radiomètre ( $a_i$ ) corresponde à chaque raie du spectre.

L'équation suivante permet de calculer la longueur d'onde (centrale):

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum a_i \cdot \lambda_i}{\sum a_i}$$

où  $\lambda_i$  est la longueur d'onde et  $a_i$  la valeur correspondante de puissance de la i-ième raie du spectre indiquée par le radiomètre. L'équation suivante permet d'obtenir la largeur de spectre efficace:



**Figure 22**

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante, du boîtier ou de l'embase ( $T_{\text{amb}}$ ,  $T_{\text{case}}$  ou  $T_{\text{sub}}$ )
- Flux énergétique ( $\Phi_e$ ) ou courant direct dépassant le seuil ( $\Delta I_F^*$ )
- Fréquence de modulation ( $f$ ) et profondeur de modulation ( $m$ )
- Pourcentage de la puissance à  $\lambda_p$  qui définit la largeur de spectre efficace, s'il est différent de 1 %.

Set the monochromator to a longer wavelength than  $\lambda_p$  and adjust it to progressively shorter wavelengths. Record the first wavelength ( $\lambda_i$ ) at which the power is equal to or higher than the specified percentage of the maximum peak reading.

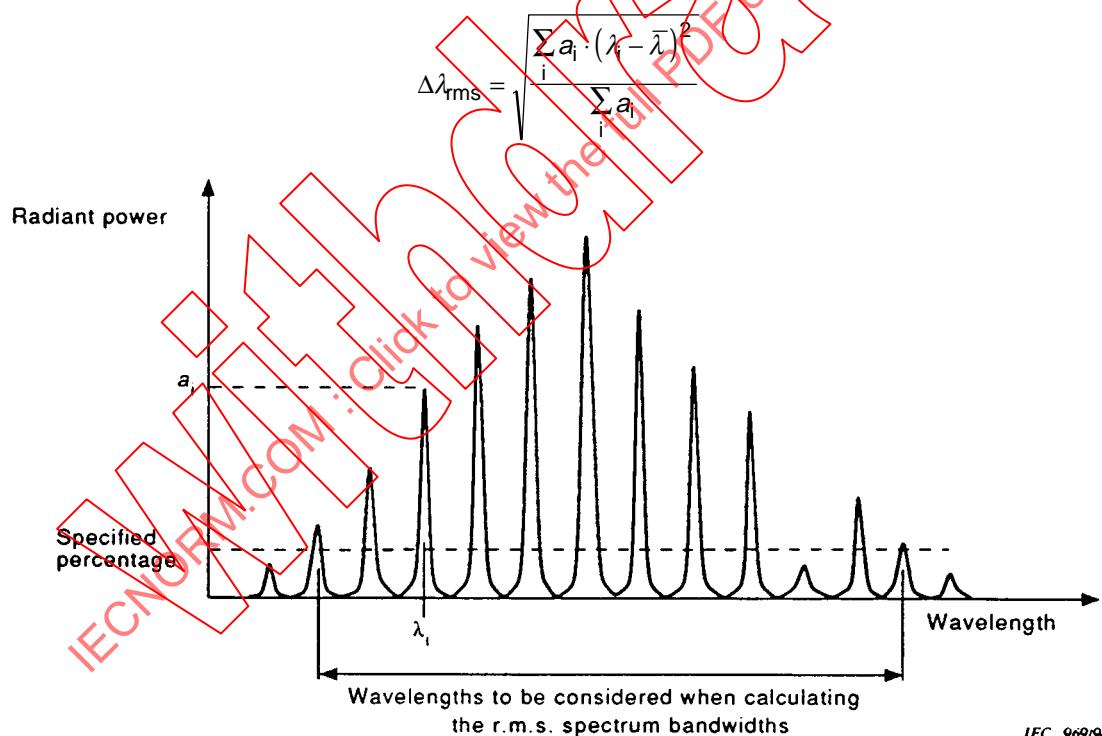
Record the power reading ( $a_i$ ) on the radiometer. Adjust the wavelength of the monochromator progressively to shorter wavelength until the maximum reading on the radiometer is obtained and record the wavelengths ( $\lambda_i$ ) and the power readings on the radiometer ( $a_i$ ) corresponding to each spectral line.

Set the monochromator to a shorter wavelength than  $\lambda_p$  and adjust it to progressively longer wavelengths. Record the first wavelength ( $\lambda_i$ ) at which the power is equal to or higher than the specified percentage of the maximum peak reading. Record the power reading ( $a_i$ ) on the radiometer. Adjust the wavelength of the monochromator progressively to longer wavelength until the maximum reading on the radiometer is obtained and record the wavelengths ( $\lambda_i$ ) and the power readings on the radiometer ( $a_i$ ) corresponding to each spectral line.

Calculate the central wavelength from the equation:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum a_i \cdot \lambda_i}{\sum a_i}$$

where  $\lambda_i$  and  $a_i$  are the wavelength and the reading on the radiometer of  $i$ -th spectral line. The r.m.s. spectrum bandwidth ( $\Delta\lambda_{rms}$ ) is derived from the equation



IEC 62007-2:1997

**Figure 22**

f) *Specified conditions*

- Ambient, case or submount temperature ( $T_{amb}$ ,  $T_{case}$  or  $T_{sub}$ )
- Radiant power ( $\Phi_e$ ) or forward current above threshold ( $\Delta I_F^*$ )
- Modulation frequency ( $f$ ) and modulation factor ( $m$ )
- Percentage of the power at  $\lambda_p$  that defines the r.m.s. spectrum bandwidth, if other than 1 %.

### 3.14 Distorsions composites des diodes laser ou des modules laser pour les systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique par fibres optiques

#### a) But

Mesurer la distorsion composite de second ordre (CSO) et la distorsion composite à triple battement (CTB) d'un laser analogique sous une modulation multivoie spécifiée.

#### b) Schéma

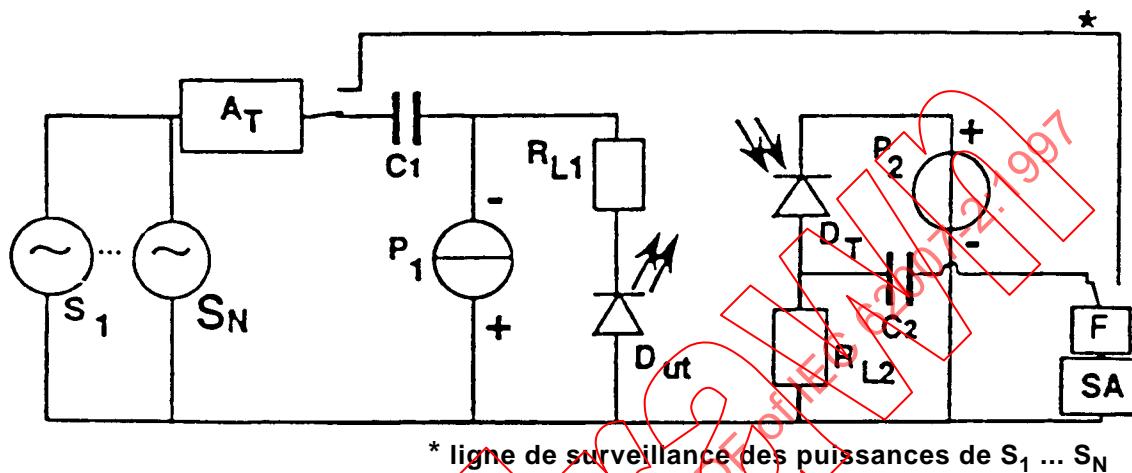


Figure 23 – Schéma

#### c) Description du circuit et exigences

- DUT = dispositif en mesure
- $S_1 \dots S_N$  = sources de signaux sinusoïdaux aux fréquences ( $f_1 \dots f_N$ )
- $C_1, C_2$  = capacités de couplage
- $A_T$  = affaiblisseur de signaux variables
- $P_1$  = source d'alimentation fournissant au DUT le flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié
- $F$  = filtre dont la fréquence centrale de la bande passante correspond aux fréquences ( $f_1 \dots f_N$ ) des sources de signaux sinusoïdaux et aux fréquences d'intermodulation appropriées  $2f_i, f_i \pm f_j$  pour la CSO et  $3f_i, 2f_i \pm f_j$  et  $f_i \pm f_j \pm f_k$  pour la CTB
- SA = analyseur de spectre
- $R_{L1}$  = résistance de charge pour adaptation de l'impédance électrique spécifiée du DUT
- $D_T$  = détecteur de signaux optiques
- $R_{L2}$  = résistance de charge pour adaptation de l'impédance électrique spécifiée du  $D_T$
- $P_2$  = alimentation du  $D_T$

#### d) Précautions à prendre

Le dispositif doit être couplé efficacement au détecteur de signaux optiques, avec le moins de rétroréflexion possible. Il convient de maintenir la puissance rayonnante absorbée par le détecteur  $D_T$  dans les limites de la réponse linéaire du  $D_T$ .

### 3.14 Composite distortions of laser diodes or laser modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems

#### a) Purpose

To measure the composite second-order distortion (CSO) and composite triple beats distortion (CTB) of an analogue laser under specified multi-channel modulation.

#### b) Circuit diagram

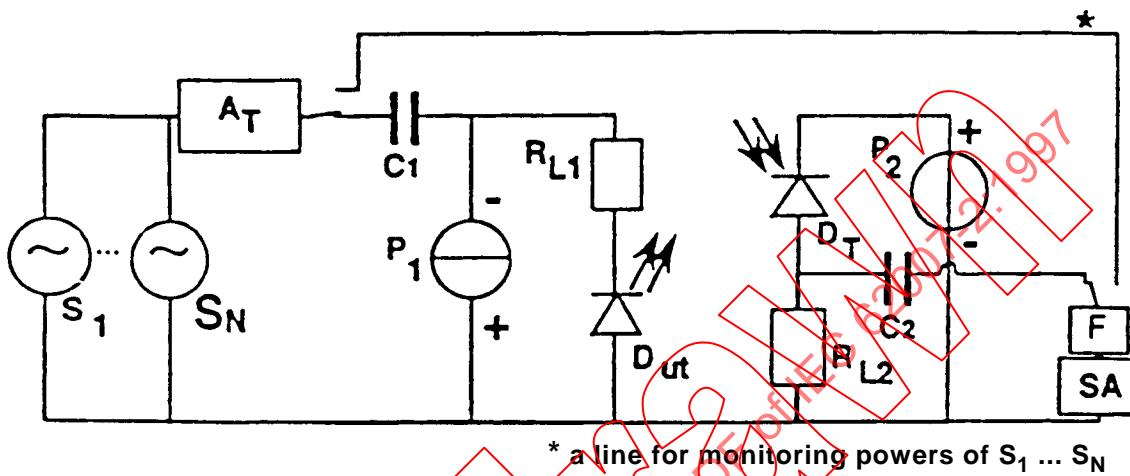


Figure 23 – Circuit diagram

#### c) Circuit description and requirements

- DUT = device under test
- $S_1 \dots S_N$  = sine wave signal sources at frequencies ( $f_1 \dots f_N$ )
- $C_1, C_2$  = coupling capacitors
- $A_T$  = variable signal attenuator
- $P_1$  = power supply to provide the specified radiant power  $\Phi_e$  to DUT
- $F$  = filter with passband center frequency matched to the frequencies of the sine wave signal sources ( $f_1 \dots f_N$ ) and the appropriate intermodulation frequencies  $2f_i, f_i \pm f_j$  for CSO, and  $3f_i, 2f_i \pm f_j$ , and  $f_i \pm f \pm f_k$  for CTB
- SA = spectrum analyzer
- $R_{L1}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of DUT
- $D_T$  = optical signal detector
- $R_{L2}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of  $D_T$
- $P_2$  = power supply to  $D_T$

#### d) Precautions to be observed

The device shall be effectively coupled to the optical signal detector with minimal back reflection. The input optical power to the detector  $D_T$  should be kept within the linear response range of  $D_T$ .

e) *Exécution*

Coupler la sortie optique du DUT à l'accès optique du détecteur  $D_T$ . Appliquer les tensions indiquées et fournies par  $P_1$  aux connexions appropriées de DUT pour que le DUT émette le flux énergétique spécifié en sortie de son accès optique. Appliquer le courant de modulation fourni par les  $N$  sources de signaux sinusoïdaux  $S_1 \dots S_N$  au DUT de manière à créer  $N$  tons de modulation des fréquences de signaux  $f_1 \dots f_N$ . Il est recommandé de prendre un nombre de canaux supérieur à 10. Les sorties optiques modulées aux fréquences des signaux et les sorties optiques modulées aux fréquences d'intermodulation sont enregistrées sur le SA via un filtre passe-bande  $F$ . Régler  $S_1 \dots S_N$  de manière que les sorties optiques modulées aux fréquences des signaux soient égales. Faire varier l'affaiblissement du signal en fonction de  $A_T$  et enregistrer la puissance de modulation et la puissance du signal optique pour une porteuse. Déterminer la CSO et la CTB par porteuse en faisant le rapport entre l'amplitude des bandes latérales des sorties optiques modulées CSO et CTB la plus importante et l'amplitude du signal en fonction de la puissance de modulation composite et les exprimer en dBc (voir figure 24).

