

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60834-1

Première édition
First edition
1988-05

**Performances et essai des matériels de
téléprotection des réseaux d'énergie électrique**

**Première partie:
Systèmes de commande à bande étroite**

**Performance and testing of teleprotection
equipment of power systems**

**Part 1:
Narrow-band command systems**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60834-1: 1988

Numéros des publications

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

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

Numbering

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

Consolidated publications

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology, graphical and letter symbols

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

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

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60834-1

Première édition
First edition
1988-05

**Performances et essai des matériels de
téléprotection des réseaux d'énergie électrique**

**Première partie:
Systèmes de commande à bande étroite**

**Performance and testing of teleprotection
equipment of power systems**

**Part 1:
Narrow-band command systems**

© IEC 1988 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

PRÉAMBULE	Pages 6
PRÉFACE	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	8
2. Objet	8
3. Conditions de service	8
3.1 Conditions ambiantes	8
3.2 Tension d'alimentation pour fonctionnement sur batterie	10
3.3 Tension d'alimentation pour fonctionnement sur réseau alternatif	10
3.4 Conditions de stockage	10
4. Circuits de télécommunication utilisés	10

SECTION DEUX — TERMINOLOGIE

5. Terminologie	12
---------------------------	----

SECTION TROIS — DÉFINITION DES SYSTÈMES DE TÉLÉPROTECTION

6. Généralités	14
7. Types de dispositifs de téléprotection	14
8. Temps global de fonctionnement des systèmes de téléprotection (circuit de télécommunication compris)	16
9. Temps de transmission (circuit de télécommunication non compris)	16
10. Sécurité	16
11. Fiabilité	18
12. Bande de fréquences nominale	20
13. Impédance nominale	20
14. Signaux de garde → Signaux de commande	20
15. Niveau des signaux de garde	20
16. Niveau des signaux de commande	20

SECTION QUATRE — PRESCRIPTIONS

17. Prescriptions générales applicables aux interfaces de l'équipement	22
17.1 Isolement	22
17.2 Niveau de tenue aux chocs	22
17.3 Niveau de perturbation à haute fréquence	22
18. Prescriptions spécifiques à l'alimentation	24
18.1 Variations d'alimentation	24
18.2 Coupures	24
18.3 Bruit réinjecté	24
18.4 Inversion de polarité	24
19. Prescriptions applicables aux performances des systèmes de téléprotection	26
19.1 Relations mutuelles entre les prescriptions	26
19.2 Surveillance et alarmes	30

SECTION CINQ — MÉTHODES APPLICABLES AU CONTRÔLE DES PERFORMANCES

20. Contrôle général d'interface du matériel	32
20.1 Isolement	32
20.2 Niveau de tenue aux chocs	32
20.3 Niveau de perturbation à haute fréquence	34

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	9
2. Object	9
3. Service conditions	9
3.1 Ambient conditions	9
3.2 Supply voltage with battery operation	11
3.3 Supply voltage with a.c. mains operation	11
3.4 Storage conditions	11
4. Telecommunication circuit used	11
SECTION TWO — TERMINOLOGY	
5. Terminology	13
SECTION THREE — DEFINITIONS OF TELEPROTECTION SYSTEMS	
6. General	15
7. Types of teleprotection schemes	15
8. Overall operating time of teleprotection systems (telecommunication circuit included)	17
9. Transmission time (telecommunication circuit excluded)	17
10. Security	17
11. Dependability	19
12. Nominal frequency band	21
13. Nominal impedance	21
14. Guard — Command signals	21
15. Levels of guard signals	21
16. Levels of command signals	21
SECTION FOUR — REQUIREMENTS	
17. General equipment interface requirements	23
17.1 Insulation	23
17.2 Impulse withstand level	23
17.3 High frequency disturbance level	23
18. Specific power supply requirements	25
18.1 Power supply variations	25
18.2 Interruptions	25
18.3 Reflected noise	25
18.4 Reverse polarity	25
19. Requirements for the teleprotection system performance	27
19.1 Interrelationship of requirements	27
19.2 Monitoring and alarms	31
SECTION FIVE — METHODS FOR PERFORMANCE TESTING	
20. General equipment interface tests	33
20.1 Insulation	33
20.2 Impulse withstand level	33
20.3 High-frequency disturbance level	35

	Pages
21. Contrôle spécifique à l'alimentation	36
21.1 Variations d'alimentation	36
21.2 Coupures	36
21.3 Bruit réinjecté	36
21.4 Inversion de polarité	36
22. Contrôle de performance des systèmes de téléprotection	36
22.1 Sécurité	38
22.2 Fiabilité	40
22.3 Durée de transmission	42
22.4 Perturbations dues à des fréquences discrètes	42
22.5 Perturbation par écart de fréquence	42
22.6 Contrôle des fonctions d'alarme	44
22.7 Matériel à plusieurs commandes	44
22.8 Essais complémentaires	44
FIGURES	46
ANNEXE A — Complément à l'article 22: Contrôle de performance des systèmes de téléprotection	66
ANNEXE B — Bibliographie	74

	Page
21. Specific power supply tests	37
21.1 Power supply variations	37
21.2 Interruptions	37
21.3 Reflected noise	37
21.4 Reverse polarity	37
22. Teleprotection system performance tests	37
22.1 Security	39
22.2 Dependability	41
22.3 Transmission time	43
22.4 Interference by discrete frequencies	43
22.5 Interference by frequency deviation	43
22.6 Checking alarm functions	45
22.7 Multicommand equipment	45
22.8 Additional tests	45
FIGURES	47
APPENDIX A — Supplement to Clause 22: Teleprotection system performance tests	67
APPENDIX B — Bibliography	75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PERFORMANCES ET ESSAI DES MATÉRIELS DE TÉLÉPROTECTION
DES RÉSEAUX D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE****Première partie: Systèmes de commande à bande étroite**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 57 de la CEI: Téléconduite, téléprotection et télécommunications connexes pour systèmes électriques de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
57(BC)27	57(BC)35

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

La Publication 834 de la CEI comprend les deux parties suivantes:

- Première partie: Systèmes de commande à bande étroite (qui fait l'objet de la présente norme).
- Deuxième partie: Systèmes analogiques (Publication 834-2) (à l'étude).

La deuxième partie concernera à la fois les systèmes analogiques à bande étroite et à bande large.

Les systèmes de commande à bande large ne sont pas traités dans la norme.

Les publications suivantes sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50(151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI),
Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50(448) (1987): Chapitre 448: Protection des réseaux d'énergie.
- 255-4(1976): Relais électriques, Quatrième partie: Relais de mesure à une seule grandeur d'alimentation d'entrée à temps dépendant spécifié.
- 255-5(1977): Cinquième partie: Essais d'isolement des relais électriques.
- 495(1974): Valeurs recommandées pour les caractéristiques d'entrée et de sortie des équipements à courants porteurs sur lignes d'énergie, à bande latérale unique.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PERFORMANCE AND TESTING OF TELEPROTECTION
EQUIPMENT OF POWER SYSTEMS****Part 1: Narrow-band command systems**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 57: Telecontrol, Teleprotection and Associated Telecommunications for Electric Power Systems.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
57(CO)27	57(CO)35

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

IEC Publication 834 is divided into the two following parts:

- Part 1: Narrow-band command systems (which is the subject of this standard).
- Part 2: Analogue systems (Publication 834-2) (under consideration).

Part 2 will deal with both narrow-band and broad-band analogue systems.

Broad-band command systems are not dealt with in the standard.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publication Nos. 50(151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV),
Chapter 151: Electrical and magnetic devices.

50(448) (1987): Chapter 448: Power system protection.

255-4(1976): Electrical relays, Part 4: Single input energizing quantity measuring relays with dependent specified time.

255-5(1977): Part 5: Insulation tests for electrical relays.

495(1974): Recommended values for characteristic input and output quantities of single side-band power line carrier terminals.

PERFORMANCES ET ESSAI DES MATÉRIELS DE TÉLÉPROTECTION DES RÉSEAUX D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Première partie: Systèmes de commande à bande étroite

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux matériels de téléprotection à bande étroite, à signal unique ou multiple.

Elle s'applique également aux matériels à fréquences vocales utilisés avec divers systèmes de télécommunications, tels que courant porteur sur ligne d'énergie (CPL), liaisons radio-électriques, circuits loués et câbles concédés ou privés.

Les systèmes à bande étroite comprennent les systèmes à fréquences audio travaillant avec une largeur de bande maximale de 4 kHz et les voies à courant porteur sur ligne d'énergie (CPL) dont la largeur de bande maximale est de 4 kHz (pour un sens de transmission).

