

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60835-2-7

Première édition
First edition
1994-07

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé pour les systèmes de transmission
numérique en hyperfréquence**

Partie 2:

Mesures applicables aux faisceaux hertziens
terrestres

Section 7: Equipement de diversité par
commutation et combinaison

**Methods of measurement for equipment used in
digital microwave radio transmission systems**

Part 2:

Measurements on terrestrial radio-relay systems

Section 7: Diversity switching and
combining equipment



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60835-2-7: 1994

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60835-2-7

Première édition
First edition
1994-07

**Méthodes de mesure applicables au matériel
utilisé pour les systèmes de transmission
numérique en hyperfréquence**

Partie 2:

Mesures applicables aux faisceaux hertziens
terrestres

Section 7: Equipement de diversité par
commutation et combinaison

**Methods of measurement for equipment used in
digital microwave radio transmission systems**

Part 2:

Measurements on terrestrial radio-relay systems

Section 7: Diversity switching and
combining equipment

© IEC 1994 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	10
3 Diversité par commutation	12
3.1 Considérations générales	12
3.2 Isolation entre les accès du commutateur de diversité	12
3.3 Différence de temps de propagation entre les voies en diversité	12
3.4 Commutation due à l'alarme sur le TEB	14
3.5 Temps de synchronisation	16
4 Diversité par combinaison	18
4.1 Considérations générales	18
4.2 Caractéristique du TEB en fonction du niveau d'entrée du récepteur	20
4.3 Caractéristique de la dispersion d'amplitude dans la bande passante	22
4.4 Caractéristique du TEB en fonction de la différence de phase entre les accès d'entrée du combineur	24
4.5 Signatures d'évanouissement	24
Figures	
1 Equipement de commutation en bande de base utilisé dans les systèmes en diversité	28
2 Montage pour mesurer la différence de temps de propagation tolérable au moyen d'une ligne à retard variable insérée en r.f.	30
3 Montage pour mesurer la différence de temps de propagation tolérable au moyen d'une ligne à retard variable en bande de base	32
4 Montage pour mesurer les fonctions de l'équipement de commutation en bande de base dépendant du TEB	34
5 Montage pour mesurer le temps de synchronisation	36
6 Schémas fonctionnels simplifiés de l'équipement de diversité par combinaison	38
7 Montages pour mesurer la caractéristique du TEB en fonction du niveau d'entrée du récepteur	40
8 Exemple d'une caractéristique du TEB en fonction du niveau d'entrée du récepteur	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Switching diversity	13
3.1 General considerations	13
3.2 Isolation between the ports of a diversity switch	13
3.3 Delay difference between diversity channels	13
3.4 Switching due to the BER alarm	15
3.5 Synchronization time	17
4 Combining diversity	19
4.1 General considerations	19
4.2 BER/receiver input level characteristic	21
4.3 In-band amplitude dispersion characteristic	23
4.4 BER/phase difference characteristic	25
4.5 Fading signatures	25
Figures	
1 Base-band switching equipment used in diversity systems	29
2 Arrangement for measuring the tolerable delay difference by a variable r.f. delay line	31
3 Arrangement for measuring the tolerable delay difference by a variable base-band delay line	33
4 Arrangement for measuring base-band switching equipment functions due to BER	35
5 Arrangement for measuring the synchronization time	37
6 Simplified block diagrams of diversity combining equipment	39
7 Arrangements for measuring the BER/receiver input level characteristic	41
8 Example of a BER/receiver input level characteristic	43

Figures	Pages
9 Montage pour mesurer la caractéristique de dispersion d'amplitude dans la bande passante	44
10 Caractéristique de dispersion d'amplitude dans la bande passante	44
11 Montage pour mesurer la caractéristique du TEB en fonction de la différence de phase entre les accès d'entrée	46
12 Montages pour mesurer la signature d'un système de diversité par combinaison ..	48
13 Exemple de courbes de signature en fonction de la différence ΔP entre les niveaux de réception, (retard positif)	50

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-7:1994

Figures	Pages
9 Arrangement for measuring in-band amplitude dispersion characteristic	45
10 In-band amplitude dispersion characteristic	45
11 Arrangement for measuring the BER/phase difference characteristic	47
12 Arrangements for measuring the signature of a combining system	49
13 Example of signature curves as a function of level difference ΔP (positive delay)	51

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60835-2-7:1994

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE

Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres Section 7: Equipement de diversité par commutation et combinaison

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 835-2-7 a été établie par le sous-comité 12E: Faisceaux hertziens et systèmes fixes de télécommunication par satellite, du comité d'études 12 de la CEI: Radiocommunications.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
12E(BC)149	12E(BC)161

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT
USED IN DIGITAL MICROWAVE
RADIO TRANSMISSION SYSTEMS****Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems
Section 7: Diversity switching and
combining equipment**

FOREWORD

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

International Standard IEC 385-2-7 has been prepared by sub-committee 12E: Radio-relay and fixed satellite communications systems, of IEC technical committee 12: Radiocommunications.

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

DIS	Report on voting
12E(CO)149	12E(CO)161

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

INTRODUCTION

La disponibilité d'une liaison hertzienne peut être influencée par la fiabilité de l'équipement lui-même et par les conditions de propagation. L'évanouissement dû à la propagation par trajets multiples est provoqué par la réfraction de trajets perturbateurs dans une atmosphère stratifiée. Comme tous les trajets perturbateurs sont retardés par rapport au trajet direct, l'évanouissement par trajets multiples se traduit par une variation de l'amplitude dépendante de la fréquence et des variations de temps de propagation de groupe, ajoutées à la variation de niveau du signal reçu (évanouissement uniforme).

La transmission ou la réception des signaux sur deux voies (ou plus) en diversité est un moyen de compenser les effets de la propagation, comme décrit dans le Rapport 376-6 du CCIR (voir article 5 de la présente section). La réception en diversité est basée sur le fait que les signaux hyperfréquences qui arrivent sur le site de réception par des trajets séparés et/ou à des fréquences différentes présentent des affaiblissements et des distorsions partiellement corrélés.

Donc, les effets de l'évanouissement uniforme et/ou de la propagation par trajets multiples sur le temps pendant lequel la liaison est disponible pour le service, peuvent être réduits par une commutation ou une combinaison appropriée des sorties des récepteurs en diversité.

Les principaux types de systèmes de diversité généralement utilisés sont les suivants:

- systèmes en diversité de fréquence et interbandes: ces montages en diversité utilisent des fréquences différentes sur la même bande ou des bandes de fréquence différente;
- systèmes de diversité d'espace: ils utilisent une seule antenne émettrice et deux antennes réceptrices ou plus.

INTRODUCTION

The availability of a radio-relay link for service may be influenced by the reliability of the equipment itself and by propagation conditions. Fading due to multipath propagation arises from interfering paths refracted in a stratified atmosphere. Since all the interfering paths are delayed relative to the direct path, multipath fading results in frequency-dependent amplitude and group-delay variations, in addition to variations in the received signal level (flat fading).

One way to overcome the propagation effects is by transmitting or receiving the signals over two (or more) diversity channels, as described in CCIR Report 376-6 (see clause 5 of this section). Diversity reception is based upon the fact that radio signals arriving at the receiving site by separate paths and/or at different frequencies have partially correlated impairments.

Therefore the effects of flat fading and/or multipath propagation upon the time during which the link is available for service may be decreased by suitably switching or combining the outputs of the diversity receivers.

The following types of diversity systems are in general use.

- frequency and cross-band diversity systems: these diversity arrangements use different frequencies in the same band or different frequency bands;
- space diversity systems: these use a single transmitting antenna and two or more receiving antennas.

MÉTHODES DE MESURE APPLICABLES AU MATÉRIEL UTILISÉ POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUE EN HYPERFRÉQUENCE

Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres Section 7: Equipement de diversité par commutation et combinaison

1 Domaine d'application

La présente section de la CEI 835-2 traite des mesures applicables à l'équipement de diversité utilisé dans les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence. Dans le cadre de la présente section, l'équipement de diversité est constitué des circuits de commutation et/ou de combinaison des canaux en diversité, à l'exclusion de l'équipement proprement dit, c'est-à-dire, les émetteurs, les récepteurs, les modulateurs, les démodulateurs, etc., bien qu'ils puissent intervenir dans les mesures.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 835-2. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 835-2 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 835-1-2: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence. Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunications par satellite. Section 2: Caractéristiques de base*

CEI 835-1-4: 1992, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence. Partie 1: Mesures communes aux faisceaux hertziens terrestres et aux stations terriennes de télécommunications par satellite. Section 4: Qualité de transmission*

CEI 835-2-5: 1993, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence. Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres. Section 5: Sous-ensembles de traitement du signal numérique*

CEI 835-2-8: 1993, *Méthodes de mesure applicables au matériel utilisé pour les systèmes de transmission numérique en hyperfréquence. Partie 2: Mesures applicables aux faisceaux hertziens terrestres. Section 8: Egaliseur auto-adaptatif*

CCITT Recommandation G. 703: 1972, *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*

CCITT Recommandation 752: 1992, *Techniques de diversité pour les faisceaux hertziens*

METHODS OF MEASUREMENT FOR EQUIPMENT USED IN DIGITAL MICROWAVE RADIO TRANSMISSION SYSTEMS

Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay systems Section 7: Diversity switching and combining equipment

1 Scope

This section of IEC 835-2 deals with measurements for diversity equipment used in digital microwave systems. For the purpose of this section, diversity equipment is assumed to consist of the circuits for switching and/or combining the diversity channels, excluding the channel equipment itself, i.e. transmitters, receivers, modulators, demodulators, etc. although these may also be involved in the measurements.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 835-2. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 835-2 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 835-1-2: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay and satellite earth stations – Section 2: Basic characteristics*

IEC 835-1-4: 1992, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 1: Measurements common to terrestrial radio-relay and satellite earth stations – Section 4: Transmission performance*

IEC 835-2-5: 1993, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay – Section 5: Digital signal processing subsystem*

IEC 835-2-8: 1993, *Methods of measurement for equipment used in digital microwave radio transmission systems – Part 2: Measurements on terrestrial radio-relay – Section 8: Adaptive equalizer*

CCITT Recommendation G. 703: 1972, *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*

CCITT Recommendation 752, 1992, *Diversity techniques for radio-relay systems*

3 Diversité par commutation

3.1 Considérations générales

Dans tous les sous-ensembles de diversité par commutation, les signaux d'alarme de l'équipement sont dirigés vers un circuit logique qui génère un signal de commande du commutateur. Il se peut que la commutation d'une voie vers une autre soit contrôlée par un point de commande interne. Dans la suite de la présente section, on suppose que tous les montages décrits comportent un équipement de commutation «dans le bit» comme indiqué à la figure 1a.

Dans le cas d'un équipement de commutation «dans le bit» en bande de base un circuit compare les deux signaux d'entrée et aligne en phase un signal sur l'autre.

Lors des mesures, un haut niveau d'isolation est indispensable entre chaque trajet afin d'éviter la dégradation du TEB, par exemple, il ne doit pas être inférieur à 20 dB. En outre, il convient de respecter les indications suivantes:

- il convient d'effectuer toutes les mesures pour plusieurs valeurs spécifiées du circuit de commande de l'équipement prévu pour ajuster les conditions de commutation;
- il convient de ne pas utiliser d'atténuateurs à réglage discontinu afin d'éviter toute interruption momentanée du signal lors du changement de position de l'atténuateur;
- afin de minimiser le nombre de commutations, sur beaucoup d'équipement de commutation de type «1 + 1», le commutateur conserve sa dernière position même si les conditions initiales de la voie défaillante sont rétablies. Les méthodes de mesure qui suivent sont aussi applicables à ces systèmes.

3.2 Isolation entre les accès du commutateur de diversité

L'équipement de diversité par commutation possède au moins deux accès d'entrée et un accès de sortie, il est donc nécessaire de mesurer l'isolation entre l'accès d'entrée qui n'est pas utilisé et l'accès d'entrée qui est effectivement utilisé.

Il convient d'effectuer les mesures d'affaiblissement conformément à la CEI 835-1-2.

3.3 Différence de temps de propagation entre les voies en diversité

3.3.1 Considérations générales

Afin d'obtenir des conditions de fonctionnement satisfaisantes de la diversité, il est nécessaire de disposer d'un circuit de commutation qui ne provoque pas d'altération excessive de la qualité de la transmission lors des opérations de commutation. Pour cela, la différence de temps de propagation entre les deux trains binaires, $\Delta\tau$, doit être inférieure à la durée T de l'impulsion, par exemple, au tiers de celle-ci, $T/3$.