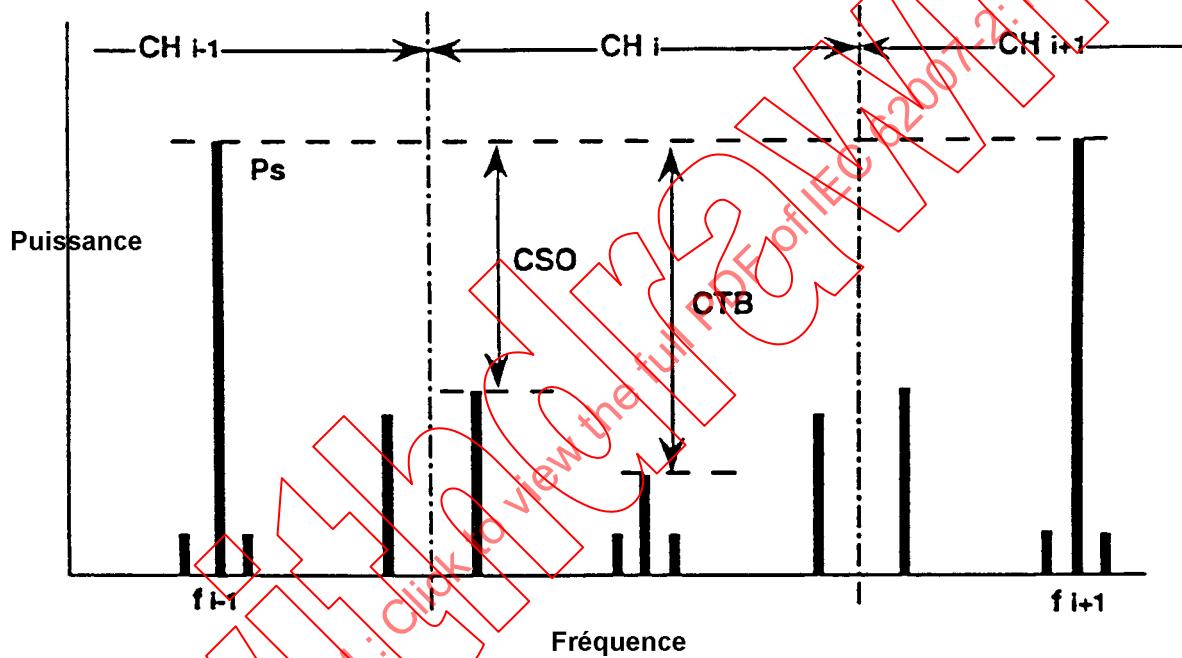


Figure 24 – CSO et CTB

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température du boîtier  $T_{amb}$  ou  $T_{case}$
- Flux énergétique moyen  $\Phi_e$  ou courant  $\Delta I_F$
- Milieux et perte d'insertion entre DUT et  $D_T$
- Indice de modulation optique  $m$
- Longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_p$  et largeur du spectre de rayonnement  $\Delta\lambda$
- Fréquences de modulation  $f_1$  à  $f_N$
- Résistances de charge  $R_{L1}$  et  $R_{L2}$
- Nombre de porteuses et plan de fréquence
- Largeur de bande  $\Delta f$  du filtre  $F$
- Largeur de bande de résolution
- Largeur de bande de vidéo
- Mode de fonctionnement: moyenne ou valeur maximale

e) *Measurement procedure*

Couple the optical output of DUT from the specified optical port to the detector  $D_T$ . Apply specified supply voltages generated by  $P_1$  to the appropriate terminations of DUT so as to achieve the specified output radiant power from the optical port. Apply modulation current from the  $N$  sine wave sources  $S_1 \dots S_N$  to DUT so as to create  $N$  modulation tones of signal frequencies  $f_1 \dots f_N$ . It is recommended to choose a higher channel number than 10. The modulated optical output at the signal frequencies and the modulated optical output at the intermodulation frequencies are recorded on SA through a bandpass filter, F. Adjust  $S_1 \dots S_N$  so that the modulated optical output at the signal frequencies are equal. Vary the signal attenuation with  $A_T$  and record the modulating power and the optical signal power for a channel. Determine the CSO and CTB per channel by taking the ratio of the amplitude of the larger of the modulated optical output CSO and CTB sidebands to the amplitude of the signal as a function of the composite modulating power and express it in dBc (see figure 24).

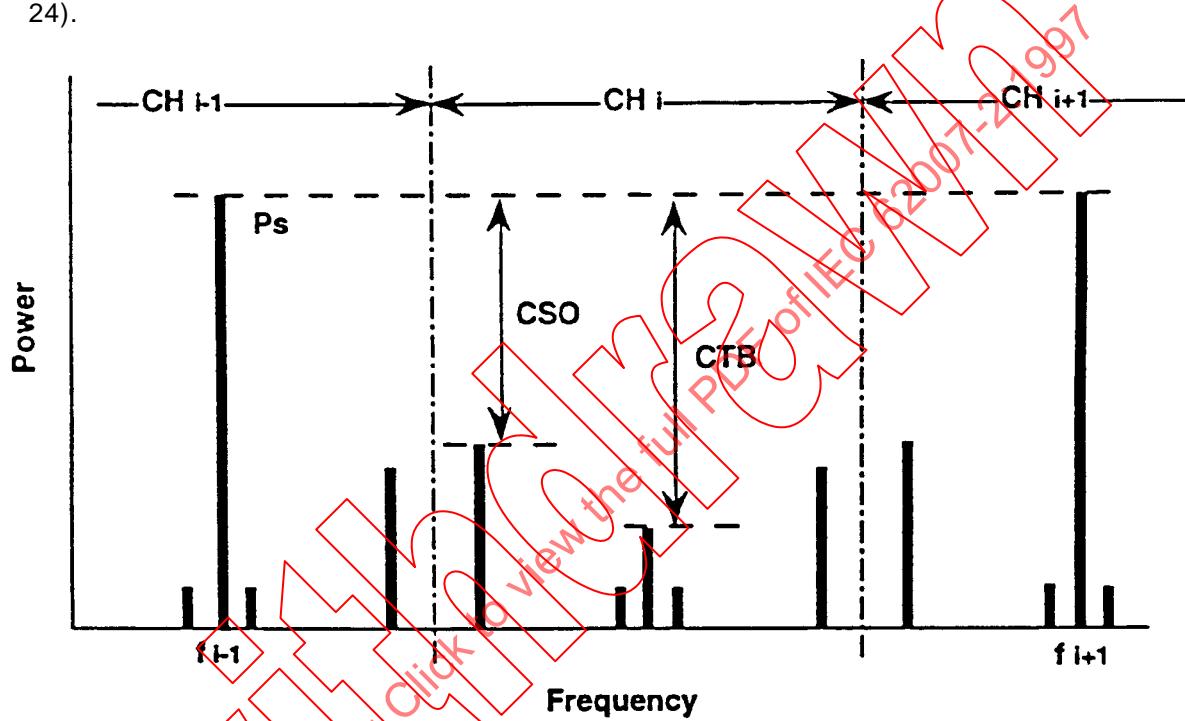


Figure 24 – CSO and CTB

f) *Specified conditions*:

- Ambient or case temperature  $T_{amb}$  or  $T_{case}$
- Average radiant power  $\Phi_e$  or current  $\Delta I_F$
- Media and the insertion loss between DUT and  $D_T$
- Optical modulation index  $m$
- Peak-emission wavelength  $\lambda_p$ , and spectral radiation bandwidth  $\Delta\lambda$
- Modulation frequencies  $f_1$  to  $f_N$
- Load resistances  $R_{L1}$  and  $R_{L2}$
- Channel number and channel allocation
- Bandwidth  $\Delta f$  of the filter F
- Resolution bandwidth
- Video bandwidth
- Average or maximum hold condition

**3.15 Distorsions de second et de troisième ordres des diodes laser ou des modules laser pour les systèmes ou sous-systèmes de transmission analogique par fibres optiques**

a) *But*

Mesurer la distorsion d'intermodulation de second ordre et la distorsion d'intermodulation de troisième ordre d'un laser analogique dans des conditions de modulation spécifiées.

b) *Schéma*

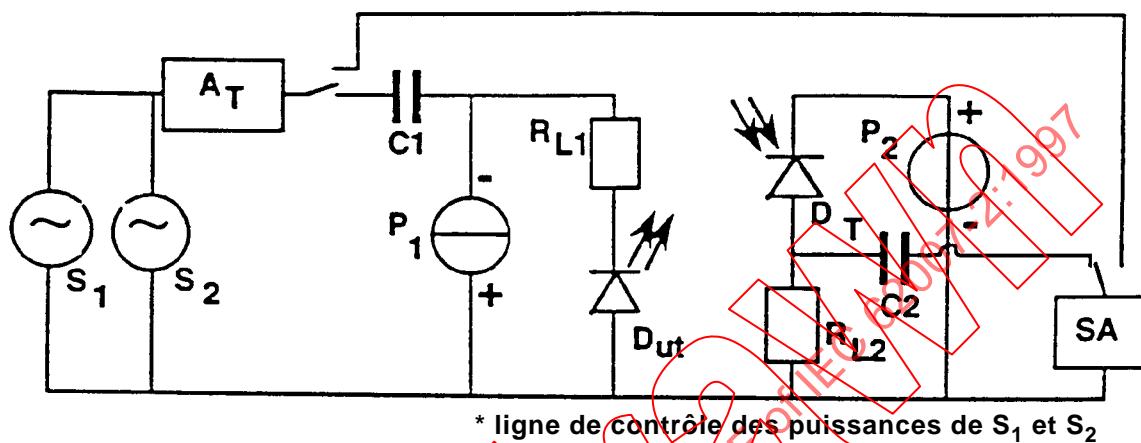


Figure 25 – Schéma

c) *Description du circuit et exigences*

- DUT = dispositif en mesure
- $S_1, S_2$  = sources de signaux sinusoïdaux à deux fréquences ( $f_1$  et  $f_2$ )
- $C_1, C_2$  = capacités de couplage
- $A_T$  = affaiblisseur de signaux variables
- $P_1$  = source d'alimentation fournissant au DUT le flux énergétique  $\Phi_e$  spécifié
- SA = analyseur de spectre
- $R_{L1}$  = résistance de charge pour adaptation de l'impédance électrique spécifiée du DUT
- $D_T$  = détecteur de signaux optiques
- $R_{L2}$  = résistance de charge pour adaptation de l'impédance électrique spécifiée du  $D_T$
- $P_2$  = alimentation du  $D_T$

d) *Précautions à prendre*

Le dispositif doit être couplé efficacement au détecteur de signaux optiques, avec le moins de rétroréflexion possible. Il convient de maintenir la puissance rayonnante absorbée par le détecteur  $D_T$  dans les limites de la réponse linéaire du  $D_T$ .

e) *Exécution*

Coupler la sortie optique du DUT à l'accès optique du détecteur  $D_T$ . Appliquer les tensions indiquées et fournies par  $P_1$  aux connecteurs appropriés du DUT pour que le DUT émette le flux énergétique spécifié en sortie de son accès optique. Appliquer le courant de modulation fourni par les deux sources de signaux sinusoïdaux  $S_1$  et  $S_2$  au DUT de manière à créer deux tons de modulation des fréquences de signaux  $f_1$  et  $f_2$ . Les sorties optiques modulées aux fréquences des signaux et les sorties optiques modulées aux fréquences d'intermodulation sont enregistrées sur le SA. Régler  $S_1$  et  $S_2$  de manière que les sorties optiques modulées aux fréquences des signaux soient égales.

### 3.15 Second-order and third-order intermodulation distortions of laser diodes or laser modules for fibre optic analogue transmission systems or subsystems

#### a) Purpose

To measure the second-order intermodulation distortion and the third-order intermodulation distortion of an analogue laser under specified modulation conditions.

#### b) Circuit diagram

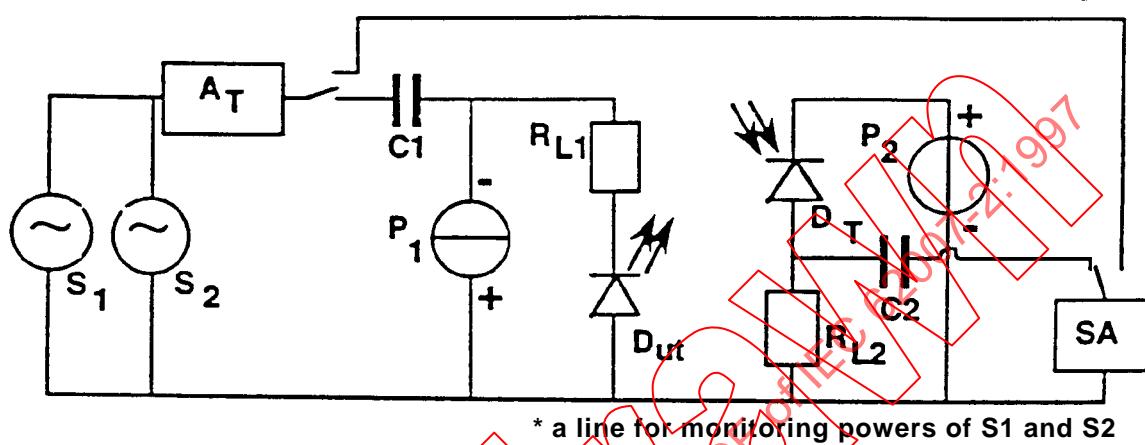


Figure 25 – Circuit diagram

#### c) Circuit description and requirements

- DUT = device under test
- $S_1, S_2$  = sine wave signal sources at two frequencies  $f_1$  and  $f_2$
- $C_1, C_2$  = coupling capacitors
- $A_T$  = variable signal attenuator
- $P_1$  = power supply to provide the specified radiant power  $\Phi_e$  to DUT
- SA = spectrum analyzer
- $R_{L1}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of DUT
- $D_T$  = optical signal detector
- $R_{L2}$  = load resistor for matching the specified electrical impedance of  $D_T$
- $P_2$  = power supply to  $D_T$

#### d) Precautions to be observed

The device shall be effectively coupled to the optical signal detector with minimal back reflection. The input optical power to the detector  $D_T$  should be kept within the linear response range of  $D_T$ .