2. Objet

La présente norme a pour objet d'établir les prescriptions pour les performances et les méthodes recommandées pour l'essai des voies utilisées par les signaux de transmission relatifs aux informations de commande nécessaires aux dispositifs de protection des réseaux d'énergie électrique, et de donner la terminologie s'y rapportant.

Les alimentations appartenant au matériel, ainsi que les performances du matériel de téléprotection doivent être essayées conjointement. Il convient que tous les essais soient considérés comme des essais de type (voir Publication 50(151) de la CEI, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), chapitre 151):

Essai de type (151-04-15)

Essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines spécifications.

3. Conditions de service

3.1 Conditions ambiantes

Les prescriptions déclarées pour les performances doivent être satisfaites pour les conditions suivantes:

— Domaine de températures	−5 °C à +40 °C
— Vitesse de variation maximale	10 °C/h
— Humidité relative	5% à 95%
— Teneur en eau maximale	28 g/m ³

PERFORMANCE AND TESTING OF TELEPROTECTION EQUIPMENT OF POWER SYSTEMS

Part 1: Narrow-band command systems

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard applies to narrow-band single-signal and multi-signal equipment for teleprotection.

It also applies to voice frequency equipment which is used in connection with various telecommunication systems, such as power line carrier (PLC), radio link, rented circuits, leased or owned cables.

Narrow-band systems include audio frequency systems operating within a 4 kHz maximum band, and PLC channels within a maximum of 4 kHz bandwidth (for one direction of transmission).

2. Object

The object of this standard is to establish performance requirements and recommended methods for testing channels used for transmitting signals related to the command information required by the protective devices in power systems, and to give the associated terminology.

Both the power supply belonging to the equipment and the performance of the teleprotection equipment shall be tested. All the tests should be considered as type tests (see IEC Publication 50(151), International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151):

Type test (151-04-15)

A test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain specifications.

3. Service conditions

3.1 Ambient conditions

The stated performance requirements shall be satisfied for the following conditions:

— Temperature range	−5 °C to +40 °C
— Maximum rate of change	10 °C/h
— Relative humidity	5% to 95%
— Maximum water content	28 g/m ³

3.2 Tension d'alimentation pour fonctionnement sur batterie

Les prescriptions déclarées pour les performances doivent être satisfaites pour les conditions suivantes:

— Tolérances sur la tension $+15\%$ à -20%

Note. — Les valeurs limites citées correspondent aux accumulateurs plomb-acide, la tension nominale étant prise à 2,1 V par élément.

3.3 Tension d'alimentation pour fonctionnement sur réseau alternatif

Les prescriptions déclarées pour les performances doivent être satisfaites pour les conditions suivantes:

— Tolérances sur la tension $+10\%$ à -15%

— Tolérances sur la fréquence $\pm 5\%$

— Taux d'harmoniques $< 5\%$

3.4 Conditions de stockage

Durant le stockage ou en cours d'expédition, le matériel ne doit subir aucun dommage quand la température ambiante se situe entre -40°C et $+70^{\circ}\text{C}$, à moins d'un accord différent sur ce point entre l'utilisateur et le constructeur.

4. Circuits de télécommunication utilisés

La figure 1 représente la configuration d'un matériel de téléprotection fonctionnant dans une bande de fréquences audio (en utilisant une partie d'une bande de base de 4 kHz). Les signaux sont acheminés de l'émetteur au récepteur par l'intermédiaire d'un circuit de télécommunication.

Le circuit de télécommunication peut prendre la forme:

- a) d'une liaison sur câble pour la transmission à fréquence vocale;
- b) de liaisons à courant porteur pour les câbles électriques et les lignes aériennes;
- c) de liaisons à fréquence porteuse sur câble aérien supporté par ligne d'énergie;
- d) de liaisons à courant porteur sur ligne d'énergie (CPL);
- e) de faisceaux hertziens point à point;
- f) de circuits loués;
- g) de guides d'ondes optiques (fibres optiques).

Il convient de choisir avec soin les circuits de télécommunication, car ils subissent l'influence du bruit, des variations de paramètres et de toutes sortes de perturbations qui peuvent entraver ou empêcher le fonctionnement du matériel de téléprotection.

La figure 2 représente la configuration dans laquelle les signaux de garde et de commande sont engendrés et reçus aux fréquences de courants porteurs sur ligne d'énergie.

Les figures 1 et 2 s'appliquent à la fois aux systèmes à déplacement de fréquences et aux systèmes normalement au repos (silencieux).

3.2 *Supply voltage with battery operation*

The stated performance requirements shall be satisfied for the following conditions:

— Voltage tolerances +15% to –20%

Note. — The variation figures quoted are typical for lead-acid batteries, the nominal voltage being taken as 2.1 V per cell.

3.3 *Supply voltage with a.c. mains operation*

The stated performance requirements shall be satisfied for the following conditions:

— Voltage tolerance	+10% to –15%
— Frequency tolerance	±5%
— Harmonic content	<5%

3.4 *Storage conditions*

The equipment, during shipment or storage, shall not suffer any damage when the ambient temperature lies between –40 °C and +70 °C unless otherwise agreed upon between user and manufacturer.

4. **Telecommunication circuit used**

Figure 1 shows the configuration of teleprotection equipment working at an audio frequency band (using part of a 4 kHz baseband). The signals are conveyed from the transmitter to the receiver via a telecommunication circuit.

The telecommunication circuit can be:

- cable link for audio frequency transmission;
- carrier frequency links for cables and overhead lines;
- carrier frequency links on aerial cables on power lines;
- power line carrier links (PLC);
- point-to-point radio-links (microwave);
- rented circuits;
- optical wave guides (fibre optics).

The telecommunication circuits should be chosen with care, as they will be influenced by noise, change of parameters and any kind of interference which may cause maloperation or nonoperation of the teleprotection equipment.

Figure 2 shows the configuration when the guard and command signals are generated and received at power line carrier frequencies.

Figures 1 and 2 apply to both frequency shift and normally quiescent systems.

SECTION DEUX — TERMINOLOGIE

5. Terminologie

Les termes ci-après, extraits du chapitre 448 du Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) [Publication 50(448) de la CEI] sont donnés par souci de compréhension. La figure 3 a pour but de donner des éclaircissements sur les concepts et les relations entre les termes utilisés.

5.1 *Protection* (448-01-01)

5.2 *Dispositif de protection* (448-01-04)

5.3 *Système de protection* (448-01-06)

5.4 *Sélectivité* (pour un système de protection) (448-01-07)

5.5 *Système de protection à sélectivité absolue* (448-01-08)

5.6 *Système de protection à sélectivité relative* (448-01-09)

5.7 *Système de protection de distance* (448-03-01)

5.8 *Zone réduite* (pour un système de protection de distance) (448-03-02)

5.9 *Zone étendue* (pour un système de protection de distance) (448-03-03)

5.10 *Matériel de téléprotection*

Matériel spécialement conçu pour être utilisé en conjonction avec un système de protection, qui nécessite une liaison de télécommunication entre les deux extrémités du circuit protégé, et pour transformer les informations fournies par le dispositif de protection en une forme convenant à la transmission.

a) *Système de téléprotection*

Système composé des matériels de téléprotection et du système de télécommunication associé nécessaire, dans un système de protection nécessitant une liaison de télécommunication entre les extrémités du circuit protégé.

b) *Voie de téléprotection*

- 1) La bande de fréquences du système de communication disponible pour la transmission des signaux de protection dans les deux sens.
- 2) Système composé, aux fins d'essais, de matériels de téléprotection raccordés dos à dos, sans le système de télécommunication associé.

c) *Système de télécommunication — Liaison de télécommunication*

Système composé par l'équipement de télécommunication et le support physique de liaison nécessaire pour transmettre à distance les signaux d'information.

5.11 *Système de protection à fil pilote* (448-01-16)

5.12 *Système de protection à liaison par courant porteur sur ligne d'énergie* (448-01-17)

SECTION TWO — TERMINOLOGY

5. Terminology

The following terms, derived from Chapter 448 of International Electrotechnical Vocabulary (IEV) [IEC Publication 50(448)] are given for the sake of understanding. Figure 3 is intended to clarify the concepts and the relations among terms in use.