Il se peut que dans les systèmes à grande capacité, $\Delta\tau$ devienne supérieur à ce temps tolérable par suite des phénomènes de propagation. Dans ce cas, il est indispensable de compenser automatiquement cette différence de temps de propagation.

La différence maximale tolérable entre les temps de propagation, $\Delta\tau_{\max}$, permettant la commutation sans perte de synchronisation ou sans saut de phase doit être supérieure à la différence de temps de propagation prévisible la plus élevée entre les voies de transmission en diversité.

3 Switching diversity

3.1 General considerations

In all diversity switching sub-systems, equipment alarm signals are fed to a logic circuit which generates a switch-drive signal. Switch-over from one channel to the other may be monitored by an internal test point. In the following, all the test arrangements described will be assumed to include hit-less switching equipment as shown in figure 1a.

In the case of hit-less base-band switching equipment, a circuit compares the two input signals and aligns one of them with the other.

When making measurements, a high isolation between each of the paths is necessary to avoid degrading the BER, for example not less than 20 dB. In addition the following should be observed:

- all measurements should be made for several specified settings of the equipment controls provided for adjustments of the switch-over conditions;
- step attenuators should not be used in order to avoid momentary interruption of the signal when the attenuation is altered;
- to avoid unnecessary switching in many two-channel switching equipments, the switch retains its last position, even if the original conditions in the failed channel are restored. The measurement methods which follow are also applicable to such "no switch-back" type systems.

3.2 Isolation between the ports of a diversity switch

Diversity switching equipment has two or more input ports and one output port, so it is necessary to measure the isolation between the input port which is not in use and the input port which is in use.

Attenuation measurements should be carried out in accordance with IEC 835-1-2.

3.3 Delay difference between diversity channels

3.3.1 General considerations

For satisfactory diversity operation, a switching circuit which does not cause excessive transmission impairment during switch-overs is required. To achieve this the delay difference between the two bit streams, $\Delta\tau$, needs to be shorter than the pulse duration time T , for example one-third of T , $T/3$.

In high-capacity systems $\Delta\tau$ may become greater than the tolerable delay time difference due to the variation of the propagation delay-time. In such cases automatic delay-time compensation is needed.

The maximum tolerable delay-time difference, $\Delta\tau_{\max}$, at which switch-over is possible without loss of synchronization or bit-slip, has to be greater than the largest expected delay-time difference between diversity channels.

3.3.2 Méthode de mesure

Les montages pour mesurer les limites de la différence tolérable du temps de propagation sont indiqués aux figures 2 et 3. La figure 2 représente un ensemble d'émission-réception comprenant une ligne à retard variable en r.f. La commutation automatique est initiée en diminuant le niveau d'entrée r.f. des récepteurs.

Les atténuateurs RF-1 et RF-2 indiqués à la figure 2 sont d'abord réglés afin d'obtenir les niveaux nominaux à l'entrée des récepteurs. La différence de temps de propagation $\Delta\tau$ est réglée sur zéro et la position du commutateur de diversité, par exemple sur la voie 1, est notée. Le niveau d'entrée r.f. du récepteur de la voie 1 est ensuite réduit jusqu'à obtention de la commutation sur la voie 2 pour un TEB spécifié. Pendant la commutation, ni une perte de synchronisation d'horloge ni un saut de phase ne sont permis.

La même procédure est ensuite appliquée pour la voie 2. La mesure est alors répétée en augmentant la différence de temps de propagation $\Delta\tau$ jusqu'à une valeur $\Delta\tau_{\max}$ correspondant à un saut de phase ou à une perte de synchronisation.

La différence tolérable du temps de propagation peut également être mesurée par le montage indiqué à la figure 3, sur laquelle une ligne à retard variable est insérée en bande de base. Cette différence peut être vérifiée en notant, par exemple, l'alarme de synchronisation, comme indiqué sur la figure 5.

Dans ce cas, la commutation manuelle est initiée par un signal externe de commande, et la différence de temps de propagation est augmentée par la même méthode que celle indiquée sur la figure 2. L'équipement de commutation en bande de base comprend, dans cet exemple, un détecteur d'erreurs binaires.

3.3.3 Présentation des résultats

Il y a lieu de présenter les résultats, par exemple, de la manière suivante:

- a) le temps de propagation $\Delta\tau_{\max}$ qui provoque l'apparition d'une perte de synchronisation d'horloge ou d'un saut de phase, soit $x \mu\text{s}$;
- b) le nombre d'erreurs pendant la commutation, soit y .

3.3.4 Détails à spécifier

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) la différence tolérable du temps de propagation $\Delta\tau_{\max}$ au-dessus de laquelle il y a perte de synchronisation d'horloge;
- b) le nombre autorisé maximal d'erreurs binaires pendant la commutation pour les niveaux nominaux de réception et pour une différence spécifiée de temps de propagation. (Ce nombre devrait être égal à zéro pour une commutation «dans le bit»).

3.4 Commutation due à l'alarme sur le TEB

3.4.1 Considérations générales

Les erreurs sur le train binaire peuvent être relevées au moyen des détecteurs d'erreurs binaires placés dans les démodulateurs de chaque récepteur ou sur chaque voie de l'équipement de commutation en bande de base.

3.3.2 Method of measurement

The arrangements for measuring the limits of the tolerable delay-time difference are shown in figures 2 and 3. Figure 2 represents a transmit-receive section including an r.f. variable delay. Automatic switch-over is initiated by decreasing the r.f. input level.

Attenuators RF-1 and RF-2 in figure 2 are first adjusted to obtain nominal receiver input levels. The delay $\Delta\tau$ is adjusted to zero, and the position of the diversity switch, for example channel 1, is noted. Then the r.f. input level in channel 1 is decreased until switch-over to channel 2 occurs at a specified BER. During switch-over neither clock synchronization loss nor bit-slip is allowed.

The same procedure is then repeated for channel 2. The measurement is then repeated by increasing the delay $\Delta\tau$ up to a value $\Delta\tau_{\max}$ when bit-slip or synchronization loss occurs.

The tolerable delay difference can also be measured by the test arrangement shown in figure 3, which includes a base-band variable delay. This can be checked by noting, for example, the synchronization alarm, as in figure 5.

In this case, manual switch-over is initiated by an external trigger signal, and the delay is similarly increased, as explained in figure 2. The base-band switching equipment includes the bit-error detectors in this example.

3.3.3 Presentation of results

The results should be presented as in the following example:

- the delay time $\Delta\tau_{\max}$, at which clock synchronization loss or bit-slip occurs, i.e. $x \mu\text{s}$;
- the number of errors during switch-over, i.e. y .

3.3.4 Details to be specified

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) the tolerable propagation delay difference $\Delta\tau_{\max}$, above which clock synchronization loss occurs;
- b) permitted maximum number of bit-errors during switch-over at nominal input levels and a given propagation delay difference. (This should be zero for "hit-less" switching.)

3.4 Switching due to the BER alarm

3.4.1 General considerations

Bit-stream errors may be detected by bit-error detectors in the demodulators of each receiver or in each channel of the base-band switching equipment.

Des méthodes rapides de détection, telles que la méthode du contrôle de la parité ou de détection de pseudo-erreurs par la mesure de l'ouverture de l'oeil, sont nécessaires à une diversité par commutation exempte d'erreurs ou «dans le bit» lors d'évanouissements de propagation.

Il convient de mesurer le TEB suivant les indications données dans la CEI 835-1-4.

3.4.2 *Méthode de mesure*

La figure 1b indique le montage permettant de mesurer les critères de commutation pour l'équipement de commutation en bande de base.

Les atténuateurs RF-1 et RF-2 sont tout d'abord réglés afin d'obtenir les niveaux nominaux à l'entrée des récepteurs, et la position du commutateur de diversité, par exemple sur la voie 1, est notée. Le niveau de réception de la voie 1 est alors diminué jusqu'au déclenchement de la commutation vers la voie 2. Le TEB est alors mesuré. La même procédure est ensuite répétée pour la voie 2. Pendant que ces mesures sont effectuées, il convient de vérifier la corrélation entre le fonctionnement de la commutation et les niveaux atteints de déclenchement et de rétablissement de l'alarme sur le TEB.

Si l'équipement de commutation en bande de base est une unité autonome, il est possible de mesurer les critères de commutation sans utiliser l'ensemble d'émission-réception, grâce aux techniques d'insertion d'erreurs en bande de base, comme indiqué sur la figure 4. Avec ce montage, qui inclut des détecteurs de TEB, la commutation est déclenchée par augmentation du nombre de bits erronés dans la voie 1, puis dans la voie 2.

Le montage pour mesurer les conditions de déclenchement et de rétablissement de l'alarme sur le TEB est décrit dans la 835-2-5.

3.4.3 *Présentation des résultats*

Il y a lieu de présenter d'une part les valeurs du TEB correspondant au déclenchement et au rétablissement de la commutation sous la forme d'un tableau et d'autre part de donner les conditions d'alarme sur le TEB et son rétablissement conformément à la CEI 835-2-5. Il convient de relever la position du commutateur en bande de base.

3.4.4 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) les valeurs spécifiées du TEB pour le déclenchement et le rétablissement de la commutation (par exemple 10^{-4} et 10^{-6} respectivement);
- b) l'alarme sur le TEB et son rétablissement conformément aux indications données dans la CEI 835-2-5.

3.5 *Temps de synchronisation*

3.5.1 *Définition et considérations générales*

Le temps de synchronisation est défini comme l'intervalle de temps nécessaire au rétablissement de la synchronisation entre les deux trains binaires après le rétablissement des conditions normales de fonctionnement. Afin de mesurer le temps de synchronisation après une interruption due à la propagation, il faut que les trains binaires des canaux en diversité (comprenant l'horloge et le mot de verrouillage de trame) soient synchronisés avant la commutation.

Fast detection methods, such as the parity check method or pseudo-error detection by measuring the eye-height, are necessary for error-free or "hit-less" diversity switching in fading conditions.

The BER should be measured in accordance with IEC 835-1-4.

3.4.2 *Method of measurement*

The arrangement for measuring the switching criteria in base-band switching equipment is shown in figure 1b.

Attenuators RF-1 and RF-2 are first adjusted to obtain nominal received input levels, and the position of the diversity switch, for example channel 1, is noted. The r.f. input level in channel 1 is decreased until switch-over to channel 2 occurs and the BER is measured. The same procedure is then repeated for channel 2. Whilst carrying out these measurements, the correct switch-over operation should be verified when reaching the operate and recovery levels of the BER alarm.

If the base-band switching equipment is a self-contained unit then the switching criteria can also be measured without a transmit-receive section by error insertion techniques at base-band, as shown in figure 4. According to this set-up, which includes BER detectors, switch-over is initiated by increasing the number of errored bits in channel 1, and then in channel 2.

The arrangement for measuring the BER alarm and BER recovery conditions are described in IEC 835-2-5.

3.4.3 *Presentation of results*

The operate and recovery BER should be tabulated and the BER alarm and BER recovery conditions should be given in accordance with IEC 835-2-5. The position of the base-band switch should be noted.

3.4.4 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) the required operate and recovery BER (e.g. 10^{-4} and 10^{-6} , respectively);
- b) BER alarm and BER recovery in accordance with IEC 835-2-5.

3.5 *Synchronization time*

3.5.1 *Definition and general considerations*

Synchronization time is defined as the time interval needed to re-establish synchronization between the two bit streams following their restoration. In order to measure the synchronization time following a propagation interruption, the bit streams of the diversity channels, including the clock and frame synchronization, need to be in synchronism prior to switching.

3.5.2 Méthode de mesure

Le montage pour mesurer le temps de synchronisation est indiqué à la figure 5.

Le temps de propagation τ est réglé à une valeur spécifiée, par exemple $0,50 \Delta\tau_{\max}$. L'interrupteur «S» est alors ouvert puis fermé par un signal impulsionnel de commande. La fermeture de l'interrupteur déclenche la base de temps d'un oscilloscope à mémoire. L'entrée Y de l'oscilloscope est commandée par l'alarme de perte de synchronisation de l'équipement de commutation en bande de base. Pour obtenir le temps maximal de synchronisation, il convient de répéter la mesure plusieurs fois.

3.5.3 Présentation des résultats

Il y a lieu de présenter les résultats sous la forme d'une copie d'écran de l'oscilloscope.

3.5.4 Détails à spécifier

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- temps maximal autorisé pour la synchronisation (par exemple, 1 ms).