#### e) Measurement procedure

Couple the optical output of DUT from the specified optical port to the detector  $D_T$ . Apply the specified supply voltages generated by  $P_1$  to the appropriate connectors of DUT so as to achieve the specified output radiant power from the optical port. Apply modulation current from the two sine wave sources  $S_1$  and  $S_2$  to DUT so as to create two modulation tones of signal frequencies  $f_1$  and  $f_2$ . The modulated optical output at the signal frequencies and the modulated optical output at the intermodulation frequencies are recorded on SA. Adjust  $S_1$  and  $S_2$  so that the modulated optical output at the signal frequencies are equal.

Faire varier l'affaiblissement du signal en fonction de  $A_T$  et enregistrer la puissance de modulation et la puissance du signal optique. Confirmer la pente de  $IMD_2 (= 2)$  et  $IMD_3 (= 3)$  par rapport à la puissance de modulation (voir figure 25).

Déterminer  $IMD_2$  et  $IMD_3$  en faisant le rapport entre l'amplitude des bandes latérales d'intermodulation optiques modulées les plus importantes et l'amplitude des signaux.

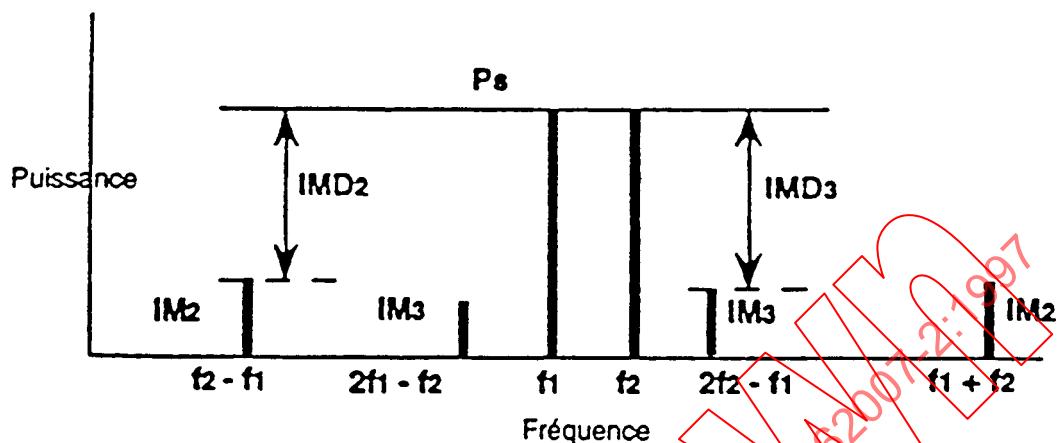


Figure 26 –  $IMD_2$  et  $IMD_3$

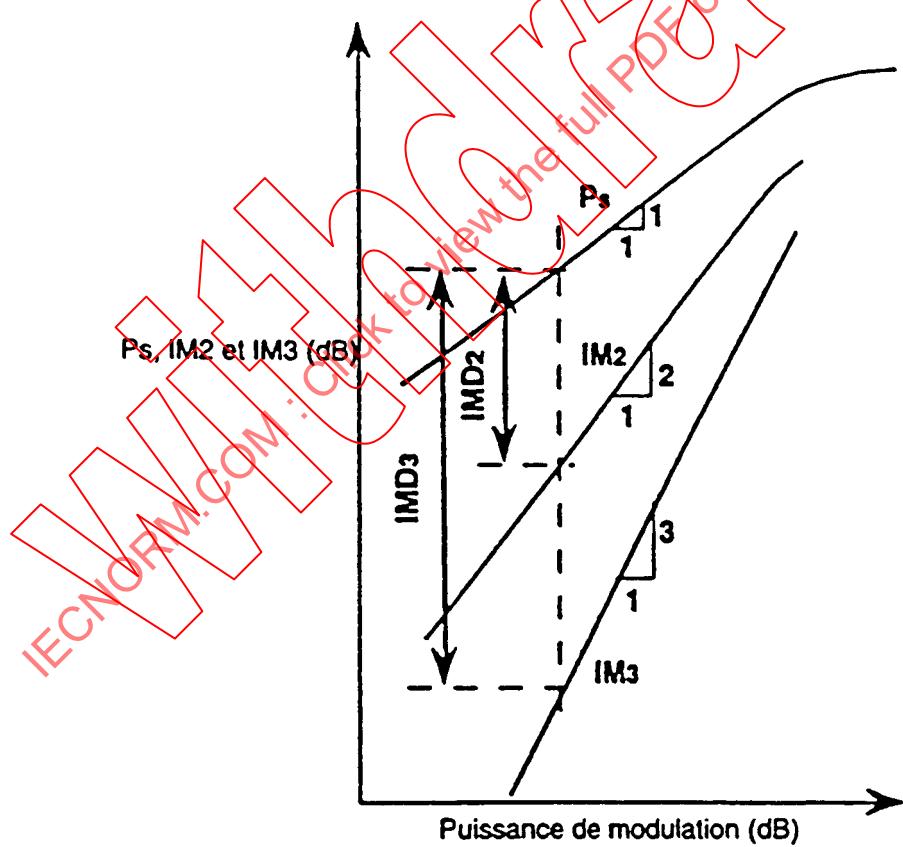
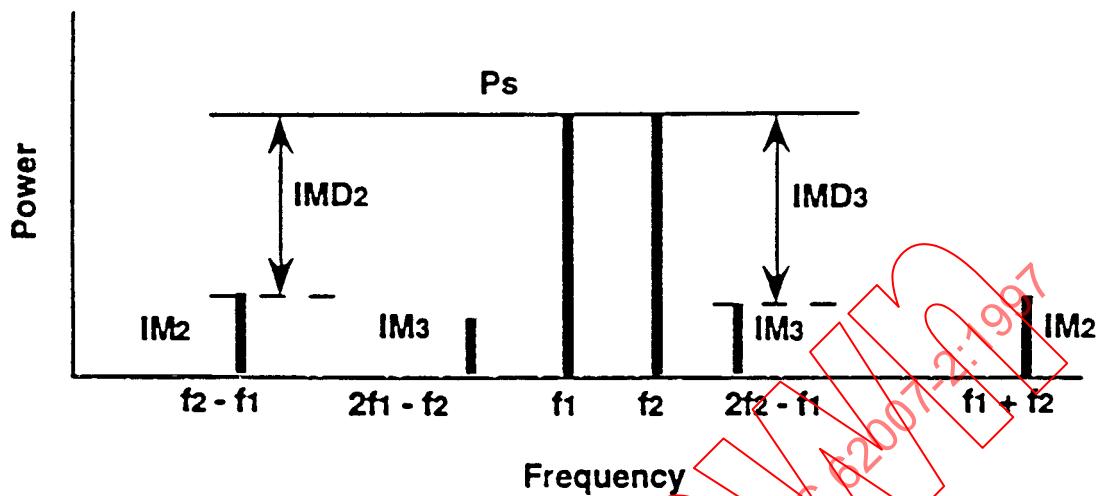
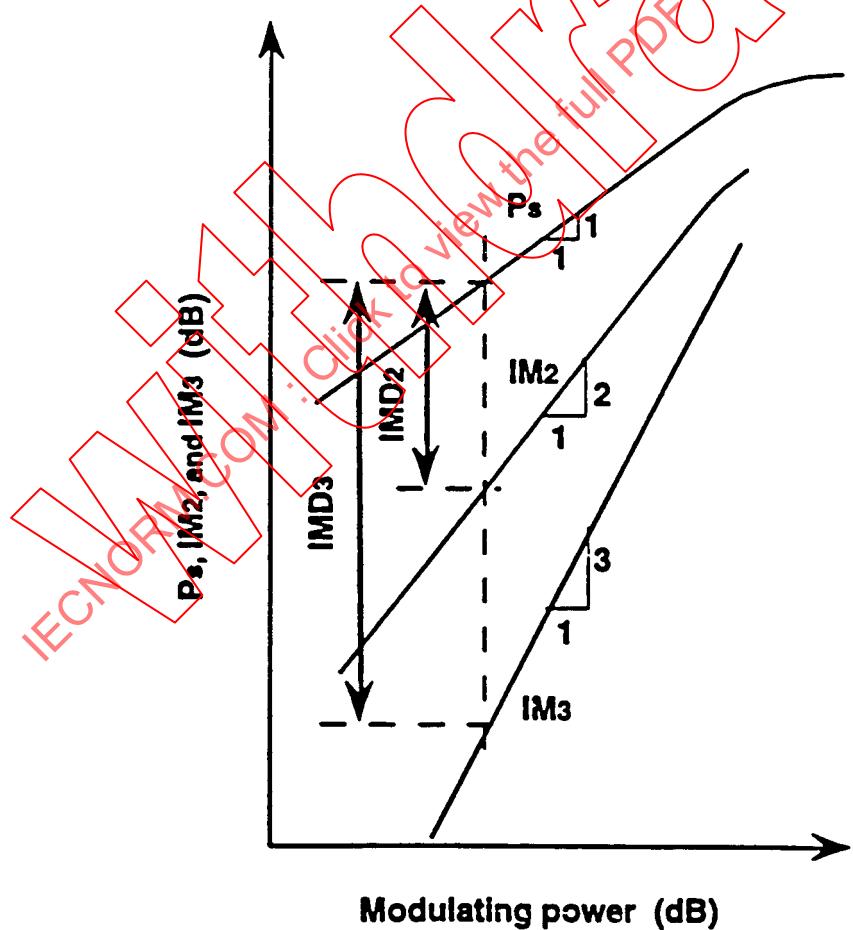


Figure 27 –  $IMD_2$  et  $IMD_3$

- $IMD_2$  = distorsion d'intermodulation du second ordre
- $IMD_3$  = distorsion d'intermodulation du troisième ordre

Vary the signal attenuation with  $A_T$  and record the modulating power and optical signal power. Confirm the slope of  $IMD_2 (= 2)$  and  $IMD_3 (= 3)$  against the modulating power (figure 25). Determine the  $IMD_2$  and  $IMD_3$  by taking the ratio of the amplitude of the larger of the modulated optical intermodulation sidebands to the amplitude of the signals.

Figure 26 –  $IMD_2$  and  $IMD_3$ Figure 27 –  $IMD_2$  and  $IMD_3$ 

- $IMD_2$  = second-order intermodulation distortion
- $IMD_3$  = third-order intermodulation distortion

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou température du boîtier  $T_{\text{amb}}$  ou  $T_{\text{case}}$
- Flux énergétique moyen  $\Phi_e$  ou courant  $\Delta I_F$
- Milieux et perte d'insertion entre DUT et  $D_T$
- Indice de modulation optique  $m$
- Longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_p$  et largeur du spectre de rayonnement  $\Delta\lambda$
- Fréquences de modulation  $f_1$  et  $f_2$
- Résistances de charge  $R_{L1}$  et  $R_{L2}$

**3.16 Rendement différentiel ( $\eta_d$ ) d'une diode laser avec/sans fibre amorce ou d'un module laser**

a) *But*

Mesurer le rendement différentiel  $\eta_d$  d'une diode laser avec ou sans fibre amorce ou d'un module laser.

b) *Schéma du circuit et forme d'onde du courant*

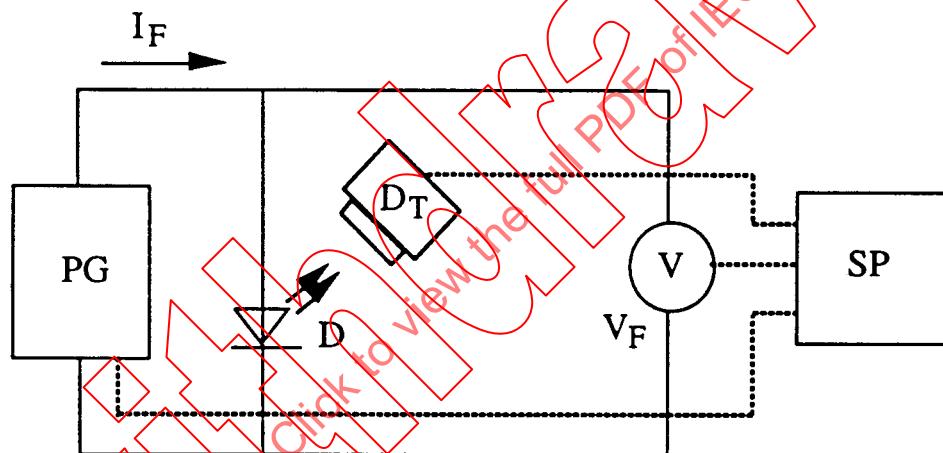


Figure 28 – Schéma du circuit

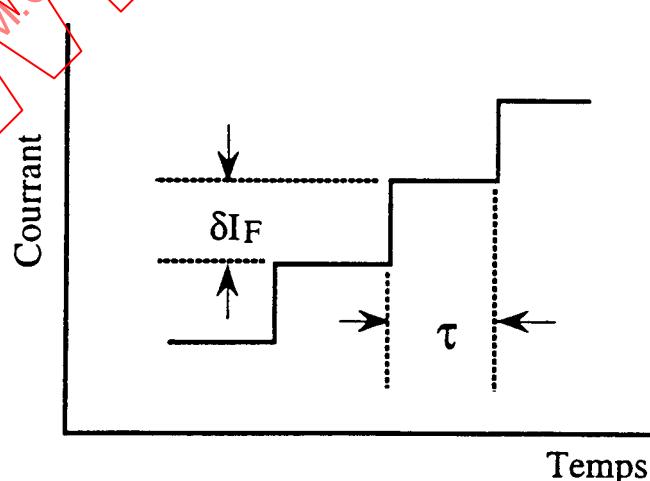


Figure 29 – Forme d'onde du circuit

## f) Specified conditions

- Ambient or case temperature  $T_{\text{amb}}$  or  $T_{\text{case}}$
- Average radiant power  $\Phi_e$  or current  $\Delta I_F$
- Media and insertion loss between DUT and  $D_T$
- Optical modulation index  $m$
- Peak-emission wavelength  $\lambda_p$  and spectral radiation bandwidth  $\Delta\lambda$
- Modulation frequencies  $f_1$  and  $f_2$
- Load resistances  $R_{L1}$  and  $R_{L2}$

**3.16 Differential efficiency ( $\eta_d$ ) of a laser diode with/without pigtail or a laser module**

## a) Purpose

To measure the differential efficiency  $\eta_d$  of a laser diode with/without pigtail or a laser module.