5.1 *Protection* (448-01-01)

5.2 *Protection equipment* (448-01-04)

5.3 *Protection system* (448-01-06)

5.4 *Selectivity* (for a protection system) (448-01-07)

5.5 *Absolutely selective protection system* (448-01-08)

5.6 *Relatively selective protection system* (448-01-09)

5.7 *Distance protection system* (448-03-01)

5.8 *Underreaching* (for a distance protection system) (448-03-02)

5.9 *Overreaching* (for a distance protection system) (448-03-03)

5.10 *Teleprotection equipment*

Equipment specially designed to be used in conjunction with a protection system requiring a telecommunication link between the ends of the protected circuit, to transform the information given by the protection equipment in a way suitable for transmission.

a) *Teleprotection system*

System composed by the teleprotection equipment and associated telecommunication system needed, in a protection system requiring a telecommunication link, between the ends of the protected circuit.

b) *Teleprotection channel*

- 1) The frequency band at disposal on the telecommunication system in order to permit the transmission of protection signals in both directions.
- 2) System composed, for testing purposes, by teleprotection equipment connected back-to-back without the associated telecommunication system.

c) *Telecommunication system — Telecommunication link*

System composed by telecommunication equipment and the associated physical link needed to transmit information signals over the distance.

5.11 *Pilot wire protection system* (448-01-16)

5.12 *Power line carrier pilot protection system* (448-01-17)

- 5.13 *Système de protection à liaison radioélectrique* (448-01-18)
- 5.14 *Système de protection de distance à transmission de signaux*
- 5.15 *Système de protection à autorisation* (448-03-04)
- 5.16 *Système de protection de distance à zone réduite et à autorisation* (448-03-06)
- 5.17 *Système de protection de distance à zone étendue et à autorisation* (448-03-09)
- 5.18 *Système de protection de distance à accélération de zone* (448-03-07)
- 5.19 *Système de protection à verrouillage* (448-03-05)
- 5.20 *Système de protection de distance à zone étendue et à verrouillage* (448-03-08)
- 5.21 *Système de protection différentielle (longitudinale)* (448-03-11)
- 5.22 *Système de protection à comparaison de phases* (448-03-13)
- 5.23 *Système de protection à comparaison de directions* (448-03-14)
- 5.24 *Téledéclenchement* (448-01-20)

SECTION TROIS — DÉFINITION DES SYSTÈMES DE TÉLÉPROTECTION

6. Généralités

Les articles suivants portent sur les termes utilisés pour définir ou spécifier les systèmes de téléprotection (voir également paragraphe 19.1).

7. Types de dispositifs de téléprotection

a) *Dispositifs à déclenchement avec autorisation* (référence section deux)

Ce terme désigne des voies travaillant dans une bande de fréquences vocales ou dans une bande de fréquences CPL. La voie est conçue afin que la fiabilité d'exploitation demeure élevée, même dans des conditions où la voie de télécommunication se trouve affectée par suite de perturbations de l'alimentation. On utilise habituellement un procédé de transmission à déplacement de fréquence avec ou sans codage.

b) *Dispositifs à téledéclenchement (déclenchement direct)* (référence section deux)

Le fonctionnement des voies de téledéclenchement est similaire à celui des voies de déclenchement à autorisation, à la différence que l'immunité contre les commandes intempestives et l'absence de commande défaillante constituent des prescriptions primordiales. La vitesse de fonctionnement est habituellement sacrifiée pour répondre aux prescriptions de sécurité et de fiabilité.

- 5.13 *Microwave pilot protection system* (448-01-18)
- 5.14 *Communication aided distance protection system*
- 5.15 *Permissive protection system* (448-03-04)
- 5.16 *Permissive underreach distance protection system* (448-03-06)
- 5.17 *Permissive overreach distance protection system* (448-03-09)
- 5.18 *Accelerated distance protection system* (448-03-07)
- 5.19 *Blocking protection system* (448-03-05)
- 5.20 *Blocking overreach distance protection system* (448-03-08)
- 5.21 *(Longitudinal) differential protection system* (448-03-11)
- 5.22 *Phase comparison protection system* (448-03-13)
- 5.23 *Directional comparison protection system* (448-03-14)
- 5.24 *Intertripping* (448-01-20)

SECTION THREE — DEFINITIONS OF TELEPROTECTION SYSTEMS

6. General

The following clauses deal with the terms used in the description and/or specification of teleprotection systems (see also Sub-clause 19.1).

7. Types of teleprotection schemes

a) *Permissive trip schemes* (reference Section Two)

This term denotes channels operating in an audio frequency band, or in a PLC frequency band. The channel is designed with the premise that the dependability of operation is high even under conditions when, due to a power system disturbance, the telecommunication medium may be adversely affected. Frequency shift signalling with or without coding techniques is usually employed.

b) *Intertripping schemes (Direct trip)* (reference Section Two)

Intertrip channels are similar in operation to permissive trip channels with the exception that security against unwanted operation and dependability of correct operation are prime requirements. Speed of operation is usually sacrificed to meet security and dependability requirements.

c) *Dispositifs de protection à verrouillage* (référence section deux)

Ces voies sont similaires aux voies de déclenchement à autorisation, à la différence que les prescriptions régissant la fiabilité de fonctionnement et la vitesse sont plus strictes.

8. **Temps global de fonctionnement des systèmes de téléprotection** (circuit de télécommunication compris)

Le temps global de fonctionnement T est le temps écoulé entre le moment d'un changement d'état à l'entrée de l'émetteur et le moment du changement d'état correspondant à la sortie du récepteur, le temps de propagation et le retard additionnel dû au bruit étant inclus.

Le temps global de fonctionnement est une fraction du temps d'élimination de défaut (voir figure 4).

Note. — Le temps d'élimination de défaut T_c indiqué à la figure 4 n'est donné qu'à titre d'exemple.

9. **Temps de transmission** (circuit de télécommunication non compris)

Le temps de transmission d'une voie de téléprotection est le temps écoulé entre le moment d'un changement d'état à l'entrée de l'émetteur et le moment du changement d'état correspondant à la sortie du récepteur, le temps de propagation étant exclu. Le temps de transmission nominal est normalement spécifié pour une voie de transmission exempte de bruit en supposant une probabilité de pertes nulle.

Le temps de transmission d'un changement d'état donné peut être lié à une probabilité de pertes spécifiée, ce qui revient à définir la probabilité de dépassement d'un délai donné.

Le temps de transmission est mesuré en appliquant un bruit blanc continu à la voie de transmission; pour diverses valeurs du rapport signal/bruit (S/B), il est déterminé comme le délai correspondant à un taux de pertes spécifié (valeur type 7 ms-65 ms). Voir également le paragraphe 22.3.

Cette méthode correspond à la réalité dans la mesure où la probabilité de retards excessifs est un paramètre crucial pour l'utilisateur.

a) T_e = *temps de transmission nominal pour une voie de téléprotection*

Temps écoulé à partir de l'initialisation de l'entrée d'un transmetteur de téléprotection jusqu'au moment où le récepteur de téléprotection donne un signal de sortie, mesuré dans des conditions exemptes de bruit.

b) T_{ac} = *temps mesuré de transmission maximal pour une voie de téléprotection*

Temps maximal écoulé à partir de l'initialisation de l'entrée d'un transmetteur de téléprotection jusqu'au moment où le récepteur de téléprotection donne un signal de sortie, mesuré dans des conditions de bruit pour une fiabilité et un rapport signal/bruit définis (le découplage influence le retard additionnel dû au bruit).

10. **Sécurité**

La sécurité est l'aptitude, lorsque aucune commande n'est émise, d'éviter la restitution de commandes en sortie du récepteur, en présence de perturbations et de bruit.

Par commodité, on mesure normalement la probabilité de commande intempestive P_{uc} (voir paragraphe 22.1).

c) *Blocking protection schemes* (reference Section Two)

These channels are similar to permissive trip channels, except in the more stringent requirement for dependability of operation and in the speed requirements.

8. **Overall operating time of teleprotection systems** (telecommunication circuit included)

Overall operating time T is the time elapsed between the moment of change of state at the transmitter input and the moment of the corresponding change of state at the receiver output including propagation time and additional delay due to noise.

Overall operating time is part of the fault clearance time (see Figure 4).

Note. — Fault clearance time T_c is shown in Figure 4 as typical only.

9. **Transmission time** (telecommunication circuit excluded)

The transmission time of a teleprotection channel is the time elapsed between the moment of change of state at the transmitter input and the moment of the corresponding change of state at the receiver output excluding propagation time. The nominal transmission time is normally specified for a noise-free transmission path and implies zero loss probability.

The transmission time of a particular change of state can be related to a specified loss probability, which is the same as specifying the probability that a certain delay is exceeded.

The transmission time is then measured with continuous white noise applied to the transmission path; for various S/N (signal-to-noise) ratios it is determined as the delay corresponding to a specified loss rate (typically 7 ms-65 ms). See also Sub-clause 22.3.