4 Diversité par combinaison

4.1 Considérations générales

Les techniques de diversité par combinaison sont décrites en détail dans le Rapport 376-6 du CCIR.

On peut, en général, utiliser deux types de combineurs:

- a) le combineur à maximum de puissance (à égalité de gain ou à rapport maximal),
- b) le combineur à minimum de dispersion,

bien que l'association de ces deux types soit possible. La combinaison à minimum de dispersion est particulièrement efficace pour réduire les distorsions des formes d'ondes. Tous les types de combineurs emploient un déphaseur à réglage continu commandé par un sous-ensemble de contrôle de phase.

Les mesures servent à vérifier le bon fonctionnement des circuits de contrôle mais les résultats peuvent différer selon le type de combineur et selon le type de mesures effectuées, par exemple lors de la mesure des caractéristiques du TEB en fonction du niveau d'entrée sur le récepteur en cas d'évanouissement uniforme ou de la mesure de la signature en cas d'évanouissement sélectif.

La figure 6 montre des schémas fonctionnels simplifiés des équipements de combinaison utilisés dans les systèmes en diversité d'espace. La figure 6a montre un combineur r.f. alors que les figures 6b et 6c montrent des combineurs en f.i. Le montage de la figure 6c peut également être utilisé pour un système en diversité de fréquence. Tous ces combineurs sont de type à maximum de puissance. Le combineur indiqué à la figure 6d utilise un sous-système de contrôle de phase spécial pour une combinaison à minimum de dispersion.

3.5.2 *Method of measurement*

The arrangement for measuring synchronization time is shown in figure 5.

The delay-time τ is adjusted to a specified value, for example $0,5 \Delta\tau_{\max}$. Switch S is then opened and closed by a single-shot pulse signal. The closure of the switch triggers the time base of a storage oscilloscope. The Y-input of the oscilloscope is driven by the synchronization-loss alarm of the base-band switching equipment. To obtain the maximum synchronization time, the measurement should be repeated several times.

3.5.3 *Presentation of results*

The results should be presented as a copy of the oscilloscope display.

3.5.4 *Details to be specified*

The following should be included, as required, in the detailed equipment specification.

- permitted maximum synchronization time (e.g. 1 ms).

4 **Combining diversity**

4.1 *General considerations*

Details of combining techniques are described in CCIR Report 376-6.

In general, two types of combiner may be used:

- a) the maximum-power combiner (equal gain or maximum ratio types),
- b) the minimum dispersion combiner (m.i.d),

although a combination of the types is possible. The minimum dispersion combiner is particularly effective in reducing waveform distortion. All types of combiner employ a continuously-variable phase-shifter driven by a phase control sub-system.

Measurements are needed to verify the proper functioning of the control circuits but, depending upon the type of combiner, the results may differ, for example when measuring either the BER/receiver input level characteristics in the case of flat fading or signatures in the case of selective fading.

Figure 6 shows simplified block diagrams of combining equipments used in space diversity systems. Figure 6a shows an r.f. combiner whilst figures 6b and 6c show i.f. combiners. The arrangement of figure 6c can also be used in a frequency diversity systems. All combiners are of the maximum power type. Finally, the combiner shown in figure 6d employs a special phase control sub-system which provides minimum dispersion combining.

4.2 Caractéristique du TEB en fonction du niveau d'entrée du récepteur

Cette mesure convient pour les combineurs à minimum de dispersion et à maximum de puissance.

4.2.1 Méthodes de mesure

La figure 7 indique les montages pour mesurer le TEB en fonction du niveau à l'entrée du récepteur dans les équipements à minimum de dispersion et à maximum de puissance. La qualité de fonctionnement du combineur est évaluée en mesurant le TEB pour plusieurs niveaux d'entrée du récepteur aux accès 1 et 2.

La voie 2 est d'abord neutralisée par insertion d'une valeur élevée d'affaiblissement par l'intermédiaire de l'atténuateur à réglage variable RF-2, puis le TEB est mesuré en fonction de l'affaiblissement inséré par l'atténuateur à réglage variable RF-1 (voir courbe 2 de la figure 8).

Ensuite, la voie 1 est neutralisée par insertion d'une valeur élevée d'affaiblissement par l'intermédiaire de l'atténuateur RF-1 à réglage variable. RF-2 est réglé jusqu'à obtention d'un TEB de, par exemple, 10^{-5} et le niveau à l'entrée du récepteur de la voie 2, mesuré au point 2 est noté. Le TEB est alors à nouveau mesuré en fonction de l'affaiblissement introduit par l'atténuateur RF-1 à réglage variable, le niveau à l'entrée du récepteur à l'accès 2 étant maintenu à la valeur notée ci-dessus (voir courbe 3 de la figure 8). La procédure est ensuite répétée avec RF-2 réglé pour plusieurs autres valeurs du TEB, par exemple, 10^{-3} , 10^{-7} , etc.

En comparant les courbes 2 et 3, on remarque que lorsque le niveau d'entrée de la voie 1 est égal au niveau d'entrée fixe de la voie 2 décrit ci-dessus, on obtient une amélioration du seuil de réception, i , qui peut aller jusqu'à 3 dB (on appelle parfois cette amélioration gain de diversité).

La courbe 1 de la figure 8 montre le TEB en fonction de l'affaiblissement, obtenu avec l'atténuateur RF-1 à réglage variable et sans l'utilisation du combineur. Cette courbe peut être mesurée avec un démodulateur et un détecteur d'erreurs connecté à l'entrée de la voie 1 du circuit f.i. du combineur, à l'intérieur de l'équipement de combinaison. Il est intéressant de noter que la courbe 2, mesurée à la sortie du combineur comme fonction de RF-1, lorsque la voie 2 est neutralisée, montre une dégradation, d , due à la réalisation non idéale du combineur.

4.2.2 Présentation des résultats

Il y a lieu de présenter les résultats sous la forme d'un graphique comme indiqué à la figure 9 et en utilisant les échelles suivantes.

Echelle horizontale: Niveau d'entrée du récepteur 1 en dBm lorsque l'affaiblissement variable est donné par RF-1

Echelle verticale: TEB.

4.2.3 Détails à spécifier

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges au matériel:

- a) amélioration minimale exigée du seuil de réception i , par exemple jusqu'à 3 dB;
- b) différence de temps de propagation entre les deux voies.

4.2 BER/receiver input level characteristic

This measurement is suitable for maximum-power and m.i.d. combiners.

4.2.1 Methods of measurement

The arrangements for measuring the BER as a function of receiver input level for maximum-power and m.i.d. combining equipment are shown in figure 7. The performance of the combiner is assessed by measuring the BER for various receiver input levels at points 1 and 2.

First, channel 2 is disabled by inserting a high value of attenuation with variable attenuator RF-2, and the BER is measured as a function of the attenuation inserted by variable attenuator RF-1 (see curve 2 of figure 8).

Next, channel 1 is disabled by inserting a high value of attenuation with variable attenuator RF-1. RF-2 is then set to obtain a BER of, for example, 10^{-5} , and the receiver input level of channel 2, measured at point 2, is noted. The BER is then again measured as a function of the attenuation introduced by variable attenuator RF-1, with the receiver input level at point 2 adjusted to the above value, (see curve 3 of figure 3). The procedure is then repeated with RF-2 adjusted for several other BER values, for example, $BER = 10^{-3}$, 10^{-7} , etc.

It is noted, by comparing curves 2 and 3, that when the input level of channel 1 is equal to the fixed input level of channel 2 described above, a carrier-to-noise threshold improvement, i , of up to 3 dB can be obtained (sometimes called the diversity gain).

Curve 1 of figure 8 shows the BER as a function of the attenuation obtained with variable attenuator RF-1 without the combiner. This curve can be measured with a demodulator and error detector connected to the channel 1 input of the i.f. combiner circuit within the combining equipment. Note that curve 2, which is measured at the combiner output as a function of RF-1, with channel 2 disabled, show a degradation "d" due to the non-ideal combining circuit.

4.2.2 Presentation of results

Results should be presented graphically as shown in figure 9 using the following scales:

Horizontal scale: Receiver 1 input level in dBm when the variable attenuation is given by RF-1.

Vertical scale: BER

4.2.3 Details to be specified

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- minimum required carrier-to-noise threshold improvement i , e.g. up to 3 dB;
- delay difference between the two channels.

4.3 Caractéristique de la dispersion d'amplitude dans la bande passante

4.3.1 Considérations générales

La dispersion de l'amplitude dans la bande passante, c'est-à-dire la modification de la caractéristique amplitude/fréquence due à l'évanouissement, est uniquement mesurée sur les équipement de combinaison à minimum de dispersion à l'accès où les deux signaux (f.i. ou r.f.) sont combinés et à l'aide d'un déphaseur à réglage continu. Trois signaux, un au centre de la bande (f_0), un au-dessus (f_+), et un en dessous, (f_-), sont analysés pour mesurer la caractéristique de dispersion d'amplitude à la sortie du combineur.

4.3.2 Méthode de mesure

La figure 9 montre le montage pour mesurer les caractéristiques de dispersion d'amplitude dans la bande passante. Un signal pseudo-aléatoire est appliqué au modulateur et le signal modulé traverse un simulateur d'évanouissement. Les deux signaux nécessaires à la simulation de la réception en diversité d'espace sont appliqués au combineur à minimum de dispersion et les conditions d'évanouissement sont simulées par le réglage de l'amplitude, (A_1 , A_2), du temps de retard, (τ_1 , τ_2), et de la phase, (Φ_1 , Φ_2). Le signal à la sortie du combineur à minimum de dispersion peut être observé sur l'analyseur de spectre.

Dans le cas d'un équipement de combinaison en r.f., il faut associer un émetteur r.f. au modulateur et un simulateur d'évanouissement r.f. est nécessaire.

La procédure de mesure est la suivante: régler tout d'abord A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 et Φ_2 aux valeurs spécifiées et enregistrer le spectre du signal de sortie déformé par les paramètres du simulateur d'évanouissement, comme indiqué à la figure 10a, le combineur étant déconnecté ou neutralisé. Enregistrer ensuite le spectre du signal en sortie du combineur à minimum de dispersion comme indiqué à la figure 10b, le combineur étant en fonctionnement. Dans ce cas, la dispersion de l'amplitude dans la bande passante est supprimée comme indiqué à la figure 10b. La mesure est répétée, si nécessaire, pour différentes conditions d'évanouissement (A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 et Φ_2).

4.3.3 Présentation des résultats

Il y a lieu de présenter les résultats sous la forme d'une copie d'écran de l'analyseur de spectre.

4.3.4 Détails à spécifier

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- a) configuration de l'équipement à tester;
- b) conditions d'évanouissement (A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 et Φ_2);
- c) niveaux nominaux d'entrée en dBm;
- d) dispersion maximale d'amplitude autorisée;
- e) gamme de fréquences dans laquelle les mesures doivent être effectuées.

4.3 *In-band amplitude dispersion characteristic*

4.3.1 *General considerations*

In-band amplitude dispersion, i.e. the change in the amplitude/frequency characteristic due to fading is only measured on m.i.d. combining equipment where the two signals (i.f. or r.f.) are combined using a continuously variable phase-shifter. Three signals, one at band centre (f_0), one above (f_+) and one below (f_-) are used to measure the amplitude dispersion characteristic at the output of the combiner.

4.3.2 *Method of measurement*

The arrangement for measuring in-band amplitude dispersion characteristics is shown in figure 9. Pseudo-random pulses are applied to the modulator, and the modulated signal is applied to a fading simulator. The two signals necessary to simulate space diversity reception are applied to the m.i.d. combiner and the fading conditions varied by adjusting amplitude (A_1 , A_2), delay (τ_1 , τ_2) and phase, (Φ_1 , Φ_2). The output signal from the m.i.d. combiner is observed on the spectrum analyzer.

In the case of r.f. combining equipment, an r.f. transmitter needs to be employed with the modulator and an r.f. fading simulator is required.

The measurement procedure is as follows. First, A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 and Φ_2 are adjusted to specified values and the spectrum of the output signals from the fading simulator is recorded, as shown in figure 10a with the combiner disconnected or disabled. Next, the spectrum of the output signal from the m.i.d. combiner is recorded as shown in figure 10b with the combiner in operation. In this case, the in-band amplitude dispersion is suppressed as shown in figure 10b. The measurement is repeated, as necessary, for varying fading conditions (A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 and Φ_2).

4.3.3 *Presentation of results*

The results of in-band amplitude dispersion measurements should be presented as a copy of the spectrum analyzer display.