## b) Circuit diagram and current waveform

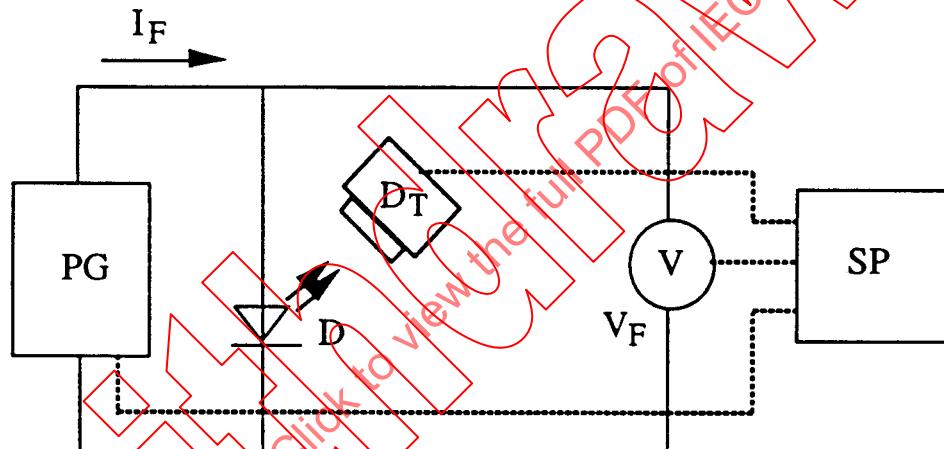


Figure 28 – Circuit diagram

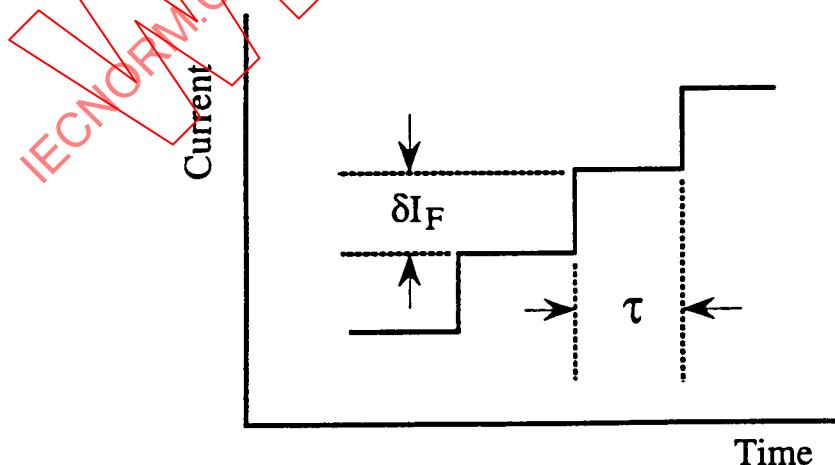


Figure 29 – Current waveform

c) *Description du circuit et exigences*

- D = dispositif à mesurer
- PG = générateur de courant
- D<sub>T</sub> = photodétecteur
- SP = traitement du signal

d) *Précautions à prendre*

Le flux énergétique réfléchi doit être minimisé. Les valeurs limites de la diode laser,  $I_F$  ou  $\Phi_e$ , ne doivent pas être dépassées.

e) *Procédure*

La forme d'onde du courant appliquée au dispositif doit être conforme à la figure 29, où  $\delta I_F$  est l'amplitude du pas et  $\leq (1/20)\Delta I_F$  et  $\tau$ , durée du pas, doit être de longueur suffisante pour permettre au dispositif d'atteindre l'équilibre thermique.

NOTE – La durée du pas,  $\tau$ , ne doit pas être trop petite, autrement les effets thermiques ne seraient pas pris en compte. La valeur minimale recommandée, proche de la constante de temps thermique entre puce et radiateur la plus courante est de 100 µs.

Enregistrer  $I_F$  et  $\Phi_e$  à chaque niveau de pas.

Déduire  $\eta_d$  du rapport:

$$\eta_d = \delta\Phi_e / \delta I_F, \quad \text{à } \Delta I_F \text{ ou } \Phi_e \text{ spécifiés.}$$

f) *Conditions spécifiées*

- Température de boîtier ou ambiante, température d'embase ( $T_{amb}$ ,  $T_{case}$  ou  $T_{sub}$ )
- Courant direct au-dessus du seuil ( $\Delta I_F$ ) ou flux énergétique ( $\Phi_e$ )

### 3.17 Résistance différentielle $r_d$ d'une diode laser avec/sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer la résistance différentielle  $r_d$  d'une diode laser avec ou sans fibre amorce.

b) *Schéma du circuit et forme d'onde du courant*

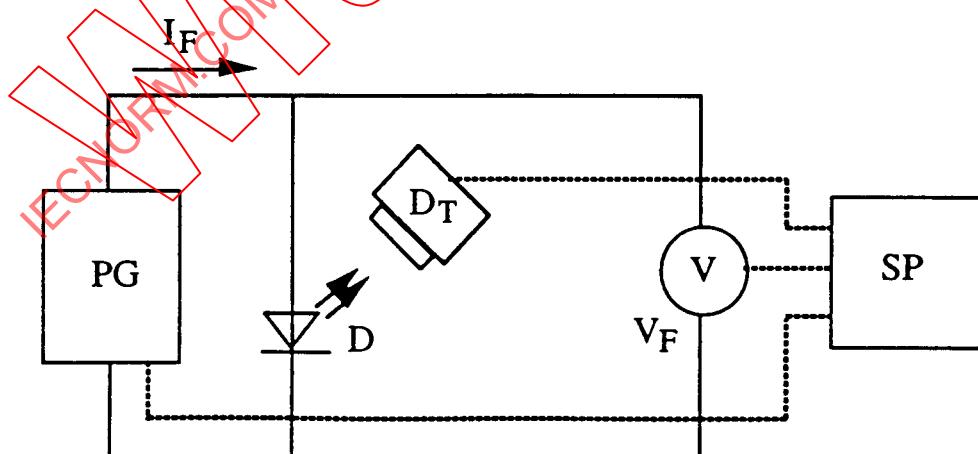


Figure 30 – Schéma du circuit

c) *Circuit description and requirements*

- D = device being measured
- PG = current step generator
- D<sub>T</sub> = photodetector
- SP = signal processing equipment

d) *Precautions to be observed*

Radiant power reflected back into the laser diode shall be minimized. The limiting values of the laser diode,  $I_F$  or  $\Phi_e$ , shall not be exceeded.

e) *Measurement procedure*

The current waveform applied to the device shall be as shown in figure 29, where  $\delta I_F$  is the step-amplitude and  $\leq (1/20)\Delta I_F$  and  $\tau$ , the step duration, shall be of sufficient length to allow the device to achieve thermal equilibrium.

NOTE – The step duration  $\tau$  shall not be too small, otherwise thermal effects would not be taken into account. A recommended minimum value is 100  $\mu\text{s}$ , close to the most common chip-to-heatsink thermal time constant.

Record  $I_F$  and  $\Phi_e$  at each step level.

Derive  $\eta_d$  from the ratio:

$$\eta_d = \delta\Phi_e / \delta I_F, \quad \text{at } \Delta I_F \text{ or } \Phi_e \text{ specified.}$$

f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature, or sub-mount temperature ( $T_{\text{amb}}$ ,  $T_{\text{case}}$  or  $T_{\text{sub}}$ )
- Either forward current above threshold ( $\Delta I_F$ ) or radiant power ( $\Phi_e$ )

### 3.17 Differential (forward) resistance $r_d$ of a laser diode with/without pigtail

a) *Purpose*

To measure the differential (forward) resistance  $r_d$  of a laser diode with/without pigtail.

b) *Circuit diagram and current waveform*

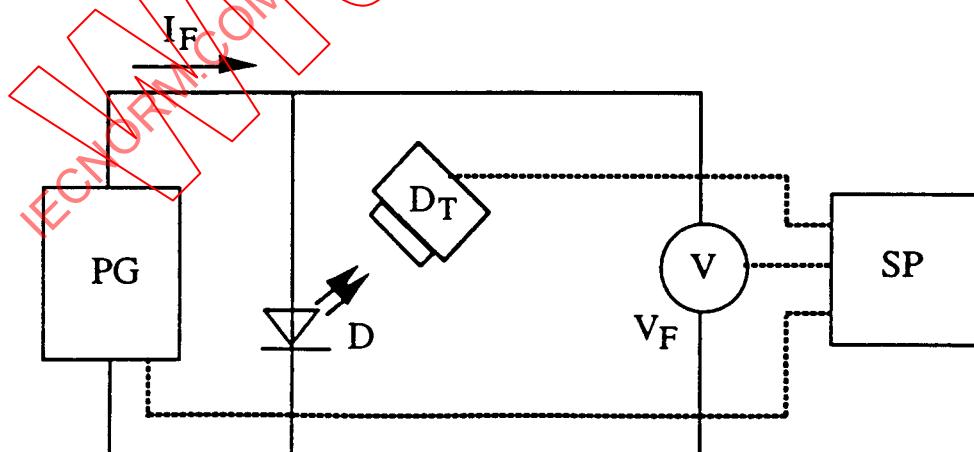


Figure 30 – Circuit diagram

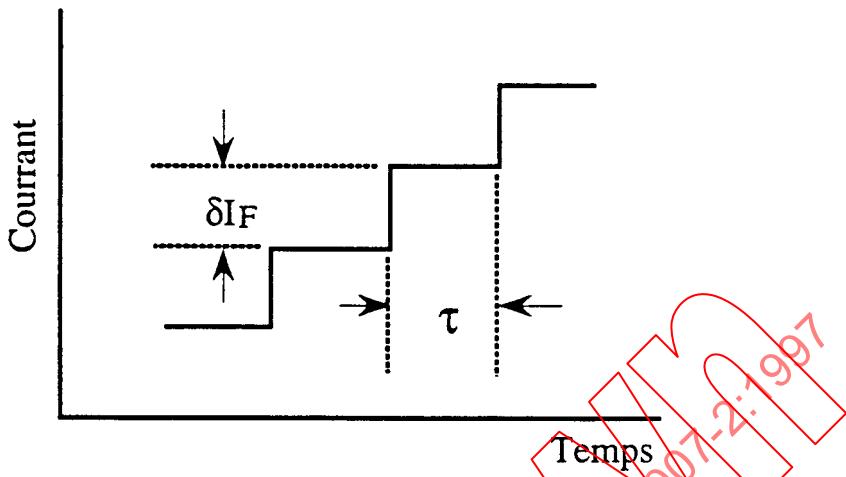


Figure 31 – Forme d'onde du circuit

## c) Description du circuit et exigences

- D = dispositif à mesurer  
 PG = générateur de courant  
 V = voltmètre  
 DT = photodétecteur  
 SP = traitement du signal

## d) Précautions à prendre

Les valeurs limite de la diode laser,  $I_F$  ou  $\Phi_e$ , ne doivent pas être dépassées.

## e) Procédure

La forme d'onde du courant appliquée au dispositif doit être conforme à la figure 31, où  $\delta I_F$  est l'amplitude du pas et  $\leq (1/20)\Delta I_F$ .

Enregistrer  $I_F$ ,  $V_F$  et  $\Phi_e$  à chaque niveau de pas.

Déduire  $r_d$  du rapport:

$$r_d = \delta V_F / \delta I_F, \quad \text{à } \Delta I_F \text{ ou } \Phi_e \text{ spécifiés.}$$

## f) Conditions spécifées

- Température de boîtier ou ambiante, température d'embase ( $T_{amb}$ ,  $T_{case}$  ou  $T_{sub}$ )
- Courant direct au-dessus du seuil ( $\Delta I_F$ ) ou flux énergétique ( $\Phi_e$ )

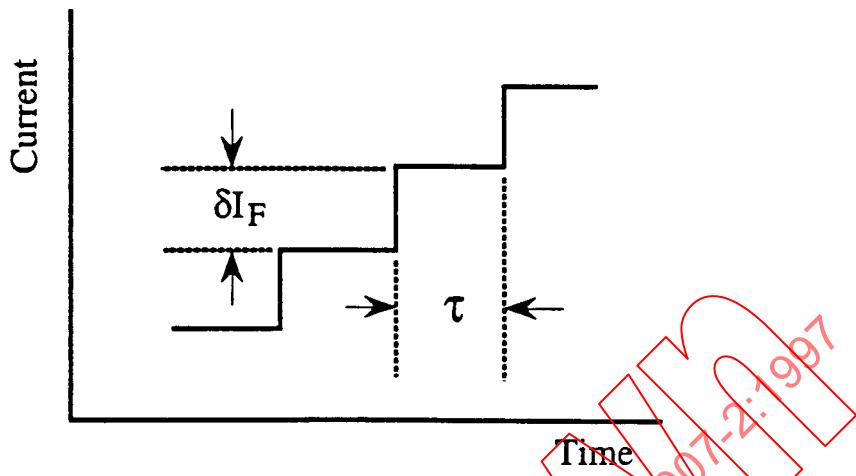


Figure 31 – Current waveform

c) *Circuit description and requirements*

D	device being measured
PG	current step generator
V	voltmeter
D <sub>T</sub>	photodetector
SP	signal processing equipment

d) *Precautions to be observed*

The limiting values of the laser diode,  $I_F$  or  $\Phi_e$ , shall not be exceeded.

e) *Measurement procedure*

The current waveform applied to the device shall be as shown in figure 31, where  $\delta I_F$  is the step-amplitude and  $\leq (1/20)\Delta I_F$ .