This method corresponds to reality to a certain extent, since the probability of excessive delay is crucial to the user.

a) T_o = *nominal transmission time for a teleprotection channel*

This is the time elapsed from the initiating of the input of a teleprotection transmitter until the teleprotection receiver has given an output, measured under noise-free conditions.

b) T_{ac} = *maximum actual transmission time for a teleprotection channel*

This is the maximum time elapsed from the initiating of the input of a teleprotection transmitter until the teleprotection receiver has given an output, measured under noisy conditions for a defined dependability and S/N ratio (clamping action will influence the additional delay due to noise).

10. **Security**

Security means the ability to prevent interference and noise from generating a command state at the receiving end when no command signal is transmitted.

For practical reasons the probability of unwanted command P_{uc} is normally measured (see Sub-clause 22.1).

La sécurité est alors donnée par :

$$1 - P_{uc}$$

Une commande intempestive est une commande qui se produit à l'extrémité réceptrice pendant un temps supérieur à une valeur donnée, alors qu'aucune commande correspondante n'a été transmise.

Pour les dispositifs à déclenchement, si la durée de la commande intempestive (T_{uc}) est supérieure à une durée spécifiée, elle est considérée comme une commande réelle par le relais de protection. Pour les dispositifs à déclenchement à autorisation, le risque de déclenchement intempestif est en général faible, tandis que, dans les applications de déclenchement direct, chaque commande intempestive entraînera un déclenchement intempestif.

Pour les dispositifs à verrouillage, une commande intempestive peut entraîner, selon sa durée (T_{uc}), un retard de déclenchement ou empêcher que le déclenchement voulu se produise.

On mesure la probabilité de commandes intempestives en appliquant des salves de bruit blanc à la voie de transmission; on détermine le taux de commandes intempestives pour diverses valeurs du rapport signal/bruit comme le nombre de commandes reçues par rapport au nombre de salves de bruit de durée spécifiée. Cette méthode correspond également à la réalité dans une certaine mesure (fonctionnement des disjoncteurs et des sectionneurs, bruit d'arc, etc.) et permet de faire des comparaisons entre matériels différents (voir également article 22). Il est essentiel de mesurer le taux de commandes intempestives de cette manière, c'est-à-dire avec des salves de bruit, car le récepteur en essai peut bloquer sa sortie au bout d'un certain temps en présence de bruit continu.

11. Fiabilité

Au sens large, la fiabilité est l'aptitude à restituer une commande valable en présence de perturbations et/ou de bruit.

Par commodité, on mesure normalement la probabilité de commandes défaillantes P_{mc} (voir paragraphe 22.2).

La fiabilité est alors donnée par :

$$1 - P_{mc}$$

Quand une commande est produite à l'extrémité émettrice, elle est considérée comme défaillante dans les trois cas suivants :

- a) absence totale d'état de commande à l'extrémité réceptrice;
- b) l'état de commande se produit à l'extrémité réceptrice avec un retard excessif;
- c) l'état de commande est trop court ou interrompu à l'extrémité réceptrice.

Les cas a) et b) donnent évidemment lieu à une commande défaillante pour les dispositifs à déclenchement et à verrouillage.

Pour le cas c) :

Pour un dispositif à déclenchement, si la commande reçue est inférieure à une durée minimale, la commande est considérée comme défaillante.

Pour un dispositif à verrouillage, une commande trop courte ou interrompue peut provoquer le déclenchement intempestif de la ligne saine.

La probabilité de commandes défaillantes est mesurée en appliquant un bruit blanc continu à la voie de transmission; on détermine le taux de commandes défaillantes pour diverses valeurs du rapport signal/bruit à partir du nombre de commandes non reçues pendant un temps spécifié (et de durée minimale spécifiée) divisé par le nombre de commandes émises.

Security is then given by:

$$1 - P_{uc}$$

An unwanted command is a command that occurs at the receiving end for a time longer than a specified duration when no such command has been transmitted.

With tripping schemes, if the duration of an unwanted command state (T_{uc}) is longer than a specified duration, it will be considered as an actual command by the protection relay. With permissive trip schemes, the risk of an unwanted tripping action is generally low, while in direct trip application each unwanted command will lead to an unwanted tripping action.

With blocking schemes, an unwanted command may lead, according to its duration (T_{uc}), either to a delay to trip or to prevent a necessary tripping action from taking place.

The probability of unwanted command is measured by applying bursts of white noise to the transmission path; for various S/N ratios the unwanted command rate is then determined as the ratio of the number of received commands to the number of noise bursts of specified duration applied. This method also corresponds to some extent to reality (breaker and isolator operations, arcing noise, etc.) and allows comparison of results obtained with different equipment (see also Clause 22). It is essential that the unwanted command rate is measured in this way, i.e. with bursts of noise, since the receiver under test may block its output after a certain time in the presence of continuous noise.

11. Dependability

Dependability broadly means the ability to issue a valid command in the presence of interference and/or noise.

For practical reasons the probability of missing command P_{mc} is normally measured (see Sub-clause 22.2).

Dependability is then given by:

$$1 - P_{mc}$$

When a command occurs at the transmitting end, it is considered as a missing one in the three following cases.

- a) total absence of command state at the receiving end;
- b) command state at the receiving end taking place with an excessive delay;
- c) too short or interrupted command state at the receiving end.

Cases a) and b) will obviously give a missing command for both tripping and blocking schemes.

Concerning case c):

For a tripping scheme, if the received command is shorter than a minimum duration, the command is considered to be missing.

For a blocking scheme, a too short or interrupted command may lead to an unwanted trip on a healthy line.

The probability of missing command is measured by applying continuous white noise to the transmission path; for various S/N ratios the missing command rate is then determined from the number of commands not received within the specified time (and of specified minimum duration) divided by the number of transmitted commands.

Cette méthode correspond à la réalité dans une certaine mesure; elle offre en outre l'avantage de pouvoir facilement comparer les résultats obtenus avec des matériels différents.

12. Bande de fréquences nominale

Largeur de bande nécessaire au signal du matériel de téléprotection pour assurer sa fonction, en incluant toute bande pour estimer le bruit en ligne. Elle a des conséquences sur le temps de transmission et les rapports entre le matériel et les autres services qui utilisent la même voie de support de transmission.

13. Impédance nominale

L'impédance nominale d'un matériel de téléprotection se définit par l'impédance d'entrée et de sortie du matériel, mesurée dans sa bande de fréquences nominale. Cette impédance est normalement de $600\ \Omega$; elle doit s'élever à l'extérieur de la bande de fréquences nominale pour permettre le fonctionnement en parallèle d'autres signaux sur le même support de télécommunication. Dans le cas de voies de protection travaillant sur des fréquences porteuses, l'impédance nominale doit être égale à celle des autres équipements à courants porteurs sur ligne d'énergie (voir Publication 495 de la CEI).

14. Signaux de garde — Signaux de commande

Le signal de garde est un signal émis par le matériel de téléprotection pour contrôler l'intégrité de la liaison de télécommunication en ce qui concerne les prescriptions de niveau et de rapport signal/bruit; sa présence inhibe la sortie du récepteur de téléprotection. Le signal de commande est le signal émis par le matériel de téléprotection pour provoquer l'action à l'extrémité réceptrice, ainsi qu'il est précisé à l'article 7.

15. Niveau des signaux de garde

Dans le cas de matériels réservés à la téléprotection (dédiés), le niveau du signal de garde est lié à la puissance de sortie de l'émetteur, de manière à se conformer à sa puissance en crête de modulation (PEP). Pour les matériels CPL à fréquences vocales, une même voie peut acheminer d'autres signaux en assurant plusieurs fonctions avec des signaux d'exploitation mixte. Quand un relais de mise en route se trouve actionné, le signal de garde peut être émis à la pleine puissance de l'émetteur, en coupant les autres signaux pendant la brève durée du fonctionnement de la téléprotection.

L'augmentation du signal de garde est également utilisée sur des systèmes non partagés, comme les systèmes silencieux ou ceux qui utilisent des équipements CPL de protection à haute fréquence.

16. Niveau des signaux de commande

Dans le cas de matériels de téléprotection non partagés, le niveau des signaux de commande, comme celui des signaux de garde, est lié à la puissance en crête de modulation de l'émetteur (PEP).

Dans tous les cas où l'augmentation de puissance est appliquée pour les signaux de garde, les signaux de commande sont traités de la même façon.

To a certain extent this method corresponds to reality; it offers further the advantage that results obtained with different equipment can be easily compared.

12. Nominal frequency band

The nominal frequency band is the bandwidth required by the teleprotection signalling equipment to perform its stated function, including any noise sensing requirement. It affects the transmission time and the relationship between the equipment and other services using the same signalling channel.