4.3.4 *Details to be specified*

The following items should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- a) configuration of equipment to be tested;
- b) fading conditions (A_1 , A_2 , τ_1 , τ_2 , Φ_1 and Φ_2);
- c) nominal input levels in dBm;
- d) permitted maximum amplitude dispersion;
- e) frequency range in which measurements are to be made.

4.4 *Caractéristique du TEB en fonction de la différence de phase entre les accès d'entrée du combineur*

L'objectif de cette mesure est de vérifier que le combineur peut fonctionner de façon satisfaisante pour les différentes conditions de phase possibles. La mesure convient aux combineurs à maximum de dispersion et à maximum de puissance.

4.4.1 *Méthode de mesure*

La figure 11 indique le montage pour mesurer le TEB en fonction de la différence de phase entre les voies.

Il est nécessaire de vérifier que l'affaiblissement du déphaseur Φ_1 reste constant pour tous les réglages de phase. L'atténuateur RF-2 est au départ réglé afin d'obtenir des niveaux identiques aux accès d'entrée 1 et 2 du récepteur. L'atténuateur RF-0 est ensuite réglé pour atteindre un TEB spécifié, par exemple 10^{-5} .

Le TEB est ensuite mesuré pour différentes valeurs, dans la gamme spécifiée, du déphasage Φ_1 .

4.4.2 *Présentation des résultats*

Il y a lieu de présenter les résultats sous forme d'un graphique montrant le TEB en fonction de la différence de phase entre les accès d'entrée.

4.4.3 *Détails à spécifier*

Lorsque cette mesure est exigée, il y a lieu d'inclure les détails suivants dans le cahier des charges du matériel:

- variation maximale autorisée du TEB pour une différence de phase donnée entre les deux accès d'entrée r.f. des récepteurs en diversité.

4.5 *Signatures d'évanouissement*

Cette mesure convient pour les combineurs à maximum de puissance et à minimum de dispersion. Les mesures dynamiques de signature, qui peuvent être utilisées pour les essais de qualification sont à l'étude.

4.5.1 *Considérations générales*

On utilise une méthode simplifiée de mesure de la signature pour caractériser l'équipement en diversité, pour laquelle l'une des entrées du combineur est connectée à une voie simulant un évanouissement uniforme et l'autre entrée est connectée à une voie qui ne simule qu'un évanouissement sélectif, (voir la CEI 835-2-8). Ces mesures sont effectuées pour vérifier la capacité du combineur à préférer la voie en diversité dotée de la dispersion d'amplitude la plus faible et donc du TEB le moins élevé.

4.5.2 *Méthode de mesure*

La figure 12 indique le montage pour mesurer la signature des équipements combinés en diversité. Ce type de montage convient pour les combineurs en r.f. ou en f.i.

4.4 *BER/phase difference characteristic*

The purpose of this measurement is to verify that the combiner can operate satisfactorily under different phase conditions. The measurement is suitable for maximum-power and m.i.d. combiners.

4.4.1 *Method of measurement*

The arrangement of measuring the BER as a function of the phase difference between the channels is shown in figure 11.

It is necessary to verify that the attenuation of the phase shifter Φ_1 does not change over its range of phase settings. Attenuator RF-2 is initially adjusted to equalize levels at the receiver input ports 1 and 2. Attenuator RF-0 is then adjusted for a specified BER, for example 10^{-5} .

The BER is then measured with the phase shifter Φ_1 set to several values in the specified range.

4.4.2 *Presentation of results*

The results should be presented graphically showing the BER as a function of the phase difference between the two r.f. input ports.

4.4.3 *Details to be specified*

The following should be included, as required, in the detailed equipment specification:

- permitted maximum BER variation for a given phase difference between the two r.f. input ports of the diversity receivers.

4.5 *Fading signatures*

This measurement is suitable for maximum-power and m.i.d. combiners. Dynamic signature measurements, which may be used for type-testing are under consideration.

4.5.1 *General consideration*

To characterize diversity equipment, a modified measurement of the signature is used whereby one of the combiner inputs is connected to a channel simulating flat fading whilst the other is connected to a channel simulating only selective fading (see IEC 835-2-8). These measurements are made to verify the ability of the combiner to prefer the diversity channel with the lower amplitude dispersion and hence the lower BER.

4.5.2 *Method of measurement*

The arrangement for measuring the signature of combining diversity equipments is shown in figure 12. The figure shows the arrangement suitable for i.f. and r.f. combiners.

La procédure de mesure est la suivante.

Les atténuateurs réglables RF-1 et RF-2 sont tout d'abord réglés afin d'obtenir les niveaux nominaux à l'entrée du récepteur, alors que les paramètres du simulateur d'évanouissement sélectif sont réglés sur $a = 1$ et $b = 0$ ($B = -20 \log_{10} (1 - b/a) = 0$ dB).

Dans ces conditions, la différence de niveaux entre les points 1 et 2 est définie comme ΔP . La signature est ensuite mesurée, avec un temps de retard τ spécifié en réglant à différentes valeurs la fréquence f_0 du maximum d'atténuation, et, pour chacune de ces fréquences la profondeur de l'atténuation $1-b/a$ ($a > b$), afin d'obtenir un TEB constant. En augmentant l'affaiblissement de l'atténuateur réglable RF-1, on obtient une série de courbes de signaux, caractérisées chacune par la valeur correspondante de ΔP .

La mesure est répétée d'une part pour les valeurs spécifiées du temps de retard négatives et positives, c'est-à-dire en inversant les paramètres a et b , $b > a$ et profondeur de l'atténuation $= 1-a/b$, d'autre part en permutant les voies 1 et 2. Lorsque ΔP approche de l'infini, la signature obtenue se rapproche de celle atteinte avec un récepteur sans diversité.

4.5.3 Présentation des résultats

Il y a lieu de présenter les résultats sous la forme de graphique comme indiqué à la figure 13. Chaque courbe de signature doit être caractérisée par la différence de niveau de réception ΔP . Quatre figures doivent être communiquées correspondant au changement de signe du retard et à la permutation des entrées 1 et 2. L'accès d'entrée auquel le simulateur d'évanouissement sélectif a été connecté convient d'être précisé dans chaque cas.

4.5.4 Détails à spécifier

Lorsque cette mesure est exigée, il faut inclure les détails suivants, pour chaque valeur de ΔP dans le cahier des charges du matériel:

- a) niveau d'entrée du récepteur, dBm;
- b) débit binaire;
- c) longueur de la séquence binaire pseudo aléatoire;
- d) temps de mesure du TEB;
- e) seuil de TEB, par exemple 10^{-3} ;
- f) temps de retard, positif ou négatif, à utiliser dans le simulateur (par exemple 6,3 ns);
- g) gamme de déplacement de la fréquence d'atténuation maximale (par exemple ± 15 MHz);
- h) profondeur d'atténuation minimale exigée en dB dans la gamme de fréquence indiquée au point g) et donnant le seuil de TEB indiqué au point e).

The measurement procedure is as follows.

Variable attenuators RF-1 and RF-2 are first adjusted to obtain nominal receiver input levels, whilst the parameters in the two-path channel simulator are set to $a = 1$ and $b = 0$ ($B = -20 \log_{10} (1 - b/a) = 0$ dB).

The difference in levels between points 1 and 2 under these conditions is defined as ΔP . Next, the signature is measured with a fixed delay τ by adjusting the maximum notch frequency f_0 , and the notch depth $1-b/a$ ($a > b$), to different values corresponding to a constant BER. By increasing the attenuation of variable attenuator RF-1, a series of signature curves is obtained, each characterized by the corresponding value of ΔP .

The measurement is repeated first for specified values of both positive and negative delay, i.e. with the paths a and b of the simulator reversed (i.e. $b > a$ and the notch depth $= 1-a/b$), and secondly with channels 1 and 2 reversed. With ΔP approaching infinity, the resulting signature approaches that of a receiver without diversity.

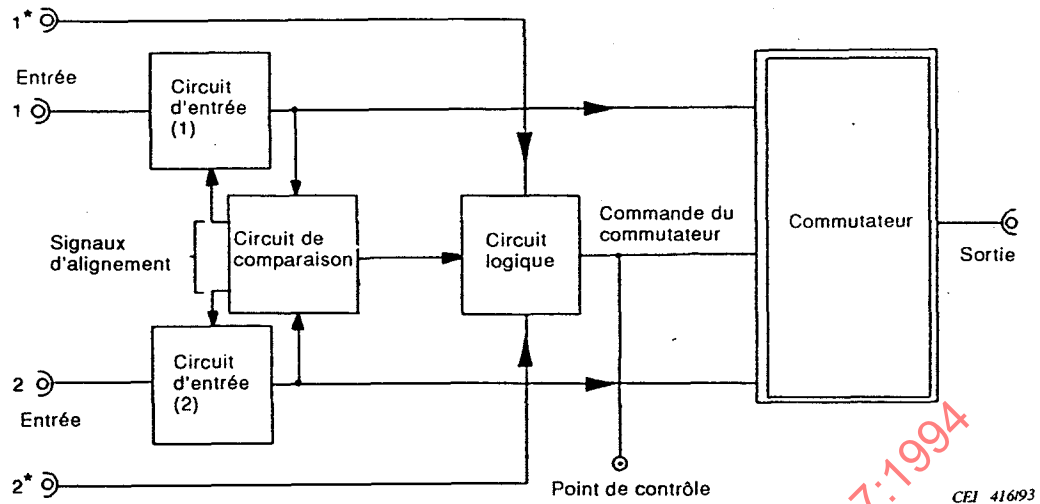
4.5.3 *Presentation of results*

Results should be presented graphically as shown in figure 13. Each signature curve has to be characterized by the receiving level difference ΔP . Four figures shall be given by interchanging the sign of the delay and inputs 1 and 2. The input port to which the two-path simulator was connected should be stated in each case.

4.5.4 *Details to be specified*

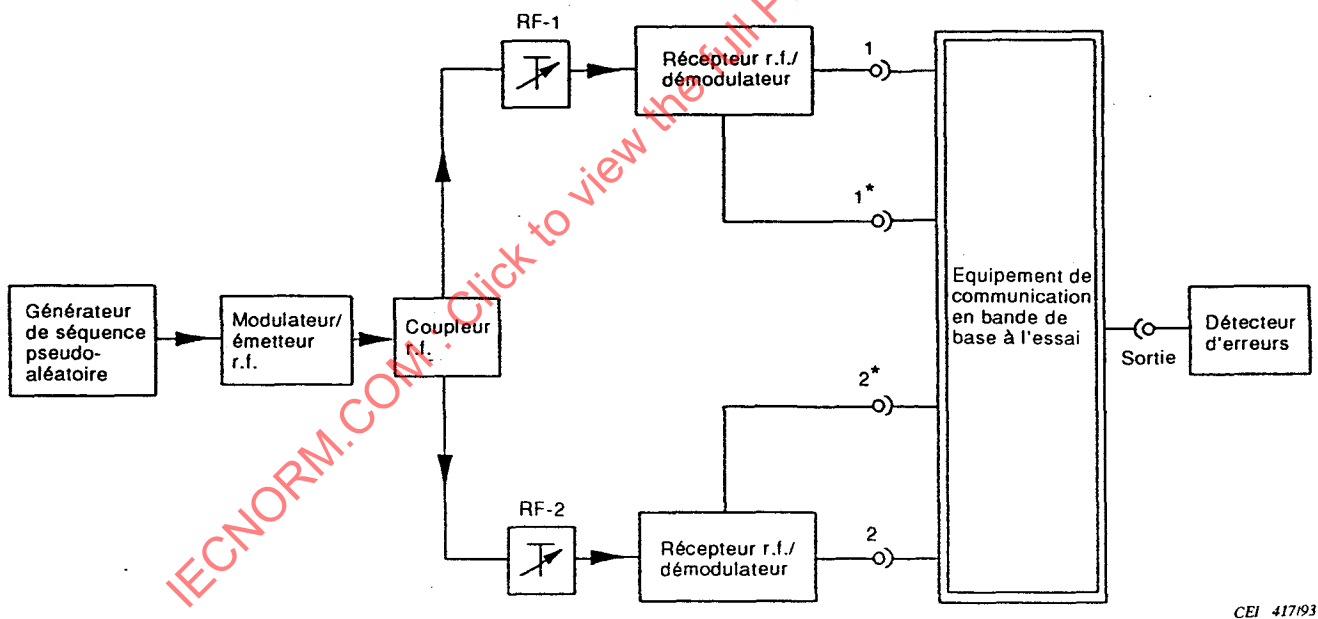
The following items shall be included, as required, in the detailed equipment specification for each value of ΔP :

- a) receiver input level, dBm;
- b) bit-rate;
- c) pseudo-random binary sequence length;
- d) BER measurement time;
- e) BER threshold, e.g. 10^{-3} ;
- f) delay time, positive or negative, to be used in the simulator (e.g. 6,3 ns);
- g) maximum notch frequency displacement range (e.g. ± 15 MHz);
- h) required minimum notch depth, dB, in the above notch frequency range indicated by g) resulting in the BER threshold required by e) above.