Record  $I_F$ ,  $V_F$  and  $\Phi_e$  at each step level.

Derive  $r_d$  from the ratio:

$$r_d = \delta V_F / \delta I_F, \quad \text{at } \Delta I_F \text{ or } \Phi_e \text{ specified.}$$

f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature, or submount temperature ( $T_{\text{amb}}$ ,  $T_{\text{case}}$  or  $T_{\text{sub}}$ )
- Either forward current above threshold ( $\Delta I_F$ ) or radiant power ( $\Phi_e$ )

## 4 Méthodes de mesure pour les dispositifs photosensibles

### 4.1 Bruit d'une photodiode PIN

#### a) But

Mesurer le bruit en courant, le bruit en puissance, la détectivité ou la puissance équivalente de bruit ( $NEP$ ) d'une photodiode  $PIN$  dans des conditions spécifiées.

#### b) Schéma

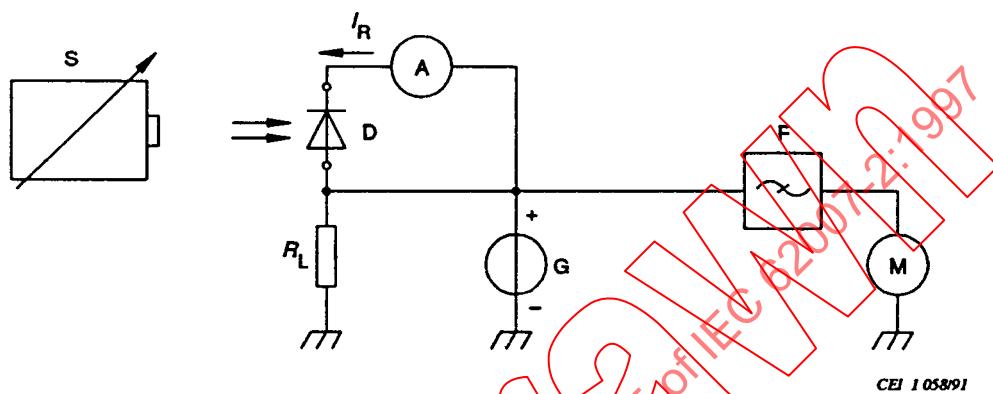


Figure 32

#### c) Description du circuit et exigences

- S = source de lumière ou de rayonnement
- D = dispositif en mesure
- $I_R$  = courant inverse sous rayonnement optique
- $R_L$  = résistance de charge ( $50 \Omega$  de préférence)
- A = ampèremètre
- G = source de tension inverse
- F = filtre ayant une fréquence au maximum de transmission (fréquence centrale)  $f_0$  spécifiée et une largeur de bande équivalente de bruit  $\Delta f_N$  spécifiée
- M = appareil de mesure donnant la valeur efficace vraie, calibrée en bruit, en courant, bruit en puissance, détectivité ou puissance équivalente de bruit

#### d) Précautions à prendre

- 1) La largeur de bande est définie par le filtre F, en tenant compte des autres paramètres tels que la capacité du dispositif D ou la capacité d'entrée de l'équipement de mesure.
- 2) Le bruit de l'équipement de mesure, y compris la source de lumière ou de rayonnement, doit être faible en comparaison du bruit à mesurer, ou doit être pris en compte dans le résultat de la mesure.

## 4 Measuring methods for sensitive devices

### 4.1 Noise of a PIN photodiode

#### a) Purpose

To measure the noise current, the noise power, the detectivity or the noise equivalent power (*NEP*) of a PIN photodiode under specified conditions.

#### b) Circuit diagram

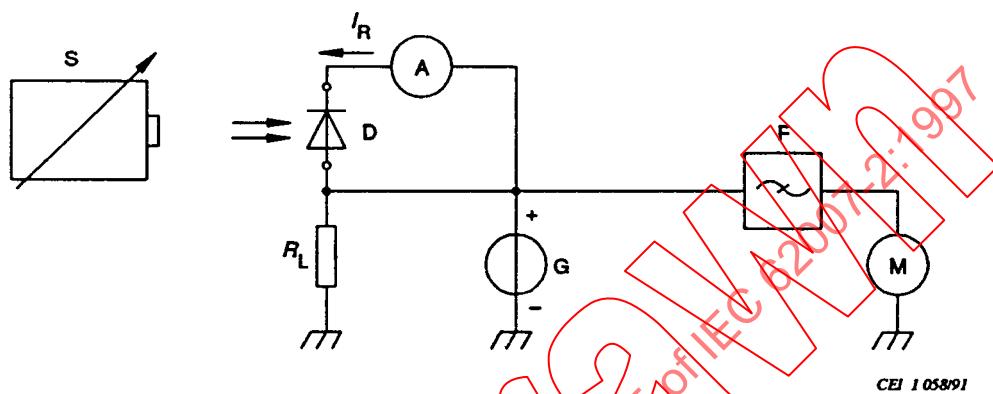


Figure 32

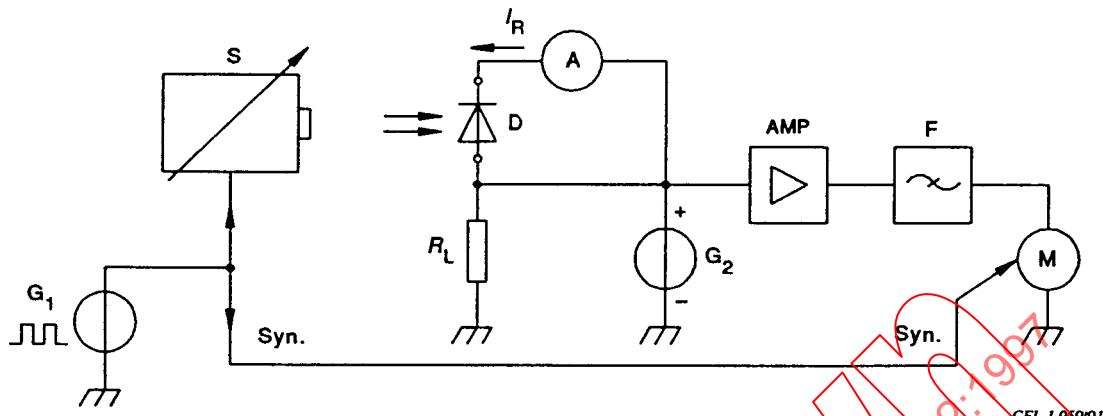
#### c) Circuit description and requirements

- S = radiation or light source
- D = device being measured
- $I_R$  = reverse current under optical radiation
- $R_L$  = load resistance ( $50\ \Omega$  preferably)
- A = ammeter
- G = reverse-voltage supply
- F = filter with specified maximum transmission frequency (centre frequency)  $f_0$  and specified equivalent noise bandwidth  $\Delta f_N$
- M = true r.m.s. reading instrument, calibrated in noise current, noise power, detectivity or equivalent noise power

#### d) Precautions to be observed

- 1) The bandwidth should be defined by the filter F, taking into account the other parameters, such as the capacitance of D and the input capacitance of the measuring equipment.
- 2) The noise of the measuring equipment, including the radiation or light source, should be small compared with the noise to be measured or should be taken into account in the measurement result.

- 3) Lorsque le niveau de bruit est trop faible pour être mesuré directement, on peut utiliser les techniques d'amplification et de détection synchrone comme décrit ci-dessous:



$G_1$	= générateur servant à moduler en onde carrée ( $\delta = 0,5$ ) à la fréquence $f_1$
$S$	= source de lumière ou de rayonnement
$D$	= dispositif en mesure
$R_L$	= résistance de charge
$A$	= ampèremètre
$G_2$	= source de tension inverse
AMP	= amplificateur
F	= filtre (fréquence centrale $f_0$ , largeur de bande équivalente de bruit $\Delta f_N$ )
M	= appareil de mesure donnant la valeur efficace vraie
Syn.	= signal de synchronisation

NOTE 1 –  $f_1$  est faible en comparaison de  $f_0$  (fréquence centrale du filtre F)

NOTE 2 – Le filtre F rejette la fréquence  $f_1$

Figure 33

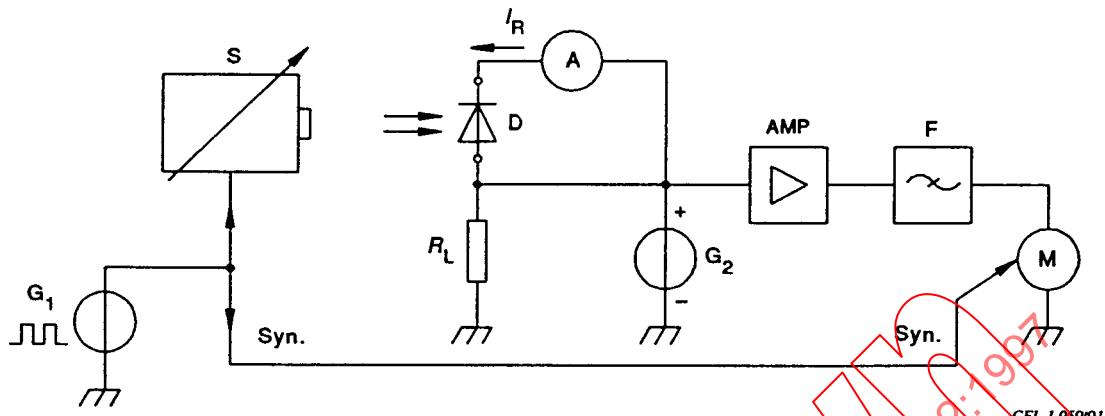
e) *Exécution*

L'équipement de mesure étant étalonné, appliquer la tension inverse spécifiée  $V$  au dispositif en mesure D. Augmenter à partir de zéro de flux lumineux ou énergétique de la source jusqu'à ce que la valeur spécifiée de  $I_R$  soit atteinte. Mesurer le bruit du dispositif en mesure M.

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante.
- Caractéristiques de la source de lumière ou de rayonnement: soit la longueur d'onde d'émission maximale  $\lambda_p$  et la largeur de spectre  $\Delta\lambda$ , soit la distribution spectrale (par exemple illuminant A).
- Source de tension inverse ( $V$ ).
- Courant inverse sous rayonnement optique ( $I_R$ ).
- Résistance de charge ( $R_L$ ) si elle diffère de  $50 \Omega$ .
- Fréquence au maximum de transmission (fréquence centrale ( $f_0$ ) et largeur de bande équivalente de bruit ( $\Delta f_N$ ) du filtre.

- 3) When the noise level is too low to be measured directly, amplification and synchronous detection techniques may be used as described below:



$G_1$	= modulation generator, square wave ( $\delta = 0,5$ ), frequency $f_1$
S	= radiation or light source
D	= device being measured
$R_L$	= load resistor
A	= ammeter
$G_2$	= reverse voltage supply
AMP	= a.c. amplifier
F	= filtre (centre frequency $f_0$ , equivalent noise bandwidth $\Delta f_N$ )
M	= true r.m.s. reading instrument
Syn.	= synchronisation signal

NOTE 1 –  $f_1$  is low compared with  $f_0$  (centre frequency of the filter F)

NOTE 2 – The filter F rejects the frequency  $f_1$

Figure 33

e) *Measurement procedure*

The measuring equipment being calibrated, the specified reverse voltage  $V$  is applied to the device being measured D. The radiant or luminous flux of the source is increased from zero until the specified value of  $I_R$  is reached. The noise of the device D is measured on the reading instrument M.

f) *Specified conditions*

- Ambient temperature.
- Characteristics of the radiation of light source: either peak-emission wavelength  $\lambda_p$  and spectral bandwidth  $\Delta\lambda$ , or spectral distribution (for example illuminant A).
- Reverse voltage source ( $V$ ).
- Reverse current under optical radiation ( $I_R$ ).
- Load resistance ( $R_L$ ) if other than  $50 \Omega$ .
- Filter maximum transmission frequency (centre frequency) ( $f_0$ ) and equivalent noise bandwidth ( $\Delta f_N$ ).

#### 4.2 Facteur d'excès de bruit d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce

##### a) But

Mesurer le facteur d'excès de bruit  $F_e$  d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce.