13. Nominal impedance

The nominal impedance of teleprotection equipment is defined as the input and output impedance of the equipment measured within its nominal frequency band. This impedance is normally 600 Ω and shall rise outside the nominal frequency band to permit parallel operation of other signals on the same telecommunication medium. In the case of protection channels operating at carrier frequencies the nominal impedance shall be the same as that for other power line carrier equipment (see IEC Publication 495).

14. Guard — Command signals

The guard signal is a signal being transmitted by the teleprotection equipment and is used to monitor the integrity of the telecommunication link as to level and S/N-ratio requirements, and when present inhibits any output of the teleprotection receiver. The command signal is that signal transmitted by the teleprotection equipment requiring action at the receiving end as noted in Clause 7.

15. Levels of guard signals

In the case of dedicated teleprotection equipment the level of a guard signal is related to the power output of the transmitter in order to comply with its peak envelope power (PEP). In the case of PLC voice frequency equipment, other services may be carried on the same link on a multi-purpose basis: when a starting relay is operating the guard signal may be boosted to the full power of the transmitter, cutting other signals for the short time of the teleprotection operation.

Boosting of the guard signal is also employed on some dedicated systems, such as quiescent systems or those employing PLC high frequency teleprotection equipment.

16. Levels of command signals

In the case of dedicated teleprotection equipment the level of the command signal, as for the guard signal, is related to the peak envelope power (PEP) of the transmitter.

In all cases, where power boosting is applied for guard signals, the same applies for command signals.

SECTION QUATRE — PRESCRIPTIONS

17. Prescriptions générales applicables aux interfaces de l'équipement

17.1 Isolement

Tous les circuits d'entrée et de sortie qui ne sont pas reliés à la terre (bornes d'alimentation comprises) doivent supporter pendant 1 min, sans aucun dommage, une tension sinusoïdale à la fréquence de 50 Hz-60 Hz appliquée entre les bornes en parallèle et la terre.

La tension d'essai doit être de 500 V_{eff} pour les bornes d'émission et de réception, ainsi que pour les bornes d'alimentation de tension inférieure à 60 V. Pour les alimentations en courant continu de valeur supérieure ou égale à 60 V et pour les alimentations en courant alternatif, la tension d'essai sur les bornes d'alimentation doit être de 2 000 V_{eff}.

Pour les bornes de signaux à courant continu et les bornes des circuits d'alarme raccordées au dispositif de protection, on doit utiliser les tensions d'essai indiquées dans la série C du paragraphe 6.2.3 de la Publication 255-5 de la CEI:

- tension d'essai de 1 kV pour tension de fonctionnement ≤ 60 V;
- tension d'essai de 1,5 kV pour tension de fonctionnement de 127 V;
- tension d'essai de 2,0 kV pour tension de fonctionnement de 250 V.

La résistance d'isolement des circuits précités, mesurée sous 500 V en courant continu, ne doit pas être inférieure à 100 M Ω quand la température est inférieure à +35 °C et l'humidité relative inférieure à 75%.

17.2 Niveau de tenue aux chocs

Tous les circuits d'entrée et de sortie, bornes d'alimentation comprises, doivent supporter, sans dommage ou passage intempestif de l'état de garde à l'état de commande en sortie, des tensions de choc appliquées aux bornes en cause, en mode commun et en mode différentiel.

Les valeurs de crête des essais en impulsions standard de la forme d'onde 1,2/50 doivent être les suivantes:

- 1 kV pour l'essai des bornes d'émission et de réception et des bornes d'alimentation en courant continu de valeur inférieure à 60 V;
- 5 kV pour les bornes d'alimentation à courant continu, de tension supérieure ou égale à 60 V, pour les bornes d'alimentation à courant alternatif et pour les bornes des signaux à courant continu et les bornes des circuits d'alarme raccordées aux dispositifs de protection (voir Publication 255-4 de la CEI, annexe E).

Les niveaux de tension d'essai sont mesurés avant de raccorder le circuit à essayer. Dans le cas où le circuit en essai est le siège de débits importants de courant en raison de l'essai en impulsions (par exemple en raison d'une impédance faible ou en présence de parafoudres), l'énergie délivrée par le générateur doit être égale à 0,5 J $\pm$ 10%.

17.3 Niveau de perturbation à haute fréquence

Tous les circuits d'entrée et de sortie, bornes d'alimentation comprises, doivent supporter, sans dommage ou passage intempestif de l'état de garde à l'état de commande en sortie, l'application d'ondes oscillantes amorties sur les bornes correspondantes, en mode commun et en mode différentiel.

SECTION FOUR — REQUIREMENTS

17. General equipment interface requirements

17.1 *Insulation*

All input and output circuits not connected to earth (power supply terminals included) must sustain for the duration of 1 min without any damage a sinusoidal voltage at a frequency of 50 Hz-60 Hz applied between the relative terminals in parallel and earth.

For transmit and receive terminals and power supply input terminals for voltages less than 60 V, a test voltage of 500 V r.m.s. shall be used. For d.c. supply voltages greater than or equal to 60 V and a.c. power supply input terminals, a test voltage of 2 000 V r.m.s. shall be used.

For d.c. signal terminals and alarm circuit terminals connected to the protection equipment, a test voltage as stated in series C of Sub-clause 6.2.3 of IEC Publication 255-5 shall be used as:

- a test voltage of 1 kV for operating voltage of ≤ 60 V;
- a test voltage of 1.5 kV for operating voltage of 127 V;
- a test voltage of 2.0 kV for operating voltage of 250 V.

The insulation resistance of the above-mentioned circuits, measured at the voltage of 500 V d.c., shall be not less than 100 M Ω for any temperature less than +35 °C and relative humidity less than 75%.

17.2 *Impulse withstand level*

All input and output circuits, power supply terminals included, must sustain without any damage or unwanted change of state from guard to command output, impulse voltages applied to the relative terminals both in differential and in common mode.

The peak value of the standard test impulse of wave form 1.2/50 shall be:

- 1 kV for transmit and receive terminals and for d.c. power supply terminals less than 60 V;
- 5 kV for d.c. power supply terminals greater than or equal to 60 V, for a.c. power supply terminals and for d.c. signal terminals and alarm circuit terminals connected to the protection equipment (see IEC Publication 255-4, Appendix E).

The test voltage levels are measured before the circuit to be tested is connected to the circuit terminals. In the case where the circuit under test presents appreciable current flows due to impulse testing (e.g. due to low impedance or surge arresters), the energy delivered by the generator must be equal to 0.5 J $\pm$ 10%.

17.3 *High-frequency disturbance level*

All input and output circuits, power supply terminals included, must sustain, without any damage or unwanted change of state from guard to command output, damped oscillatory waveforms applied to the relative terminals both in differential and in common mode.

La fréquence de ces ondes est de 1 MHz et leur enveloppe doit s'amortir de 50% de la valeur de crête au bout de trois à six périodes. Le taux de récurrence doit être de 400 par seconde et l'essai doit durer 2 s au minimum. D'autres taux de récurrence peuvent être retenus par accord entre utilisateur et constructeur.

La valeur de crête normale de la tension d'essai doit être la suivante:

pour les bornes d'émission et de réception, ainsi que pour les bornes d'alimentation à courant continu de tension inférieure à 60 V:

- 1,0 kV en mode commun (longitudinal);
- 0,5 kV en mode différentiel (transversal);

pour les bornes de signaux à courant continu et les bornes des circuits d'alarme raccordées au dispositif de protection, pour les bornes d'alimentation à courant continu, de tension supérieure ou égale à 60 V et les bornes d'alimentation à courant alternatif:

- 2,5 kV en mode commun (longitudinal);
- 1,0 kV en mode différentiel (transversal).

(Voir Publication 255-4 de la CEI, annexe E.)

L'essai doit être effectué dans les conditions de service.

18. Prescriptions spécifiques à l'alimentation

18.1 *Variations d'alimentation*

Tous les appareils de téléprotection doivent supporter (sans être endommagés ou avoir un mauvais fonctionnement, tel que la production d'une commande intempestive) des variations lentes de la tension d'alimentation de sa valeur nominale à zéro et de zéro à sa valeur nominale.

18.2 *Coupures*

Tous les matériels de téléprotection doivent supporter (sans avoir un mauvais fonctionnement, tel que la production d'une commande intempestive) de brèves coupures de la tension d'alimentation de durée inférieure ou égale à 20 ms se produisant en séquences aléatoires sur des périodes inférieures ou égales à 20 s. Aucune commande ne doit être produite quand l'alimentation est coupée pendant une durée plus longue, puis remise sous tension.