* Signaux d'alarme sur le TEB et/ou le récepteur

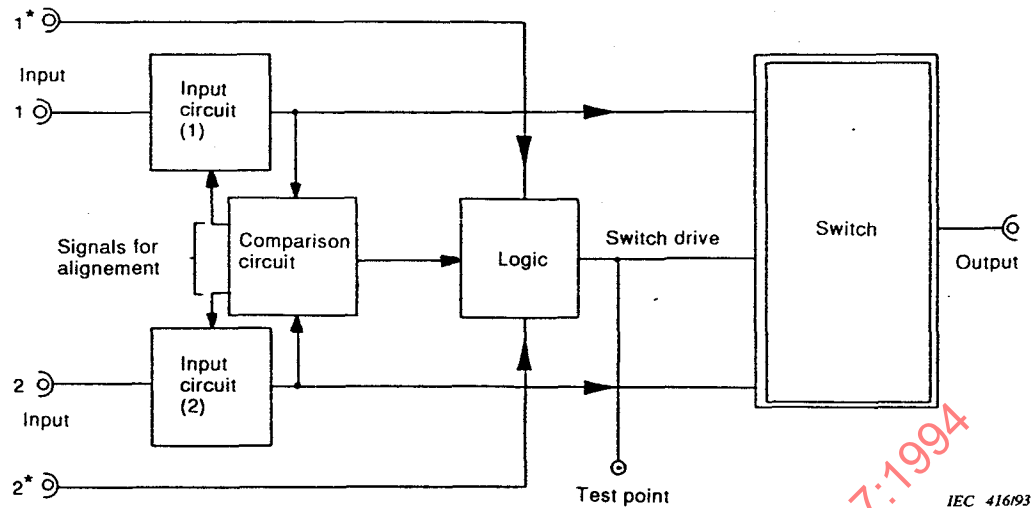
Figure 1a – Schéma fonctionnel simplifié d'un montage de commutation exempt d'erreurs ou «dans le bit»



* Signaux d'alarme sur le TEB et/ou le récepteur

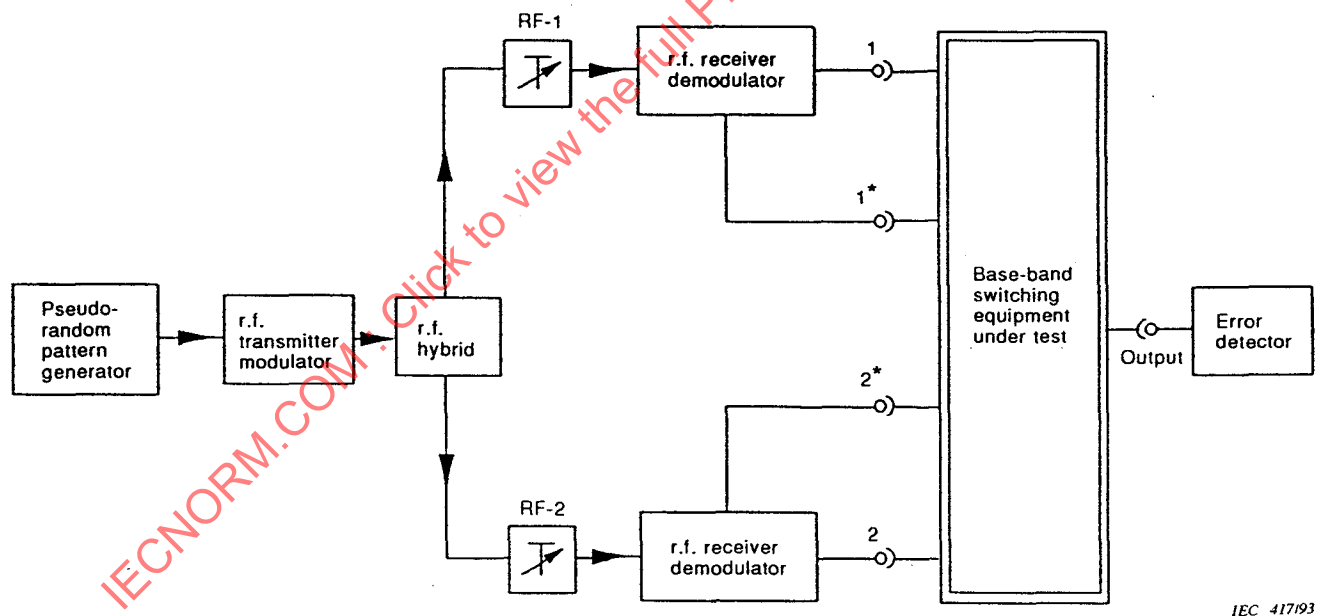
Figure 1b – Montage pour mesurer les caractéristiques de l'équipement dépendantes des niveaux r.f. ou du TEB

Figure 1 – Equipement de commutation en bande de base utilisé dans les systèmes en diversité



* BER and/or receiver alarm signals

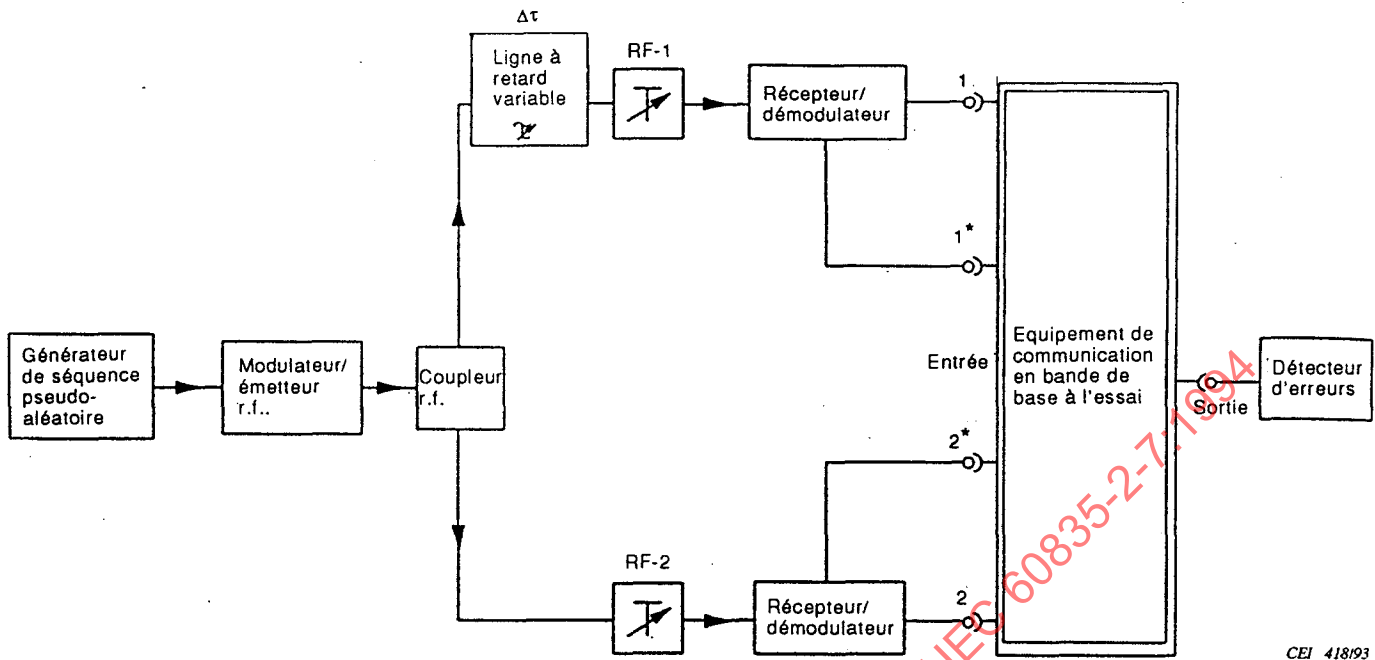
Figure 1a – Simplified block diagram of an error-free or "hit-less" switching arrangement



* BER and/or receiver alarm signals

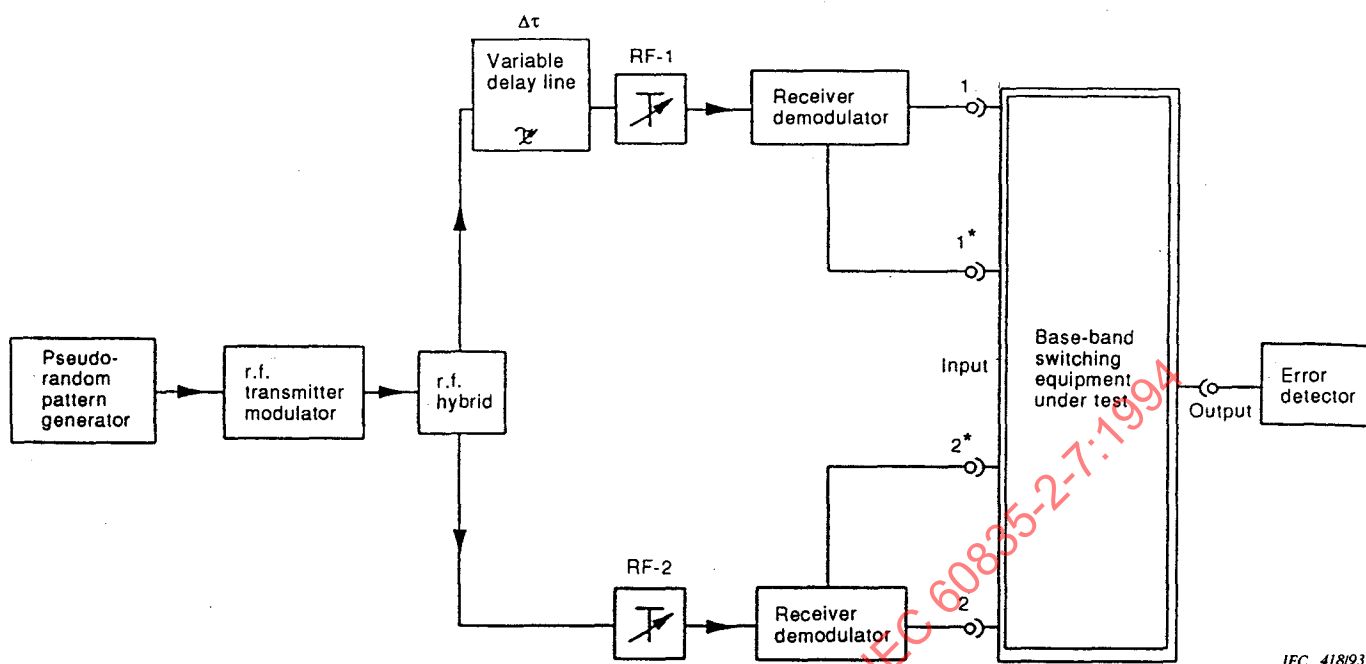
Figure 1b – Arrangement for measuring equipment functions due to r.f. levels or BER