##### b) Schéma

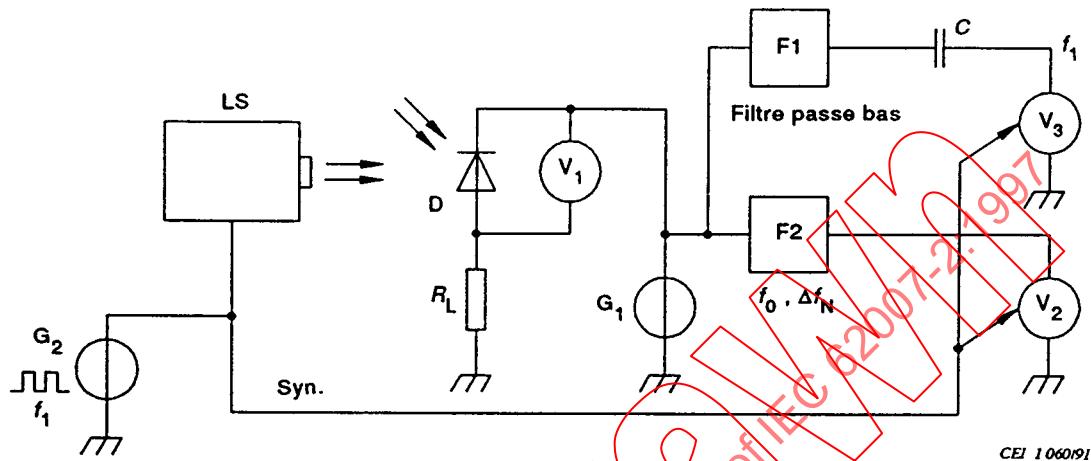


Figure 34

##### c) Description du circuit et exigences

LS	= source de lumière ou de rayonnement
D	= dispositif en mesure
$R_L$	= résistance de charge
$G_1$	= source de tension continue
$G_2$	= générateur de modulation optique réglé à la fréquence $f_1$
$V_1$	= voltmètre continu
$V_2$	= voltmètre indiquant la valeur continue, avec amplificateur synchrone à la fréquence $f_1$
$V_3$	= voltmètre indiquant la valeur alternative, avec amplificateur synchrone à la fréquence $f_1$
$F_1$	= filtre passe bas
$F_2$	= filtre passe bande de fréquence centrale $f_0$ et de largeur de bande $\Delta f_N$ spécifiées
C	= condensateur de liaison
Syn.	= signal de synchronisation

NOTE 1 – La fréquence de modulation  $f_1$  doit être faible par rapport à  $f_0$  et pour éviter des erreurs de mesures dues à la réponse en fréquence du dispositif en mesure D.

NOTE 2 – Le filtre  $F_2$  doit rejeter la fréquence de modulation  $f_1$ .

NOTE 3 – Le filtre  $F_1$  doit laisser passer la fréquence de modulation  $f_1$  mais pas les fréquences supérieures à  $f_0 - \Delta f_N/2$ .

NOTE 4 – La valeur du condensateur C doit être suffisamment grande pour laisser passer la fréquence  $f_1$ .

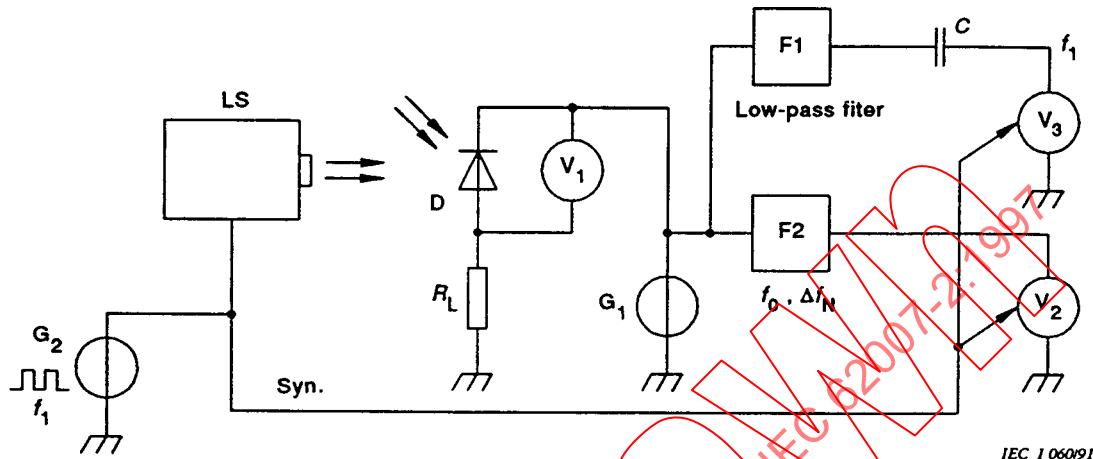
NOTE 5 – Seul l'accès optique du dispositif en mesure D doit être illuminé et le rayonnement doit couvrir entièrement l'accès optique de D.

#### 4.2 Excess noise factor of an avalanche photodiode with or without pigtails

##### a) Purpose

To measure the excess noise factor  $F_e$  of an avalanche photodiode with or without pigtails.

##### b) Circuit diagram



IEC 106091

Figure 34

##### c) Circuit description and requirements

- LS = radiation or light source
- D = device being measured
- $R_L$  = load resistance
- $G_1$  = d.c. voltage source
- $G_2$  = optical modulation generator with frequency  $f_1$
- $V_1$  = d.c. voltmeter
- $V_2$  = true r.m.s. voltage meter with synchronous amplifier at frequency  $f_1$
- $V_3$  = a.c. voltage meter with synchronous amplifier at frequency  $f_1$
- $F_1$  = low-pass filter
- $F_2$  = band-pass filter with specified central frequency  $f_0$  and bandwidth  $\Delta f_N$
- C = d.c. blocking capacitor
- Syn. = synchronization signal

NOTE 1 – Modulation frequency  $f_1$  should be low compared to  $f_0$  and sufficiently low to prevent measuring error due to frequency response of the device D being measured.

NOTE 2 – Filter  $F_2$  should reject modulation frequency  $f_1$ .

NOTE 3 – Filter  $F_1$  should pass modulation frequency  $f_1$  but reject frequencies larger than  $f_0 - \Delta f_N/2$ .

NOTE 4 – Capacitor value C should be large enough to pass frequency  $f_1$ .

NOTE 5 – Only the optical port of the device D being measured should be irradiated and that irradiation should completely fill the port.

d) *Exécution*

- 1) Appliquer à D une tension de polarisation  $V_{R1}$ , mesurée par  $V_1$ .

$V_{R1}$  doit être suffisamment faible pour que la multiplication des porteurs soit négligeable (c'est-à-dire facteur de multiplication  $M \approx 1$ ) mais suffisamment grande pour que le dispositif soit entièrement déserté et qu'il ait atteint sa rapidité et sa sensibilité maximales. Réglér le flux énergétique d'entrée afin d'obtenir le photocourant  $I_{po(3)}$  mesuré par la tension  $V_{30}$  sur  $V_3$ , à partir du signal modulé à la fréquence  $f_1$  et en utilisant la formule:

$$I_{po} = \frac{1}{k} \times \frac{V_{30}}{R_L}$$

où  $k$  est égal au facteur cyclique du générateur de modulation  $G_2$  (par exemple pour un facteur cyclique d'onde carrée de 50 %,  $k = 1/2$ ).

- 2) Augmenter la tension de polarisation  $V_R$  jusqu'à ce que la tension  $V_{31}$  lue sur  $V_3$  atteigne la valeur  $M \times V_{30}$ :

$$M = \frac{V_{31}}{V_{30}}$$

- 3) Relever la valeur de la tension  $V_{21}$  lue sur  $V_2$  et calculer le facteur d'excès de bruit  $F_e$  par la formule:

$$F_e = \frac{V_{21}^2}{2 q \times I_{po} \times M^2 \times R_L^2 \times \Delta f_N}$$

où  $q$  est la charge de l'électron

e) *Précautions à prendre*

Cette méthode ne peut pas être précise pour un dispositif dont le gain unitaire ( $M \approx 1$ ) ne peut être obtenu quand la jonction du dispositif est totalement désertée, c'est-à-dire lorsqu'il a atteint sa sensibilité et sa vitesse maximales.

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou de boîtier.
- Facteur de multiplication ( $M$ ).
- Photocourant ( $I_{po}$ ).
- $f_o, \Delta f_N$  du filtre  $F_2$ .
- Longueur d'onde d'émission maximale, largeur du spectre de rayonnement ( $\lambda_p, \Delta\lambda$ ).
- $V_{R1}$ .

#### 4.3 Fréquence de coupure en petits signaux d'une photodiode avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer la fréquence de coupure en petits signaux d'une photodiode, avec ou sans fibre amorce, dans des conditions spécifiées.

d) *Procedure*

- 1) Apply a low-bias voltage  $V_{R1}$  measured by  $V_1$ .

$V_{R1}$  should be sufficiently low that negligible carrier multiplication takes place (i.e. multiplication factor  $M \approx 1$ ) but sufficiently large that the device is fully depleted and has achieved its rated speed and responsivity. Adjust the input optical power to achieve the specified photocurrent  $I_{po(3)}$  as measured by voltage  $V_{30}$  on  $V_3$  from the signal modulated at frequency  $f_1$  using the relationship:

$$I_{po} = \frac{1}{k} \times \frac{V_{30}}{R_L}$$

where  $k$  is equal to the duty factor of modulation generator  $G_2$  (e.g. for a 50 % duty factor square wave,  $k = 1/2$ ).

- 2) Increase bias voltage  $V_R$  until the voltage  $V_{31}$  read on  $V_3$  reaches the value  $M \times V_{30}$ :

$$M = \frac{V_{31}}{V_{30}}$$

- 3) Read the voltage  $V_{21}$  on  $V_2$  and calculate the excess noise factor  $F_e$  from the relationship:

$$F_e = \frac{V_{21}^2}{2 q \times I_{po} \times M^2 \times R_L^2 \times \Delta f_N}$$

where  $q$  is the electronic charge.

e) *Precautions to be observed*

This method is not accurate for a device in which unity gain ( $M \approx 1$ ) cannot be achieved when the device is fully depleted and has achieved its rated speed and responsivity.

f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature.
- Multiplication factor ( $M$ ).
- Photocurrent ( $I_{po}$ ).
- $f_0$ ,  $\Delta f_N$  of the filter  $F_2$ .
- Peak emission wavelength and spectral radiation bandwidth ( $\lambda_p$ ,  $\Delta\lambda$ ).
- $V_{R1}$ .

### 4.3 Small-signal cut-off frequency of a photodiode with or without pigtails

a) *Purpose*

To measure the small-signal cut-off frequency of a photodiode, with or without pigtails, under specified conditions.

## b) Schéma

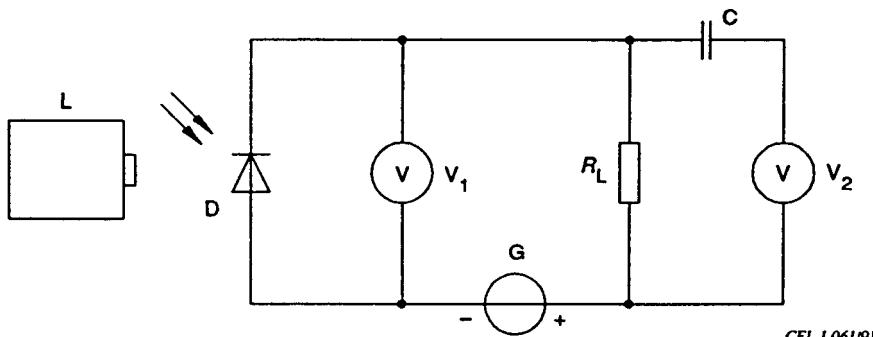


Figure 35

## c) Description du circuit et exigences

- D = dispositif en mesure
- L = source de lumière à bande étroite émettant de la lumière d'amplitude modulée par une onde sinusoïdale de fréquence ajustable
- G = source de tension continue
- $V_1$  = voltmètre continu
- $V_2$  = appareil de mesure de tension large bande
- $R_L$  = résistance de charge, de valeur faible par rapport à celle de la source du dispositif en mesure
- C = capacité de couplage

## d) Précaution à prendre

Seul l'accès optique du dispositif doit être éclairé complètement.

## e) Exécution

Appliquer la tension continue inverse spécifiée à la photodiode en mesure. Ajuster la source de lumière pour obtenir la valeur moyenne spécifiée  $\phi_e$  à l'accès optique. Moduler cette source à une fréquence basse (inférieure à  $f_c/100$ ) et mesurer le signal alternatif de sortie sur  $V_2$ .

Augmenter la fréquence de modulation de la source de rayonnement en conservant la valeur moyenne de  $\phi_e$  et la profondeur de modulation constante jusqu'à ce que le signal de sortie mesuré sur  $V_2$  ait diminué de  $\sqrt{2}$ . Cette fréquence est la fréquence de coupure en petits signaux  $f_c$ .

## f) Conditions spécifiées

- Température ambiante ou de boîtier.
- Tension inverse ( $V_R$ ).
- Résistance de charge ( $R_L$ ).
- Longueur d'onde d'émission maximale et largeur du spectre de rayonnement de la source de lumière ( $\lambda_p, \Delta\lambda$ ).
- Flux énergétique ( $\phi_e$ ).

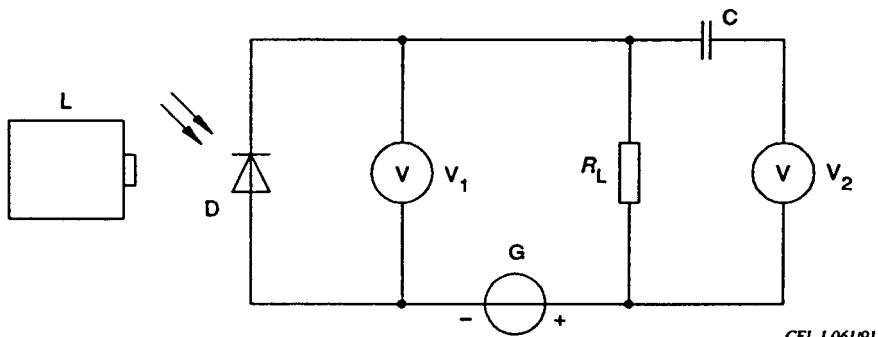
b) *Circuit diagram*

Figure 35

c) *Circuit description and requirements*

- D = device being measured
- L = narrowband light source emitting light which is amplitude modulated with a small-signal sinusoidal wave of adjustable frequency
- G = d.c. voltage source
- $V_1$  = d.c. voltmeter
- $V_2$  = broadband voltage measurement instrument
- $R_L$  = load resistance, low in value compared with the source resistance of the device being measured
- C = coupling capacitor

d) *Precaution to be observed*

Only the optical port of the device shall be completely irradiated.

e) *Measurement procedure*

The specified direct reverse voltage is applied to the device being measured. The radiation source is adjusted to obtain the average value  $\phi_e$  specified from the optical port. This source is modulated at a low frequency (less than  $f_c/100$ ) and the a.c. output signal is measured on  $V_2$ .