18.3 *Bruit réinjecté*

Si le matériel de téléprotection est alimenté à partir d'une source de courant continu, raccordée comme il est spécifié au paragraphe 21.3, le bruit mesuré aux bornes de l'alimentation du matériel essayé ne doit être ni supérieur à 3 mV pondérés psophométriquement ni à 10 mV crête à crête (voir Recommandation P.53 du CCITT pour les coefficients de pondération du psophomètre).

18.4 *Inversion de polarité*

Si le matériel de téléprotection est alimenté à partir d'une source de courant continu, une protection doit être prévue pour prévenir les inversions éventuelles de la tension d'alimentation.

The frequency of the waveform shall be 1 MHz with the envelope decaying to 50% of peak value at the end of three to six cycles. The repetition rate shall be 400 per second and the duration of the test shall be at least 2 s. Other repetition rates may be agreed upon between the user and the manufacturer.

The standard peak value of the test voltage shall be:

for transmit and receive terminals and d.c. power supply input terminals for voltages less than 60 V:

- 1.0 kV for common (longitudinal) mode;
- 0.5 kV for differential (transverse) mode;

for d.c. signal terminals and alarm circuit terminals connected to the protection equipment, for d.c. power supply terminals for voltages greater than or equal to 60 V and the a.c. power supply terminals:

- 2.5 kV for common (longitudinal) mode;
- 1.0 kV for differential (transverse) mode.

(See IEC Publication 255-4, Appendix E.)

The test shall be carried out under operating conditions.

18. Specific power supply requirements

18.1 *Power supply variations*

All teleprotection apparatus must sustain (without either any damage or malfunctioning such as unwanted command) slow variations of the power supply voltage from nominal value to zero and zero to nominal value.

18.2 *Interruptions*

All teleprotection equipment shall sustain (without any malfunctioning such as unwanted command) short interruptions in the power supply voltage not longer than 20 ms occurring in random sequence for a period not longer than 20 s. No command must occur if the power is switched off for a longer time and then switched on.

18.3 *Reflected noise*

If the teleprotection equipment is supplied from a d.c. source, connected as specified in Sub-clause 21.3, the noise measured across the power supply terminals of the equipment under test shall not be greater than either 3 mV psophometrically weighted or 10 mV peak-to-peak (see CCITT Recommendation P.53 for psophometer weighting coefficients).

18.4 *Reverse polarity*

If the teleprotection equipment is supplied from a d.c. source, reverse polarity protection shall be provided to take care of casual inversion of power supply voltage.

19. Prescriptions applicables aux performances des systèmes de téléprotection

19.1 Relations mutuelles entre les prescriptions

La fiabilité, la sécurité et le temps de transmission d'un matériel de téléprotection sont des paramètres qui dépendent mutuellement les uns des autres; pour une largeur de bande constante par exemple, il n'est possible d'améliorer la sécurité qu'au détriment de la fiabilité ou du temps de transmission.

Les prescriptions auxquelles un matériel de téléprotection doit satisfaire et, par suite, le compromis optimal à retenir entre les paramètres, dépendent de l'utilisation visée (verrouillage, déclenchement à autorisation ou télédéclenchement). Un autre paramètre doit être considéré: le type de voie de transmission utilisé et, donc, le rapport signal/bruit, dont la téléprotection doit tenir compte à la fois dans l'état de garde et dans l'état de commande.

La tendance à doubler la protection de ligne dans les réseaux THT (pour améliorer la fiabilité globale) peut encore influencer le compromis recherché pour obtenir une sécurité plus élevée que dans le cas du matériel unique.

Les performances des matériels de téléprotection doivent être représentées sous forme de courbes qui montrent:

— pour la fiabilité:

P_{mc} : la probabilité de commande défaillante en fonction du rapport S/B donné en décibels pour diverses valeurs de T_{ac} ;

— pour la sécurité:

P_{uc} : la probabilité de commande intempestive en fonction du rapport S/B donné en décibels.

Des exemples sont donnés aux figures 12 et 15.

Les explications et valeurs indiquées ci-dessous sont des ordres de grandeur pour aider les utilisateurs dans la conception des différents dispositifs de protection.

Verrouillage.

Cette classe de protection se fonde sur le principe de la détection de la valeur du courant de défaut vers «l'extérieur» à l'une des extrémités du circuit protégé si le défaut est externe. Cela engendre l'émission d'une commande de verrouillage qui évite un déclenchement éventuel à l'autre extrémité où le courant débite vers «l'intérieur».

Chaque extrémité peut verrouiller l'autre (ou les autres), et il n'est pas exigé que le matériel de téléprotection soit capable de recevoir pendant qu'il émet.

Dans les réseaux à verrouillage, la liaison d'information constitue l'élément essentiel pour éviter les déclenchements intempestifs provoqués par des défauts externes. Pour obtenir le verrouillage correct, le déclenchement à l'extrémité qui fournit le courant vers «l'intérieur» doit être suffisamment retardé pour que l'on soit sûr que la commande de verrouillage de l'extrémité fournissant le courant vers «l'extérieur» puisse être reçue.

Pour les défauts internes, le courant de défaut débite vers «l'intérieur» aux deux extrémités et les commandes de verrouillage sont supprimées. La défaillance de la liaison d'information n'affecte généralement pas l'aptitude de la protection à déclencher correctement.

Par suite, la prescription générale applicable à un matériel de téléprotection dans sa fonction de verrouillage est la rapidité et la fiabilité, car une vitesse trop faible ou une fiabilité insuffisante peuvent causer des déclenchements intempestifs en présence de défauts externes. Une sécurité inadéquate peut engendrer des déclenchements retardés en présence de défauts internes; il convient qu'une étude appropriée du matériel réduise ces délais.

19. Requirements for the teleprotection system performance

19.1 Interrelationship of requirements

Dependability, security and transmission time of a given protection signalling equipment are interdependent parameters; for a constant bandwidth, for instance, security can only be improved at the expense of dependability or transmission time.

The requirements to be met by protection signalling equipment, and therefore the optimum compromise among parameters, depend on the particular application (blocking, permissive tripping or intertripping), a further parameter being the type of transmission path used and thus the S/N ratio which has to be handled by the protection signalling channel, both in the guard and command state.

The tendency for duplication of line protection in EHV systems (to improve the overall dependability) may again influence the compromise towards higher security of the single equipment.

The performance of the teleprotection equipment shall be given in the form of curves showing:

— for dependability:

P_{mc} : probability of missing command as a function of the S/N ratio given in decibels for different values of T_{ac} ;

— for security:

P_{uc} : probability of unwanted command as a function of the S/N ratio given in decibels.

Examples are given Figures 12 and 15.

The explanations and figures shown below are guiding values for the user for the purpose of planning various protection schemes.

Blocking:

This class of protection is based on the principle of detecting “outward” fault current flow at one end of the protected circuit if the fault is external. This causes transmission of a blocking command which prevents a possible tripping action at the other end where the current flow is “inward”.

Either end may block the other(s), and the protection signalling equipment need not be able to receive while transmitting.

In blocking systems the information link is an essential feature for avoiding unwanted tripping on external faults. To obtain correct blocking action, the tripping at the end feeding “inward” current must be delayed sufficiently to ensure that the blocking command from the end feeding “outward” current can be received.

On internal faults the fault current flow is “inward” at both ends and blocking commands are suppressed. Failure of the information link does not generally affect the ability of the protection to trip correctly.

The general requirement for a protection signalling equipment in blocking applications is, therefore, that it should be fast and dependable, since inadequate speed or dependability may cause spurious tripping on external faults. Inadequate security may cause delayed tripping on internal faults; such delays should be kept short by proper equipment design.

- Temps maximal de transmission mesuré: T_{ac} inférieur à 20 ms
- pour la fiabilité:
 probabilité de commande défaillante pour T_{ac} : $P_{mc} < 10^{-3}$
- pour la sécurité:
 probabilité de commande intempestive pour $T_B = 200$ ms
 (T_B = longueur d'une salve de bruit blanc): $P_{uc} = 10^{-1} \dots 10^{-2}$

Les dispositifs de protection à déverrouillage se fondent sur les mêmes principes que les dispositifs à verrouillage, mais avec des critères de commande opposés: dans les conditions normales, une commande de verrouillage est émise en permanence.

Les prescriptions générales qui s'appliquent à la fiabilité et à la sécurité sont les mêmes que pour les applications à verrouillage, alors que le temps de transmission nominal peut être légèrement supérieur.

Les dispositifs à déverrouillage sont quelquefois utilisés en plus de dispositifs CPL à déclenchement à autorisation pour améliorer la fiabilité globale dans des conditions limites, telles qu'un affaiblissement additionnel extrême dû au défaut en ligne.