Figure 1 – Base-band switching equipment used in diversity systems



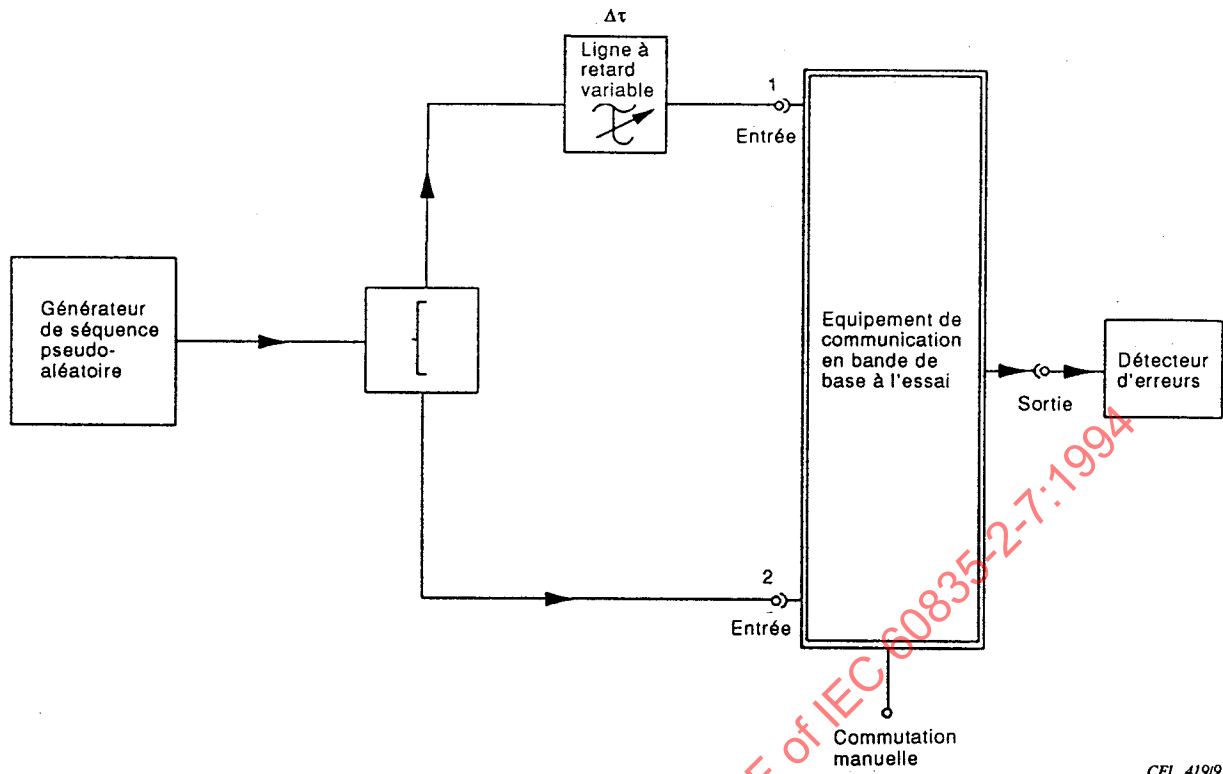
- * Signaux d'alarme sur le TEB et/ou le récepteur (si l'équipement de commutation contient des détecteurs de TEB, ces connexions peuvent ne pas être nécessaires).

Figure 2 – Montage pour mesurer la différence de temps de propagation tolérable au moyen d'une ligne à retard variable insérée en r.f.



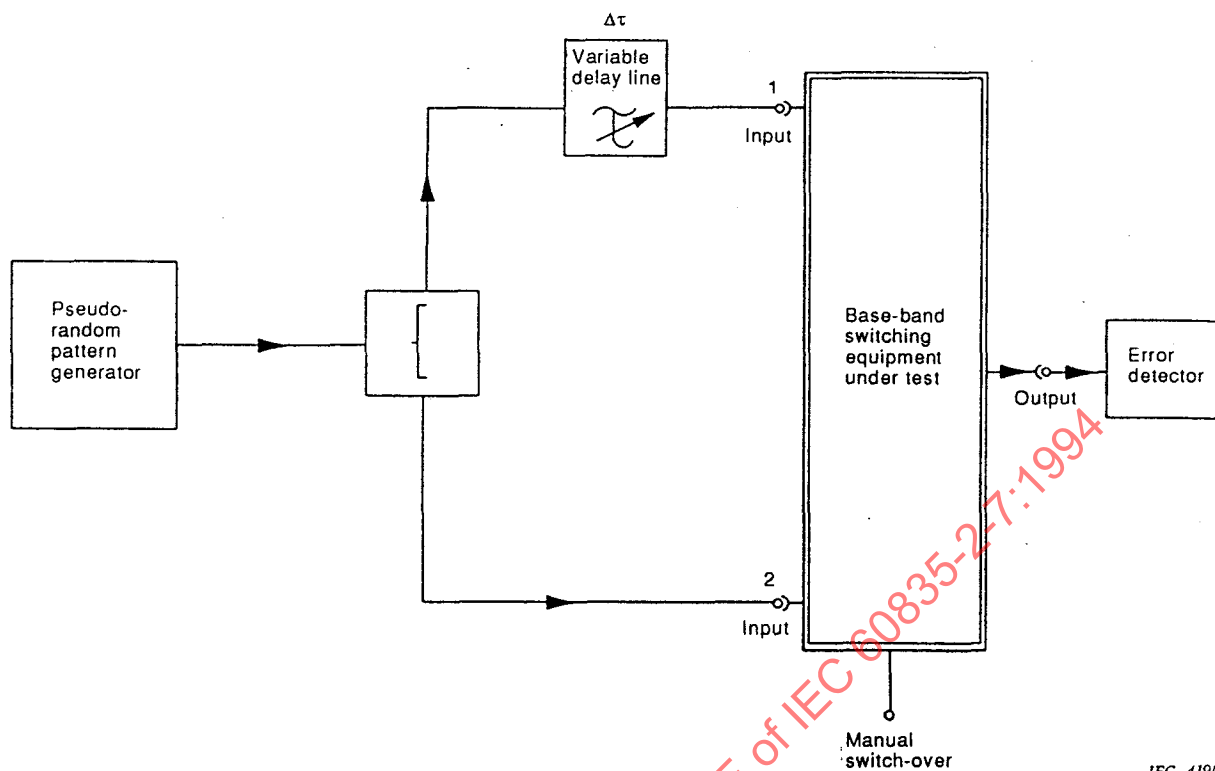
* BER and/or receiver alarm signals (if the BER detectors are contained in the switching equipment, these connections may not be necessary).

Figure 2 – Arrangement for measuring the tolerable delay difference by a variable r.f. delay line



CEI 419/93

Figure 3 – Montage pour mesurer la différence de temps de propagation tolérable au moyen d'une ligne à retard variable en bande de base



IEC 419/93

Figure 3 – Arrangement for measuring the tolerable delay difference by a variable base-band delay line

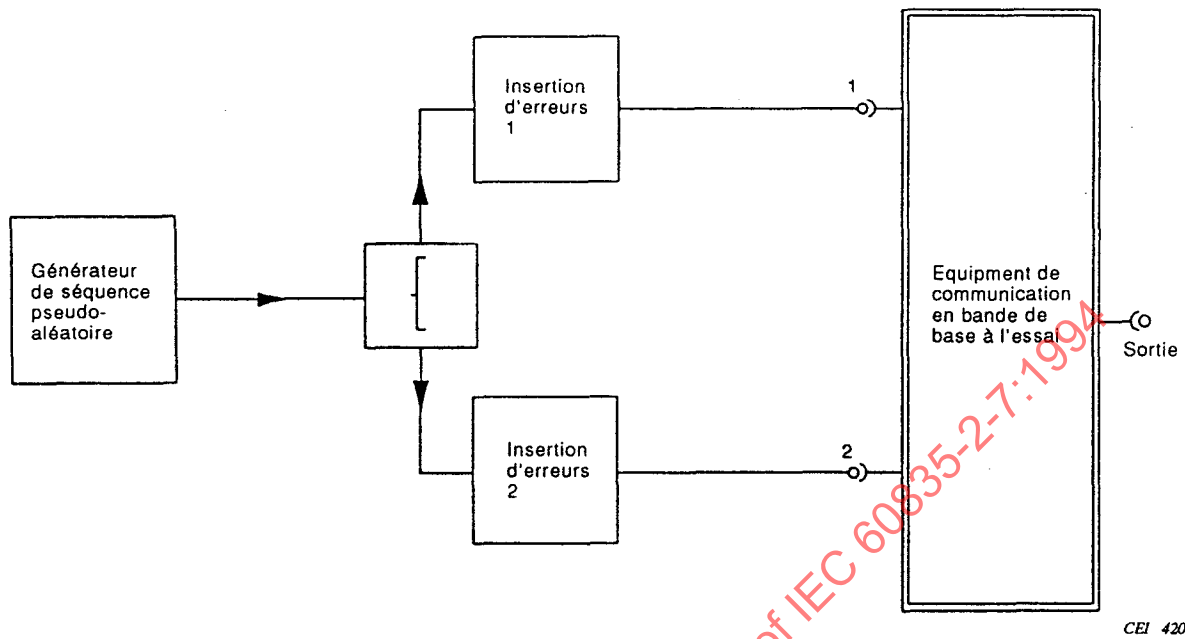


Figure 4 – Montage pour mesurer les fonctions de l'équipement de commutation en bande de base dépendant du TEB

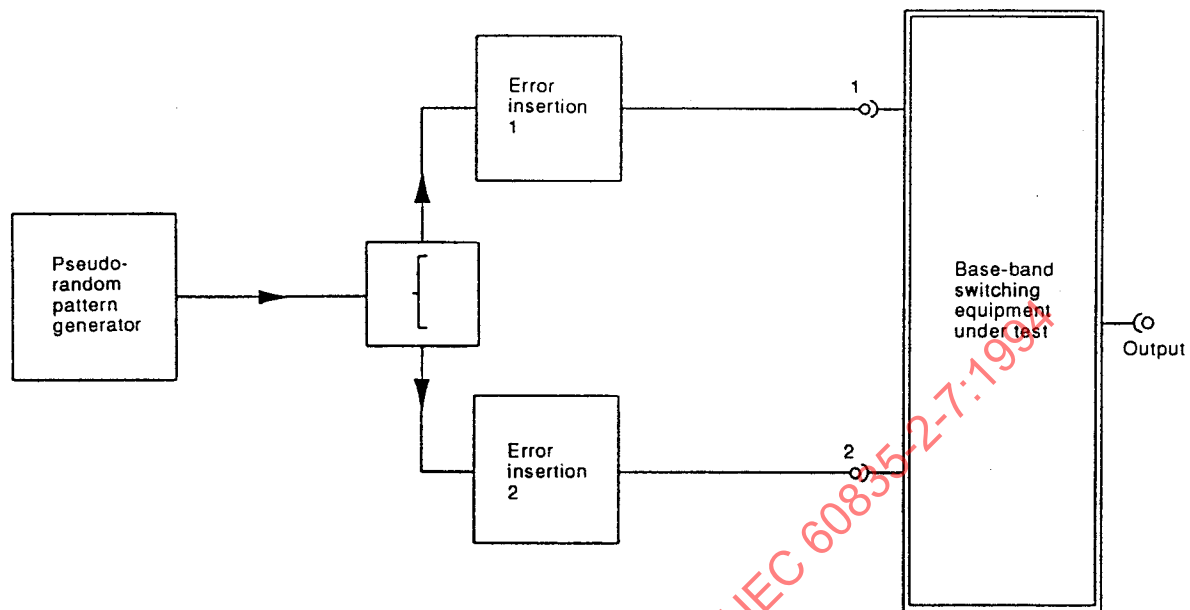
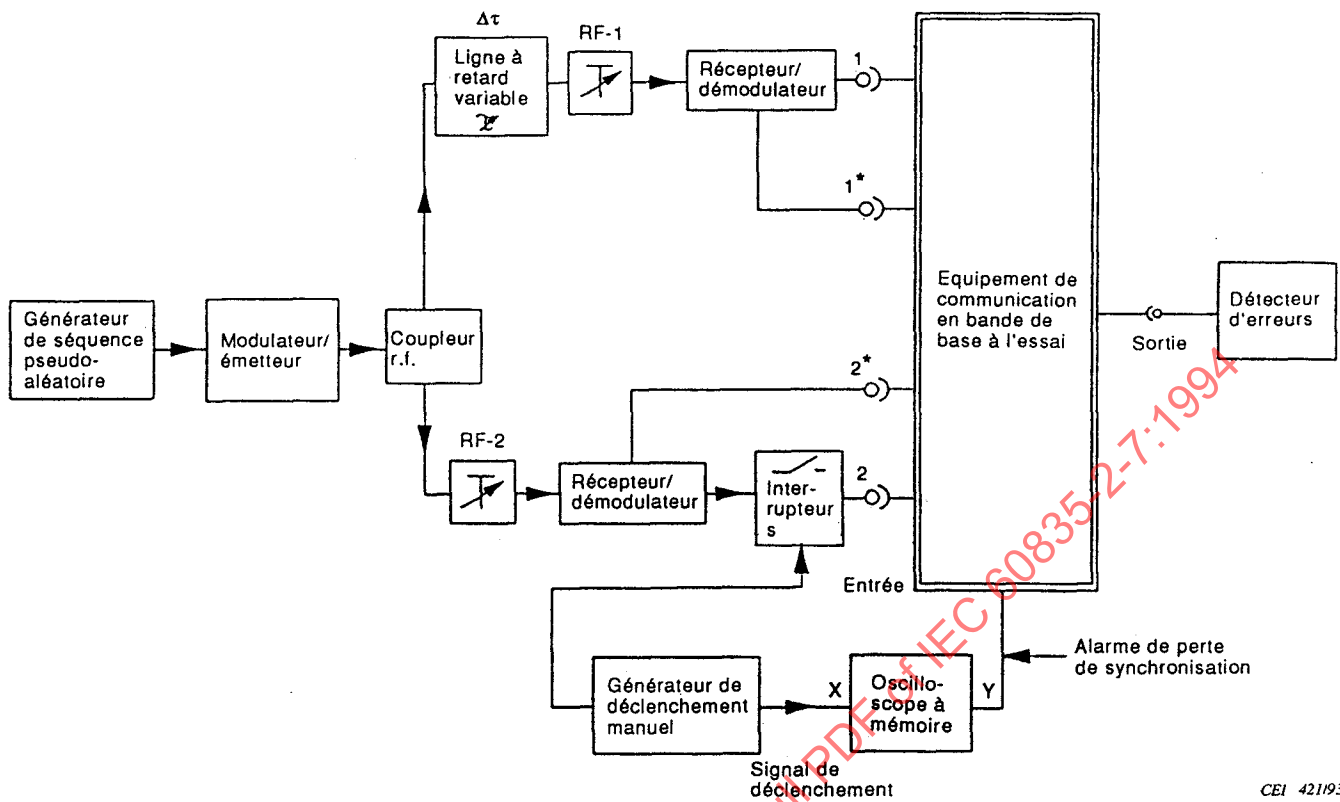