The modulation frequency of the radiation source is increased keeping the average value of  $\phi_e$  and the modulation level constant until the output signal measured on  $V_2$  has decreased by  $\sqrt{2}$ . This frequency is the small-signal cut-off frequency  $f_c$ .

f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature.
- Reverse voltage ( $V_R$ ).
- Load resistance ( $R_L$ ).
- Peak-emission wavelength and spectral radiation bandwidth of the light source ( $\lambda_p$ ,  $\Delta\lambda$ ).
- Radian power ( $\phi_e$ ).

#### 4.4 Facteur de multiplication d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce

##### a) But

Mesurer le facteur de multiplication  $M$  d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce.

##### b) Schéma

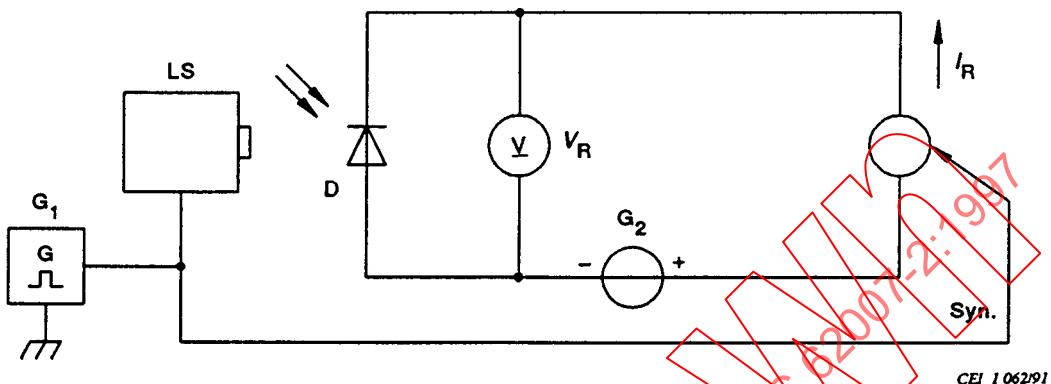


Figure 36

##### c) Description du circuit et exigences

- LS = source de lumière ou de rayonnement
- D = dispositif en mesure
- $G_1$  = générateur de modulation
- $G_2$  = source de tension continue
- SA = ampèremètre synchrone
- Syn. = signal de synchronisation

##### d) Précautions à prendre

Seul l'accès optique du dispositif en mesure doit être pris en compte.

##### e) Exécution

Appliquer la faible tension de polarisation spécifiée  $V_{R2}$  due au générateur  $G_2$  au dispositif en mesure. Régler le flux énergétique  $\phi_e$  à la valeur spécifiée. Mesurer le courant  $I_{R2}$  sur l'ampèremètre synchrone.

Modifier la tension continue de polarisation appliquée au dispositif en mesure jusqu'à la valeur spécifiée  $V_{R1}$ . Mesurer le courant  $I_{R1}$  sur l'ampèremètre synchrone.

Calculer le facteur de multiplication  $M$  à partir de l'équation:

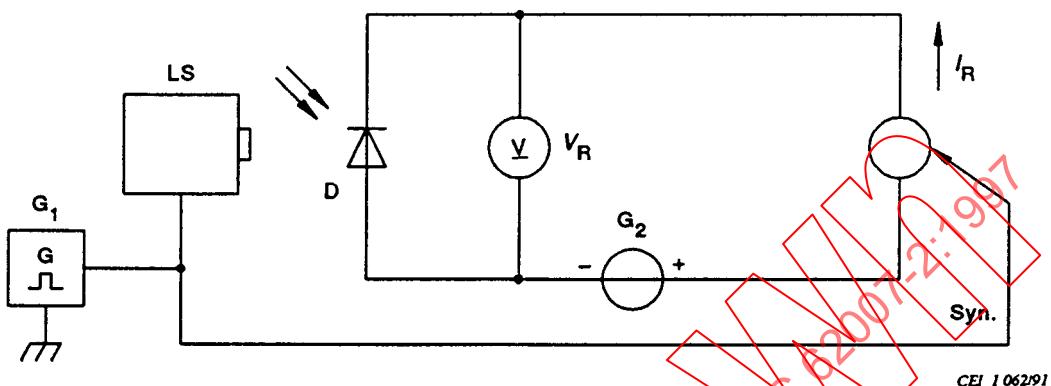
$$M = \frac{I_{R1}}{I_{R2}}$$

#### 4.4 Multiplication factor of an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails

##### a) Purpose

To measure the multiplication factor  $M$  of an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails.

##### b) Circuit diagram



CEI 106291

Figure 36

##### c) Circuit description and requirements

LS = radiation or light source

D = device being measured

G<sub>1</sub> = modulation generator

G<sub>2</sub> = d.c. voltage source

SA = synchronous ammeter

Syn. = synchronization signal

##### d) Precautions to be observed

Only the optical port of the device being measured shall be considered.

##### e) Measurement procedure

Apply the specified low bias voltage  $V_{R2}$  from the generator G<sub>2</sub> to the device being measured. Adjust the radiant power  $\phi_e$  to the specified value. Measure the current  $I_{R2}$  on the synchronous ammeter.

Change the d.c. bias voltage applied to the device being measured to the specified value  $V_{R1}$ . Measure the current  $I_{R1}$  on the synchronous ammeter.

Calculate the multiplication factor  $M$  from the equation:

$$M = \frac{I_{R1}}{I_{R2}}$$

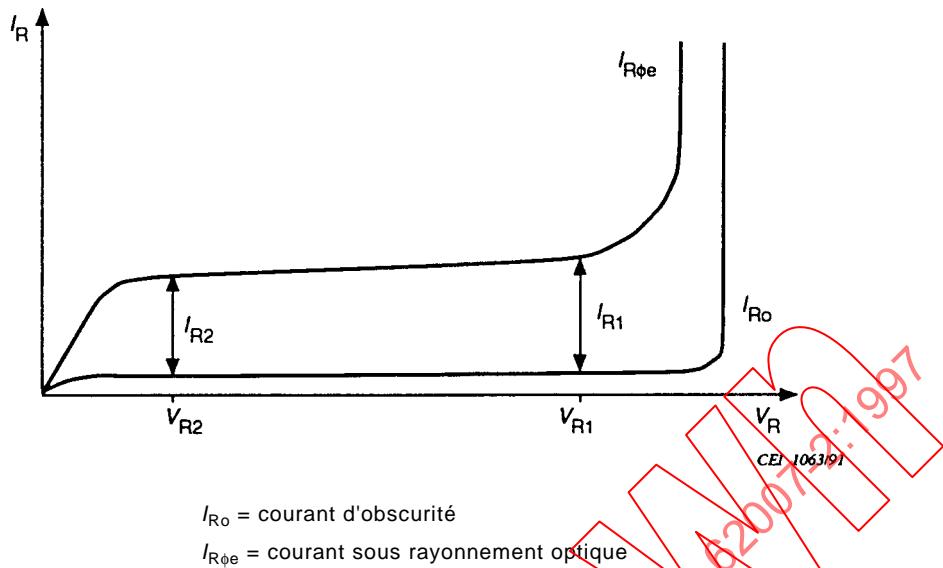


Figure 37

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou de boîtier.
- Tensions inverses ( $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ).
- Flux énergétique ( $\phi_e$ ).
- Longueur d'onde d'émission maximale ( $\lambda_p$ ).
- Largeur de spectre de rayonnement ( $\Delta\lambda$ ).
- Accès optique.
- Configuration optique.

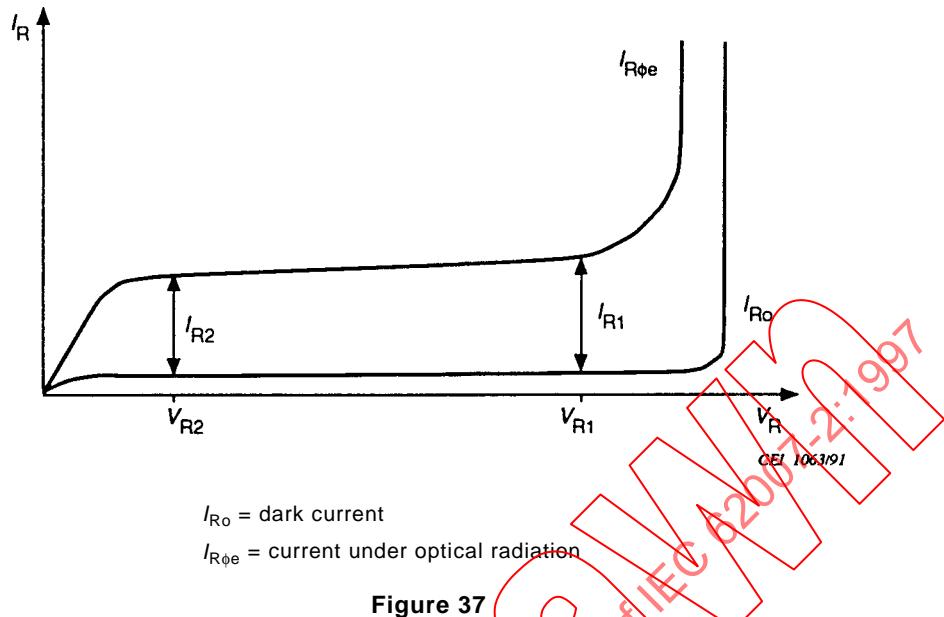
## 4.5 Temps de commutation d'une photodiode PIN ou d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce

a) *But*

Mesurer le temps total d'établissement  $t_{on}$  (temps de retard à l'établissement  $t_{d(on)}$  + temps de croissance  $t_r$ ) et le temps total de coupure  $t_{off}$  (temps de retard à la coupure  $t_{d(off)}$  + temps de décroissance  $t_f$ ) d'une photodiode PIN ou d'une photodiode à avalanche avec ou sans fibre amorce.

b) *Schéma*

Les paramètres de commutation d'une photodiode PIN ou d'une photodiode à avalanche sont mesurés en utilisant le schéma de la figure 38.



f) *Specified conditions*

- Ambient or case temperature.
- Reverse voltages ( $V_{R1}$ ,  $V_{R2}$ ).
- Radiant power ( $\phi_e$ ).
- Peak emission wavelength ( $\lambda_p$ ).
- Spectral radiation bandwidth ( $\Delta\lambda$ ).
- Optical port.
- Optical configuration.

**4.5 Switching times of a PIN photodiode or an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails.**

a) *Purpose*

To measure the turn-on time  $t_{on}$  (turn-on delay time  $t_{d(on)}$  + rise time  $t_r$ ) and turn-off time  $t_{off}$  (turn-off delay time  $t_{d(off)}$  + fall time  $t_f$ ) of a PIN photodiode or an avalanche photodiode (APD) with or without pigtails.

b) *Circuit diagram*

The switching parameters of a PIN photodiode or an avalanche photodiode (APD) are measured using the circuit of figure 38.

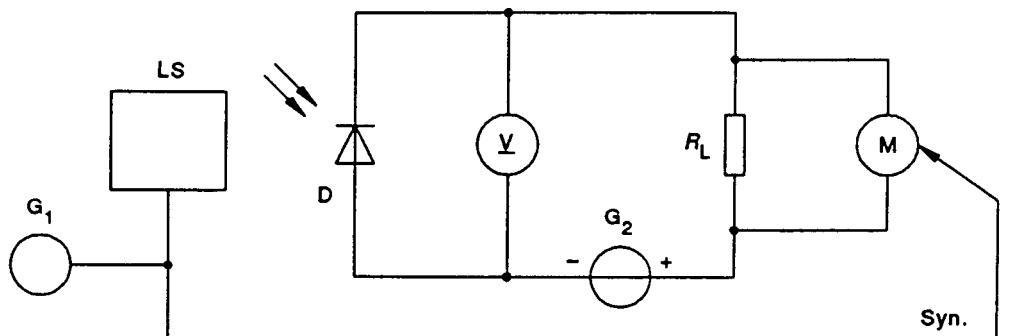


Figure 38

## c) Description du circuit et exigences

- $G_1$  = générateur de modulation
- $G_2$  = source de tension continue
- LS = source de rayonnement
- D = dispositif en mesure
- $R_L$  = résistance de charge
- M = appareil de mesure
- Syn. = signal de synchronisation

## d) Précautions à prendre

Les temps de croissance et de décroissance de l'impulsion de flux énergétique doivent être suffisamment faibles pour ne pas influer sur la précision de la mesure.

Seul l'accès optique du dispositif en mesure doit être pris en compte.

Seul doit être mesuré le rayonnement optique tombant sur l'accès optique du dispositif en mesure.