Déclenchement à autorisation (à zone réduite):

Ce dispositif de protection se fonde sur le principe de la détection de la valeur du courant de défaut vers «l'intérieur», au moins à l'une des extrémités du circuit protégé. Cela engendre un déclenchement à l'une des extrémités au moins et provoque l'émission d'une commande de déclenchement. A l'autre extrémité, la réception de la commande provoque le déclenchement en conjonction avec un dispositif détecteur de défaut local.

Chaque extrémité peut déclencher l'autre (ou les autres) et le matériel de téléprotection n'a pas à être capable de recevoir pendant l'émission.

Dans les dispositifs à autorisation à zone réduite, la liaison d'information constitue un élément supplémentaire pour obtenir le déclenchement rapide aux deux extrémités pour toutes les origines de défauts internes. La défaillance de la liaison d'information n'affecte pas la sélectivité, mais retarde le déclenchement à une extrémité pour certains emplacements du défaut.

Aucune commande de déclenchement n'est émise en cas de défaut externe, et la défaillance de la liaison d'information n'affecte généralement pas l'aptitude de la protection à se stabiliser correctement. Toutefois, les perturbations et le bruit peuvent donner des déclenchements intempestifs.

Déclenchement à autorisation (à zone étendue):

Cette classe de protection se fonde sur le principe de la détection de la valeur du courant de défaut vers «l'intérieur» aux deux extrémités du circuit protégé, ce qui entraîne l'émission d'une commande de déclenchement à partir des deux extrémités; à l'autre extrémité, la réception de la commande provoque le déclenchement en conjonction avec le dispositif local de détection de défaut.

Chaque extrémité doit déclencher l'autre (ou les autres), et le matériel de téléprotection doit être en mesure de recevoir quand il émet.

Dans les dispositifs à autorisation à zone étendue, la liaison d'information constitue l'élément essentiel pour obtenir le déclenchement rapide aux deux extrémités pour tous les défauts internes. La défaillance de la liaison d'information peut affecter la sélectivité et le délai de déclenchement, au moins à une extrémité pour tous les emplacements de défauts.

- Maximum actual transmission time: T_{ac} less than 20 ms
- for dependability:
missing command probability for T_{ac} : $P_{mc} < 10^{-3}$
 - for security:
unwanted command probability for $T_B = 200$ ms
(T_B = length of burst of white noise): $P_{uc} = 10^{-1} \dots 10^{-2}$

Unblocking protection schemes are based on the same principles as blocking schemes, but with opposite command criteria: in normal conditions a blocking command is continuously transmitted.

The general requirements in respect of dependability and security are the same as in blocking applications, whereas the nominal transmission time may be slightly higher.

Unblocking schemes are sometimes used in addition to PLC permissive tripping schemes to improve the overall dependability under marginal conditions, such as extreme additional attenuation due to the line fault.

Permissive tripping (underreaching):

This protection scheme is based on the principle of detecting “inward” fault current flow at least at one end of the protected circuit. This initiates tripping at least at one end and causes transmission of a trip command. At the other end the received command initiates tripping action in conjunction with some local fault detecting device.

Either end may trip the other(s), and the protection signalling equipment need not be able to receive while transmitting.

In permissive underreaching schemes, the information link is a supplementary feature for obtaining fast tripping at both ends for all internal fault positions. Failure of the information link does not affect the selectivity, but delays tripping at one end for certain fault locations.

On external faults no trip commands are transmitted, and failure of the information link generally does not affect the ability of the protection to stabilize correctly. However, interference and noise may cause unwanted tripping.

Permissive tripping (overreaching):

This class of protection is based on the principle of detecting “inward” fault current flow at both ends of the protected circuit. This causes transmission of a trip command from each end; at the other end the received command initiates tripping action in conjunction with the local fault detecting device.

Each end must trip the other(s), and the protection signalling equipment must be able to receive while transmitting.

In permissive overreaching schemes, the information link is an essential feature for obtaining fast tripping at both ends on all internal faults. Failure of the information link may affect the selectivity and delay tripping at least at one end for all fault positions.

En cas de défaut externe, l'extrémité qui alimente le courant vers «l'extérieur» n'émet pas de commande de déclenchement. Cela évite un déclenchement éventuel à l'autre extrémité qui fournit le courant vers «l'intérieur» et la défaillance de la liaison d'information n'affecte généralement pas l'aptitude de la protection à se stabiliser correctement. Toutefois, les perturbations et le bruit peuvent causer des déclenchements intempestifs.

La prescription générale qui s'applique à un matériel de téléprotection utilisé dans un dispositif de déclenchement à autorisation est la fiabilité et la rapidité; pour les dispositifs à zone étendue, la fiabilité est prépondérante. Un défaut de sécurité peut causer des déclenchements intempestifs en présence de défauts externes; le manque de rapidité ou de fiabilité peut entraîner des retards de déclenchement pour tous les défauts internes, ou même un manque de sélectivité avec les dispositifs à zone étendue.

Temps maximal de transmission mesuré:

- | | |
|---|----------------------------------|
| | T_{ac} inférieur à 40 ms |
| — pour la fiabilité (zone réduite): | |
| probabilité de commande défaillante pour T_{ac} : | $P_{mc} < 10^{-2}$ |
| — pour la fiabilité (zone étendue): | |
| probabilité de commande défaillante pour T_{ac} : | $P_{mc} < 10^{-2} \dots 10^{-3}$ |
| — pour la sécurité (zone réduite): | |
| probabilité de commande intempestive pour $T_B = 200$ ms: | $P_{uc} < 10^{-3} \dots 10^{-4}$ |
| — pour la sécurité (zone étendue): | |
| probabilité de commande intempestive pour $T_B = 200$ ms: | $P_{uc} < 10^{-3}$ |

Télé déclenchement:

Dans certaines conditions, un réseau de puissance peut imposer le déclenchement d'un disjoncteur à distance de la protection. Cela s'applique par exemple quand des transformateurs ou des bobines d'inductance sont raccordés au réseau sans disjoncteurs, pour assurer la protection de secours des disjoncteurs, et dans les dispositifs de déclenchement direct à zone réduite.

Le signal de commande reçu possède la capacité complète de déclencher sans commande additionnelle, et c'est pourquoi la sécurité du matériel de téléprotection est très importante pour éviter les déclenchements intempestifs. Comme il peut être nécessaire d'émettre des commandes en présence de défaut, la fiabilité a également une grande importance pour obtenir le déclenchement désiré en présence de perturbation et de bruit.

La prescription générale qui s'applique au matériel de téléprotection utilisé en télé déclenchement est, en conséquence, qu'il soit très fiable et très sûr, car une sécurité et une fiabilité défectueuses peuvent provoquer un fonctionnement intempestif. Avec certaines applications, le matériel doit pouvoir recevoir tout en émettant, et les signaux de commande peuvent être émis pendant une durée plus longue.

Temps maximal de transmission mesuré:

- | | |
|---|----------------------------------|
| | T_{ac} inférieur à 60 ms |
| — pour la fiabilité: | |
| probabilité de commande défaillante pour T_{ac} : | $P_{mc} < 10^{-3} \dots 10^{-4}$ |
| — pour la sécurité: | |
| probabilité de commande intempestive pour $T_B = 200$ ms: | $P_{uc} < 10^{-5} \dots 10^{-6}$ |

19.2 Surveillance et alarmes

La conception des systèmes de téléprotection et la façon d'utiliser les liaisons d'information obligent à tenir compte de limitations pratiques provenant du fait que l'influence des perturbations, du bruit et des défaillances de communication ne peut être totalement négligée.

On external faults, the end feeding “outward” current transmits no trip command. This prevents a possible tripping action at the other end feeding “inward” current, and failure of the information link does not generally affect the ability of the protection to stabilize correctly. However, interference and noise may cause unwanted tripping.

The general requirement for a protection signalling equipment in permissive tripping applications is that it should be secure and fast; in overreaching schemes there is a further stress on dependability. Inadequate security may cause unwanted tripping on external faults; inadequate speed or dependability may cause delayed tripping on all internal faults or even unselectivity in overreaching schemes.

Maximum actual transmission time:	T_{ac} less than 40 ms
— for dependability (underreaching): missing command probability for T_{ac} :	$P_{mc} < 10^{-2}$
— for dependability (overreaching): missing command probability for T_{ac} :	$P_{mc} < 10^{-3} \dots 10^{-3}$
— for security (underreaching): unwanted command probability for $T_B = 200$ ms:	$P_{uc} < 10^{-3} \dots 10^{-4}$
— for security (overreaching): unwanted command probability for $T_B = 200$ ms:	$P_{uc} < 10^{-3}$

Intertripping (transfer tripping):

Various conditions on a power system may require a circuit breaker to be tripped remotely from a protection-relay. This applies for instance where transformers or reactors are connected to the system without circuit breakers, for breaker back-up protection and in direct tripping underreaching schemes.