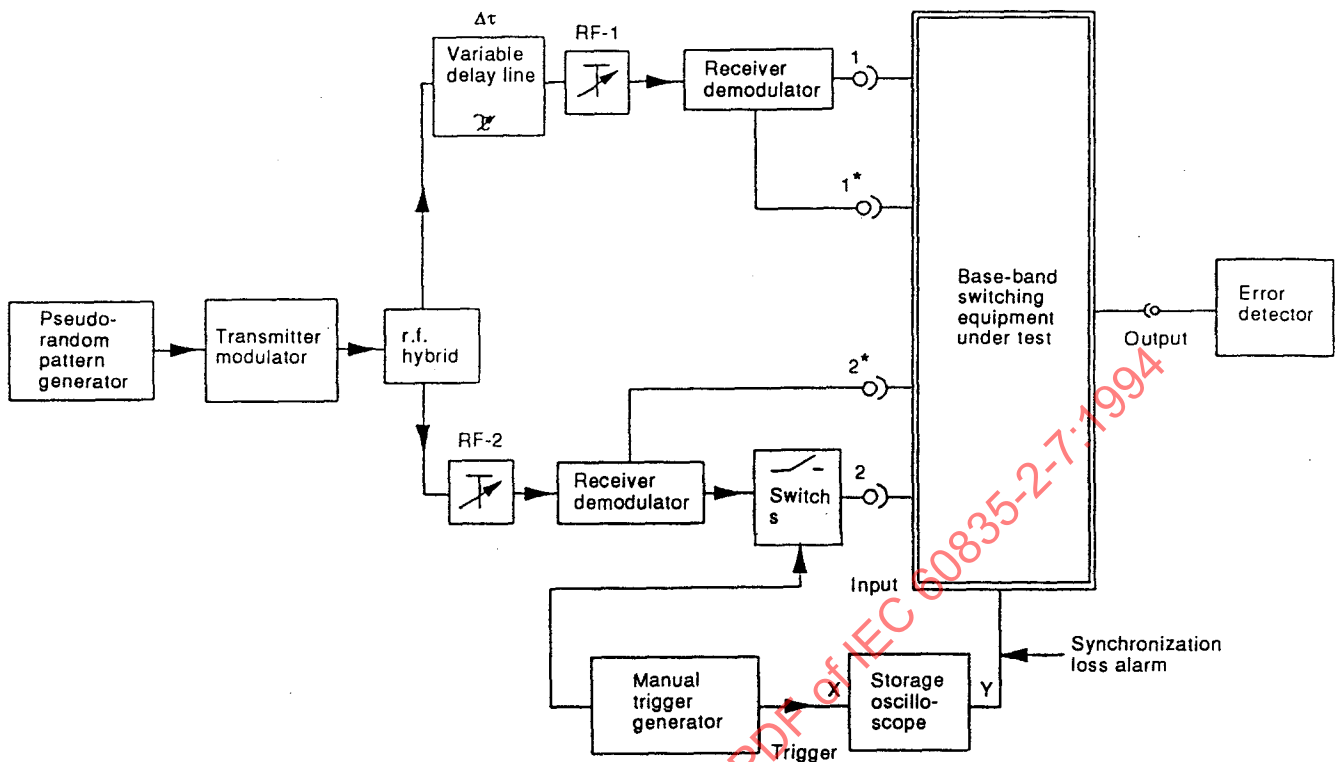
Figure 4 – Arrangement for measuring base-band switching equipment functions due to BER



CEI 421/93

- * Signaux d'alarme sur le TEB et/ou le récepteur (si le détecteur de TEB est monté sur l'équipement de commutation, ces connexions peuvent ne pas être nécessaires).

Figure 5 - Montage pour mesurer le temps de synchronisation



IEC 421/93

- * BER and/or receiver alarm signals (if the BER detectors are contained in the switching equipment, these connections may not be necessary).

Figure 5 – Arrangement for measuring the synchronization time

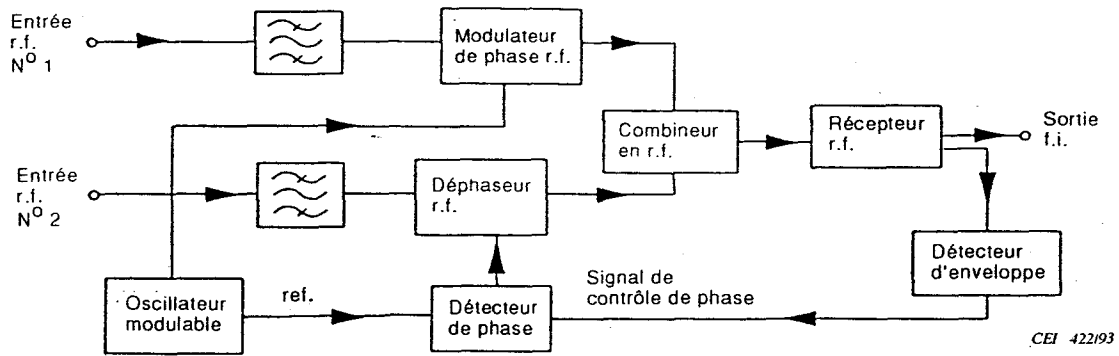


Figure 6a – Equipement de combinaison en r.f.
(diversité d'espace à maximum de puissance)

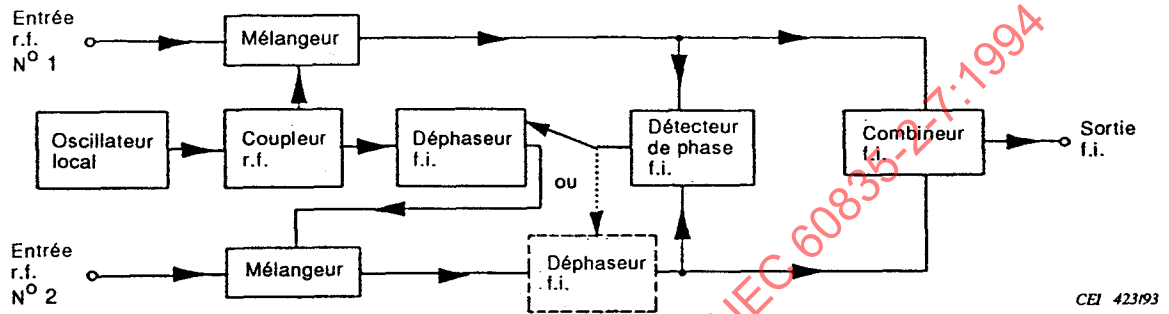


Figure 6b – Equipement de combinaison en f.i. avec oscillateur local commun
(diversité d'espace à maximum de puissance)

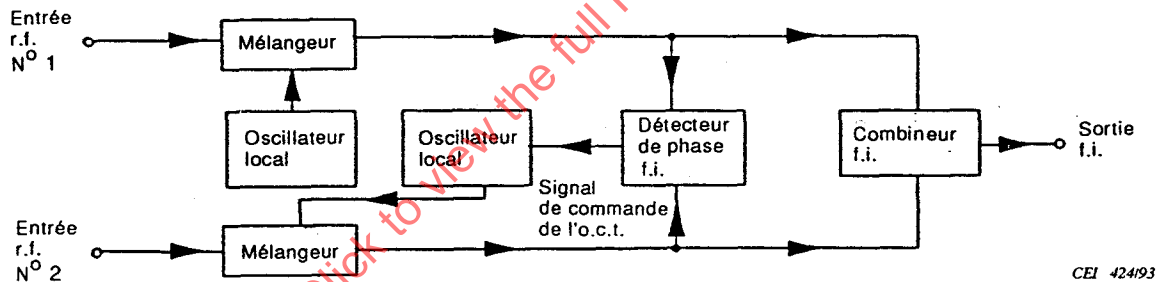


Figure 6c – Equipement de combinaison en f.i. avec oscillateurs locaux séparés
(diversité d'espace à maximum de puissance ou diversité de fréquence)

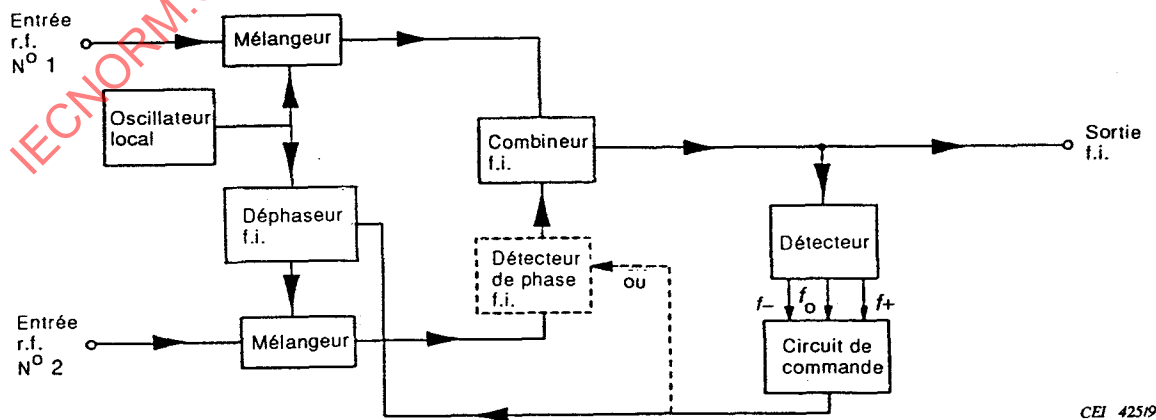


Figure 6d – Equipement de combinaison en f.i.
(diversité d'espace à minimum de dispersion)

Figure 6 – Schémas fonctionnels simplifiés de l'équipement
de diversité par combinaison

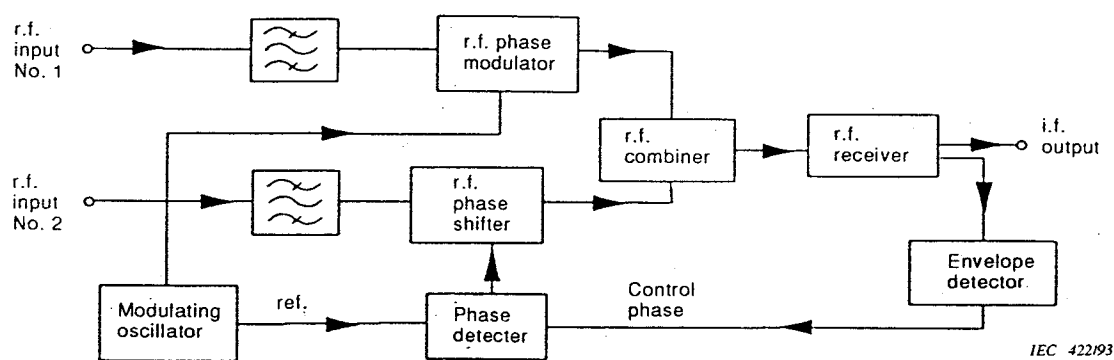


Figure 6a – R.F. combining equipment
(maximum power/space diversity)