## e) Exécution

Appliquer la tension spécifiée de la source  $G_2$  au dispositif en mesure et régler les impulsions de flux énergétique aux valeurs spécifiées pour le flux énergétique de pointe ( $\phi_{e1}$ ) et le flux énergétique résiduel ( $\phi_{e2}$ ).

Mesurer les temps de commutation avec l'appareil de mesure M.

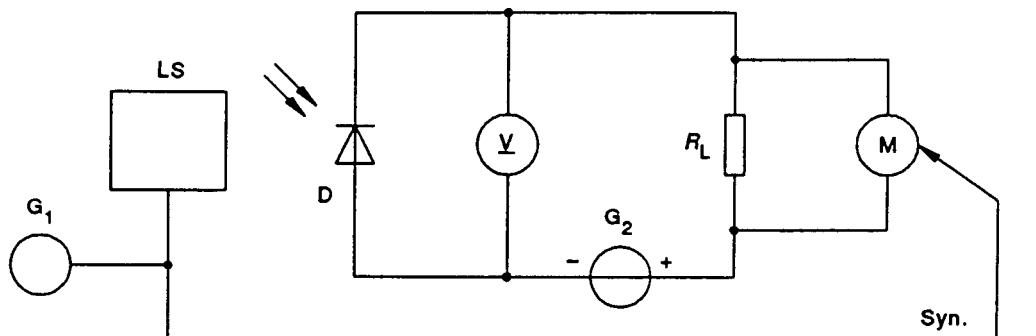


Figure 38

c) *Circuit description and requirements*

$G_1$  = modulation generator

$G_2$  = direct voltage source

$LS$  = radiation source

$D$  = device being measured

$R_L$  = load resistance

$M$  = measuring instrument

$Syn.$  = synchronization signal

d) *Precautions to be observed*

The rise and fall times of the input radiant power pulse shall be short enough not to affect the accuracy of the measurement.

Only the optical port of the device being measured shall be considered.

Only the optical radiation falling onto the optical port of the device being measured shall be measured.

e) *Measurement procedure*

The specified voltage from the voltage source  $G_2$  is applied to the device being measured and the radiant power pulses are set to the specified values of peak radiant power ( $\phi_{e1}$ ) and offset radiant power ( $\phi_{e2}$ ).

The switching times are measured with the measuring instrument  $M$ .

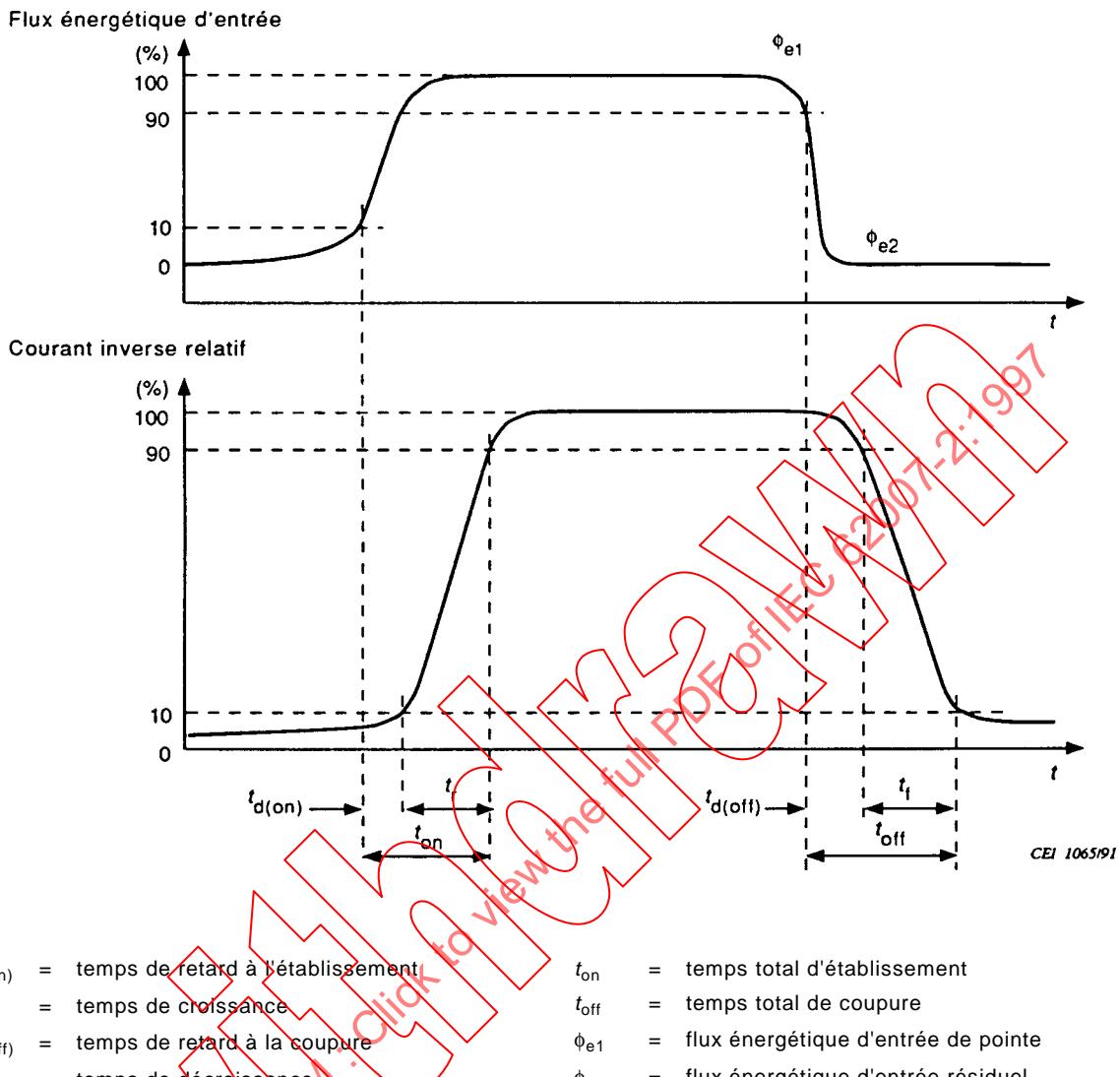


Figure 39

f) *Conditions spécifiées*

- Température ambiante ou de boîtier.
- Tension inverse ( $V_R$ ).
- Flux énergétique de pointe ( $\Phi_{e1}$ ).
- Flux énergétique résiduel ( $\Phi_{e2}$ ).
- Résistance de charge ( $R_L$ ) (si elle diffère de  $50 \Omega$ ).
- Longueur d'onde d'émission maximale ( $\lambda_p$ ).
- Largeur de spectre de rayonnement ( $\Delta\lambda$ ).
- Accès optique.
- Configuration optique.

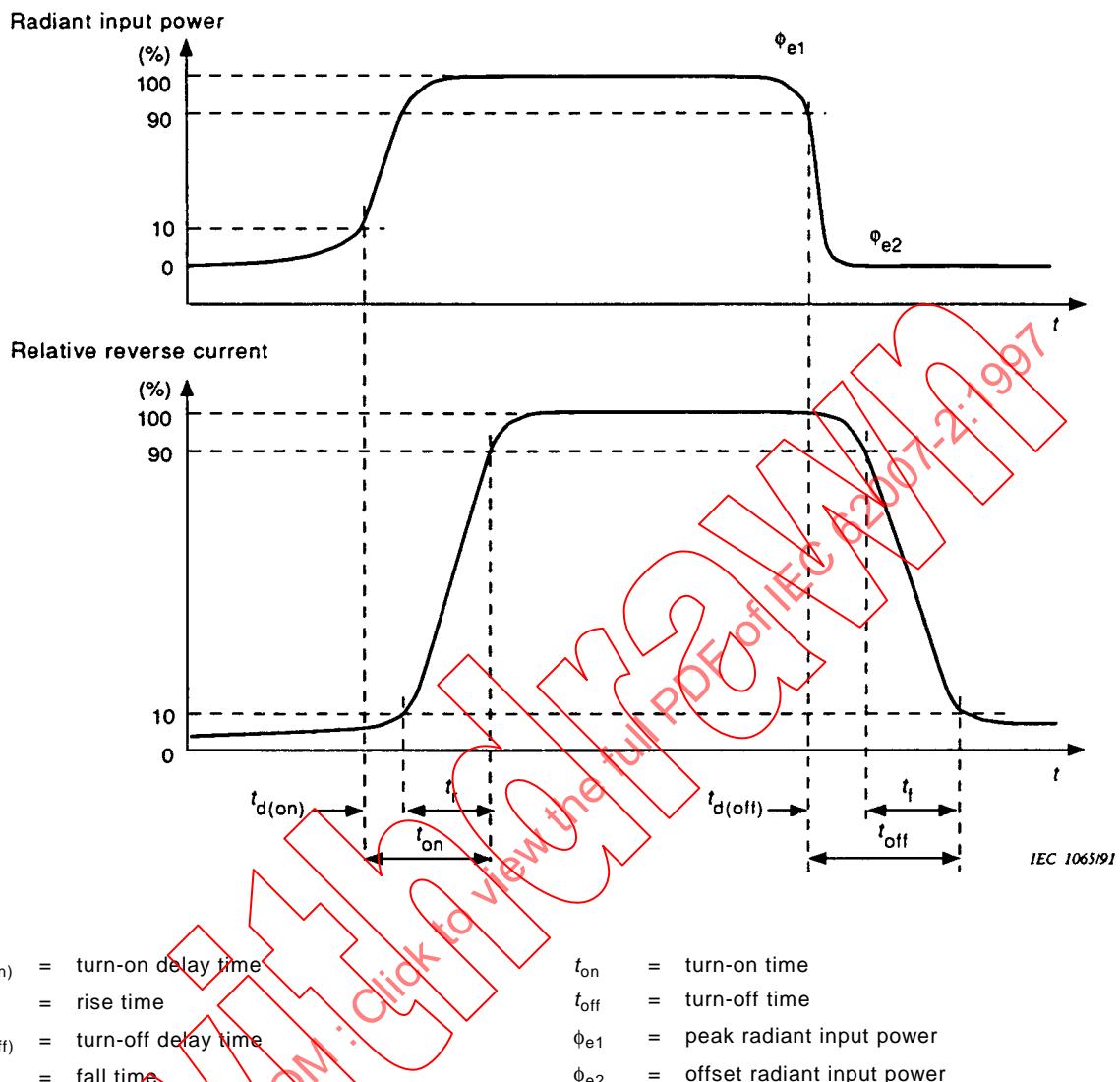


Figure 39

## f) Specified conditions

- Ambient or case temperature.
- Reverse voltage ( $V_R$ ).
- Peak radiant power ( $\phi_{e1}$ ).
- Offset radiant power ( $\phi_{e2}$ ).
- Load resistance (if other than  $50 \Omega$ ) ( $R_L$ ).
- Peak-emission wavelength ( $\lambda_p$ ).
- Spectral radiation bandwidth ( $\Delta\lambda$ ).
- Optical port.
- Optical configuration.

#### 4.6 Sensibilité d'un module PIN-FET

##### a) But

Mesurer la sensibilité d'un module PIN-FET dans des conditions de rayonnement d'entrée modulé:

##### b) Schéma

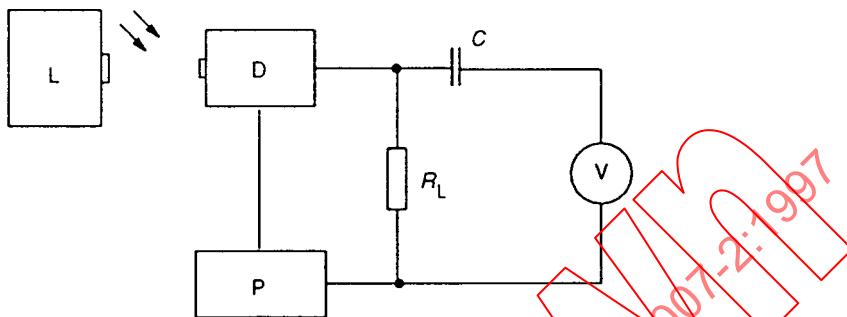


Figure 40

##### c) Description du circuit et exigences

D = dispositif en mesure

L = source de rayonnement de bande étroite, avec flux énergétique  $\Phi_e$  réglable, modulée en amplitude avec une onde sinusoïdale de petits signaux à fréquence réglable de valeur efficace  $\Delta\Phi_{e(\text{eff})}$

P = source d'alimentation fournissant à D les tensions et courants de fonctionnement spécifiés

$R_L$  = résistance de charge permettant d'adapter l'impédance de sortie spécifiée pour D

C = capacité de couplage

V = voltmètre efficace ou mesureur de tension à large bande.

##### d) Précautions à prendre

L'accès optique du dispositif en mesure doit être entièrement soumis au rayonnement.

La valeur de  $\Delta\Phi_{e(\text{eff})}$  doit être nettement inférieure à celle du flux énergétique en courant continu  $\Phi_e$  constante dans la bande de fréquences spécifiées entre  $f_1$  et  $f_2$ .

Un signal doit être considéré comme petit si le fait de doubler son amplitude ne produit pas de modification de la valeur mesurée du paramètre supérieure à l'erreur permise pour la mesure.

##### e) Exécution

Appliquer aux connexions appropriées de D les tensions d'alimentation spécifiées, fournies par P. Régler L de manière à fournir la valeur spécifiée du flux énergétique d'entrée  $\Phi_e$  en courant continu, et le signal de modulation de fréquence variable spécifiées. Mesurer sur V la tension efficace de sortie,  $V_{o(\text{eff})}$ . La relation suivante permet de déterminer la sensibilité S:

$$S = \frac{V_{o(\text{eff})}}{\Delta\Phi_{e(\text{eff})}}$$