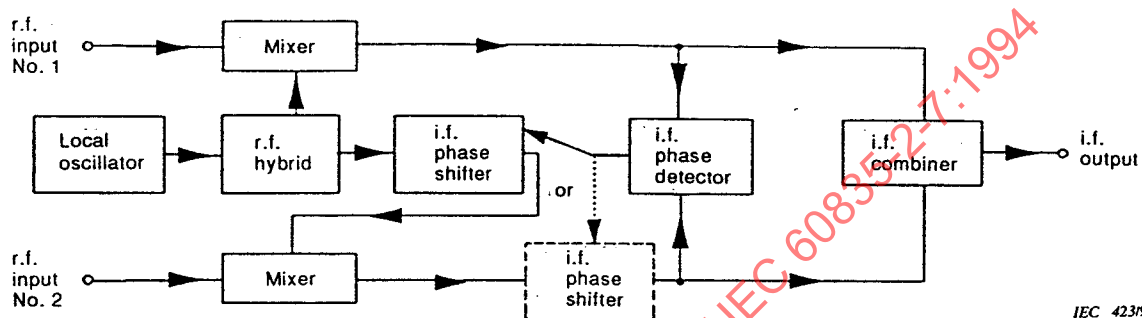


Figure 6b – I.F. combining equipment, common local oscillator
(maximum power/space diversity)

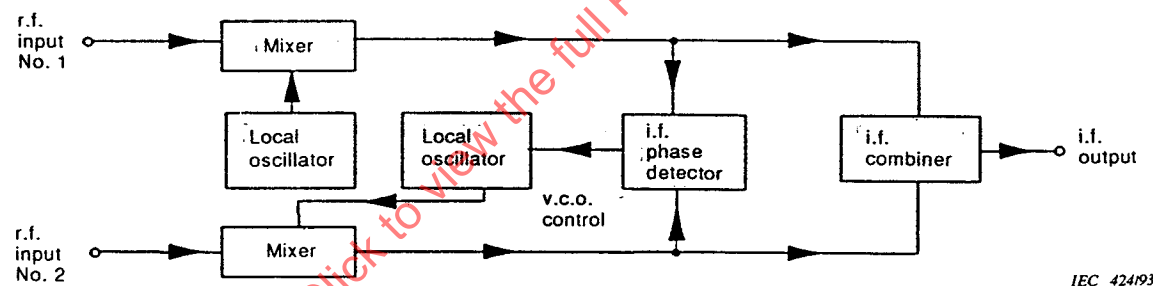


Figure 6c – I.F. combining equipment, separate local oscillator
(maximum power/space or frequency diversity)

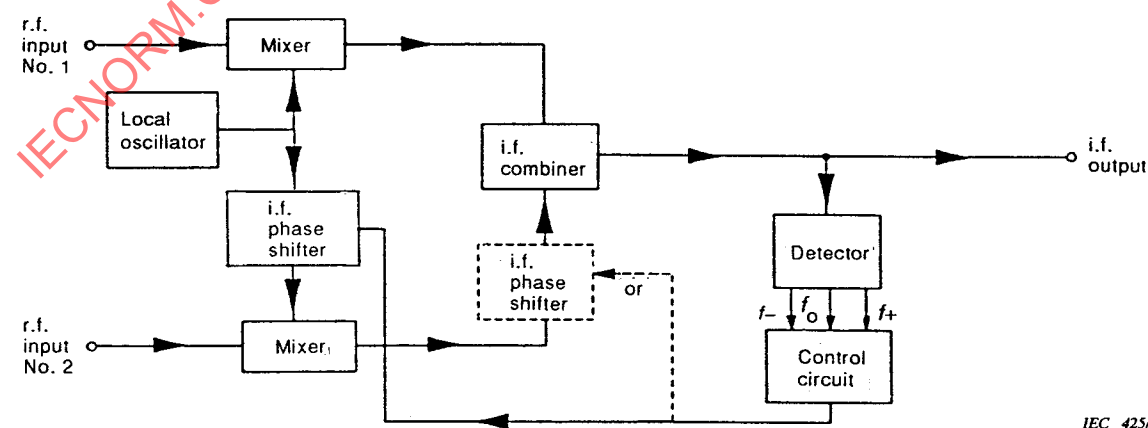
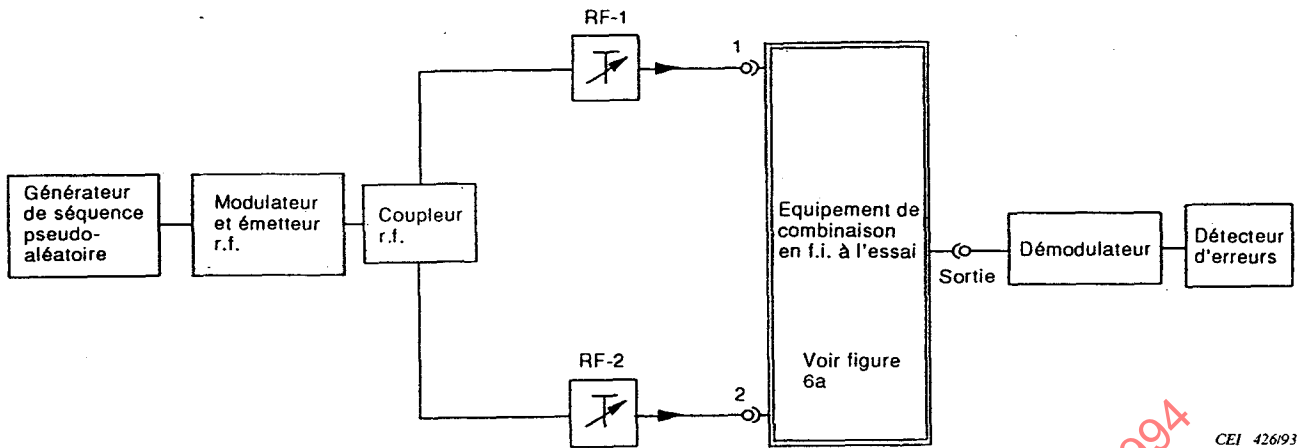


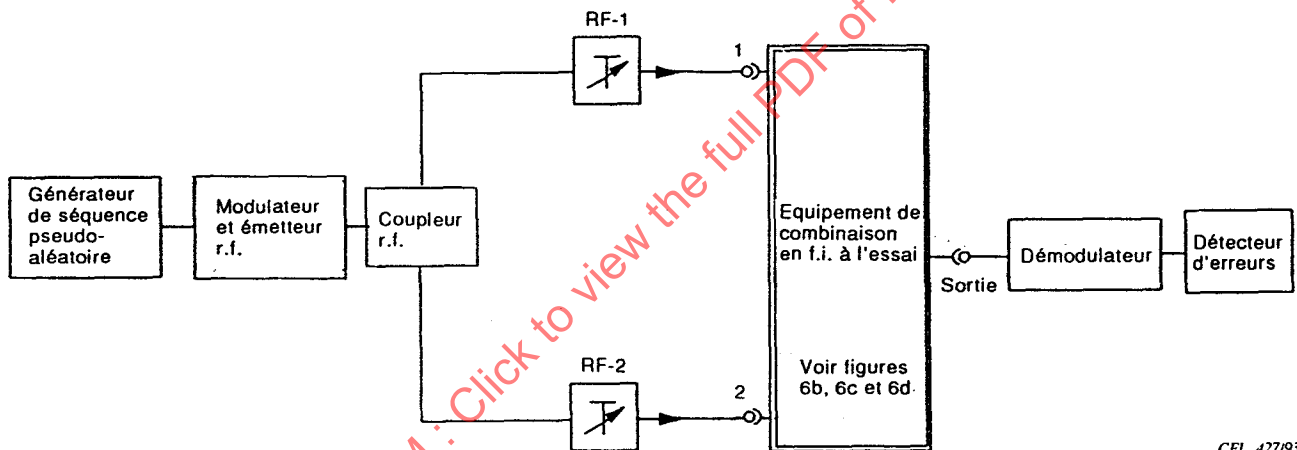
Figure 6d – I.F. combining equipment
(minimum dispersion)

Figure 6 – Simplified block diagrams of diversity combining equipment



CEI 426/93

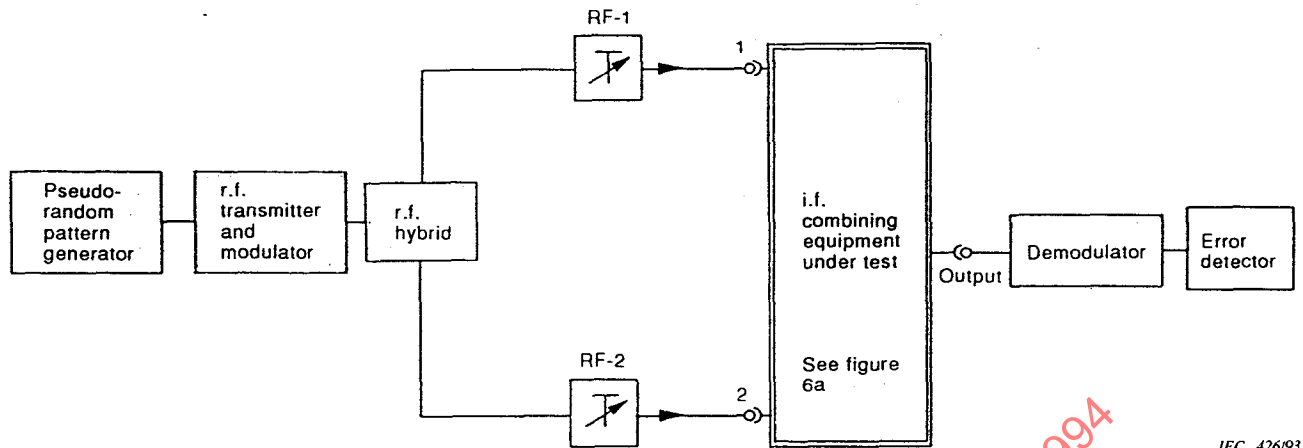
Figure 7a – Mesure de l'équipement de combinaison en r.f.



CEI 427/93

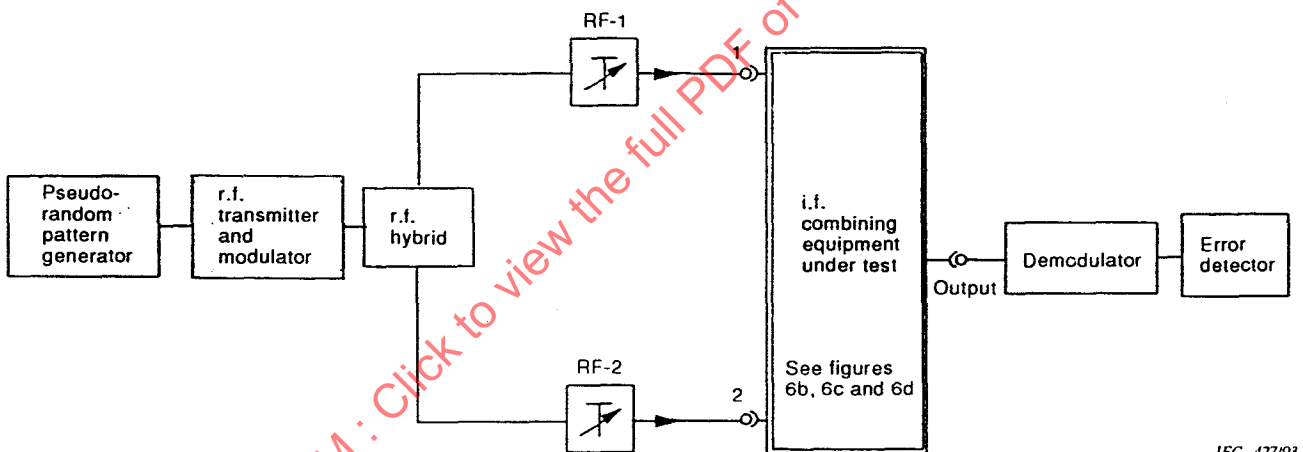
Figure 7b – Mesure de l'équipement de combinaison en f.i.

Figure 7 – Montages pour mesurer la caractéristique du TEB en fonction du niveau d'entrée du récepteur



IEC 426/93

Figure 7a – Measurement of r.f. combining equipment



IEC 427/93

Figure 7b – Measurement of i.f. combining equipment

Figure 7 – Arrangements for measuring the BER/receiver input level characteristic