The received command has complete ability to trip without any additional control and, therefore, the security of the protection signalling equipment is most important to avoid unwanted tripping. Since command transmission may be required during fault conditions, dependability is also very important for obtaining wanted tripping in the presence of noise and interference.

The general requirement for a protection signalling equipment in intertripping applications is, therefore, that it should be very secure and very dependable, since both inadequate security and dependability may cause unwanted operation. In some applications the equipment must be able to receive while transmitting, and commands may be transmitted for a longer period of time.

Maximum actual transmission time:	T_{ac} less than 60 ms
— for dependability: missing command probability for T_{ac} :	$P_{mc} < 10^{-3} \dots 10^{-4}$
— for security: unwanted command probability for $T_B = 200$ ms:	$P_{uc} < 10^{-5} \dots 10^{-6}$

19.2 *Monitoring and alarms*

The design of teleprotection systems and the way in which information links are used need to take account of practical limitations arising from the fact that the influence of interference, noise and communication failures cannot be completely avoided.

Il est souhaitable, dans de nombreux cas, d'accorder plus d'importance à la fiabilité qu'à la sécurité. Le bilan entre le risque de «commandes intempestives» et le risque de «commandes défaillantes» dépend largement de considérations fondamentales, telles que le cahier des charges du réseau et les caractéristiques du système de protection dont il est doté.

Quand des signaux d'état propres à un matériel de téléprotection sont émis ou reçus, ils doivent servir à surveiller la voie de transmission, ainsi que la plus grande partie possible de l'équipement terminal. L'absence de réception d'un signal transmis par suite de la défaillance de la voie de transmission ou de l'équipement terminal doit être détectée par les circuits de surveillance associés au récepteur et à l'émetteur. En outre, une alarme doit être mise en service si la durée de la défaillance dépasse une valeur spécifiée (quelques secondes). Les circuits de surveillance peuvent encore réagir aux excès de bruit et de perturbations qui entravent le bon fonctionnement. De nouveau, une alarme doit être mise en service si la durée de perturbation dépasse le temps spécifié.

On doit avoir prévu des moyens pour isoler la sortie du récepteur quand les circuits de surveillance ont réagi à une situation anormale. La sortie du récepteur doit être maintenue à l'état qui existait avant le défaut de signal ou à un état permanent «commande coupée» ou «commande active» (au choix). Cet isolement peut être immédiat ou retardé (par exemple commandé par le circuit d'alarme).

Les fonctions propres aux circuits de surveillance et d'alarme doivent être vérifiées à l'occasion des essais des performances (section cinq).

SECTION CINQ — MÉTHODES APPLICABLES AU CONTRÔLE DES PERFORMANCES

20. Contrôle général d'interface du matériel

20.1 Isolement

Cet essai doit être exécuté sur le matériel prêt à fonctionner, mais sans alimentation.

Les bornes du circuit à essayer sont mises en parallèle et essayées par rapport à la terre avec une tension alternative à fréquence industrielle de valeur appropriée, appliquée pendant 1 min.

Ensuite, un essai de contrôle est effectué avec un ohmmètre fonctionnant sous 500 V en courant continu pour vérifier que la résistance d'isolement entre les bornes raccordées en parallèle et la terre est supérieure à la valeur prescrite de 100 M Ω .

Finalement, si l'essai de contrôle est satisfaisant, le matériel est mis sous tension et son fonctionnement normal est vérifié.

20.2 Niveau de tenue aux chocs

Utiliser des générateurs d'impulsions appropriés pour obtenir la forme d'onde prescrite en circuit ouvert et fournir l'énergie spécifiée au circuit essayé. Le circuit d'essai recommandé est représenté à la figure 5.

On doit appliquer aux circuits trois impulsions positives et trois impulsions négatives.

In many cases it is desirable to put more emphasis on dependability than on security. The balance between the risk of “unwanted commands” and the risk of “missing commands” largely depends on basic considerations, such as the requirements of the power system and the characteristics of the protection system associated with it.

While transmitting and receiving signals in any state assigned to a protection signalling equipment, these signals shall serve to monitor the transmission path and as much of the terminal equipment as possible. Failure to receive the transmitted signal, whether by failure of the transmission path or the terminal equipment, shall be detected by monitoring circuits associated with the receiver and transmitter. In addition, an alarm shall be initiated, provided that the period of failure exceeds a specified time (some seconds). The monitoring circuits may further respond to excessive interference and noise impairing correct operation. Again, an alarm shall then be initiated, should the period of interference exceed the specified time.

Facilities shall be provided for clamping the receiver output when the monitoring circuits have responded to some abnormal conditions. The receiver output shall be clamped in either the state that existed prior to the signal failure, or in a steady “command off” or “command on” state (selectable). The clamping action may be immediate or delayed (e.g. controlled by the alarm circuit).

The proper functions of monitoring and alarm circuits shall be checked in conjunction with the performance tests (Section Five).

SECTION FIVE — METHODS FOR PERFORMANCE TESTING

20. General equipment interface tests

20.1 *Insulation*

This test has to be done with the equipment under test ready to operate but without power supply.

The terminals of the circuit under test shall be put in parallel and tested to earth with an alternating voltage at power frequency having the relevant value and applied for the duration of 1 min.

After this a control test is done with an ohmmeter operating at 500 V d.c. in order to verify that the insulation resistance between the terminals in parallel and earth is higher than the prescribed value of 100 MΩ.

Finally, if the control test is satisfactory, the equipment is switched into service and normal operation is verified.

20.2 *Impulse withstand level*

Suitable impulse generators are to be adopted in order to obtain the prescribed open circuit wave shape and to give the prescribed energy in the circuit under test. The recommended test circuit is shown in Figure 5.

Three positive impulses and three negative impulses shall be applied to the circuits.

Les essais de tenue aux chocs doivent être effectués:

- a) entre toutes les bornes réunies et la terre (mode commun ou longitudinal);
- b) entre les différents circuits, les bornes de chaque circuit étant réunies (mode commun ou longitudinal);
- c) entre les bornes d'un même circuit, exception faite des contacts (mode différentiel ou transversal).

Note. — Il n'est pas toujours nécessaire d'effectuer les essais de tenue aux chocs aux bornes des contacts ouverts. Cette prescription donnera lieu à un accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur devra déterminer une classe de tension d'essai pour le contact.

S'il est nécessaire d'éviter la circulation de courant continu dans le générateur d'impulsions et qu'un circuit extérieur est raccordé aux bornes en essai, l'essai peut être exécuté conformément aux figures 6 et 7, en utilisant des condensateurs de valeur élevée afin de ne pas modifier la forme d'onde des impulsions.

Pour les bornes d'alimentation en courant continu, l'essai doit être effectué en premier lieu sur le matériel prêt à fonctionner mais non alimenté, puis sur le matériel alimenté en fonctionnement. Dans ce dernier cas, le circuit adopté doit être celui de la figure 8.

Après ces essais de tenue aux chocs, le matériel est mis en service avec vérification de son bon fonctionnement et de l'absence de réactions intempestives.

20.3 Niveau de perturbation à haute fréquence

Utiliser des générateurs appropriés pour obtenir la forme d'onde en circuit ouvert prescrite. Le circuit d'essai normal recommandé est représenté à la figure 9 (repris de la Publication 255-4 de la CEI, figure 15).

Les essais doivent être effectués:

- a) entre chaque ensemble de bornes d'entrée ou de sortie et la terre (mode commun ou longitudinal);
- b) entre les différents circuits du matériel (mode commun ou longitudinal);
- c) entre les bornes d'un même circuit, lorsque cela peut être réalisé (mode différentiel ou transversal).

Note. — Il n'est pas toujours nécessaire d'effectuer les essais de perturbation à haute fréquence aux bornes des contacts ouverts. Cette prescription donnera lieu à un accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur déterminera une classe de tension d'essai pour le contact.

Quand un circuit extérieur se trouve raccordé aux bornes essayées et qu'il est nécessaire d'éviter la circulation de courant continu dans le générateur d'impulsions, l'essai peut être exécuté conformément aux figures 6 et 7, en utilisant des condensateurs de valeur élevée afin de ne pas modifier la forme d'onde de la tension d'essai.

Pour les bornes d'alimentation en courant continu, l'essai doit être effectué en premier lieu sur le matériel prêt à fonctionner mais non alimenté, puis sur le matériel alimenté en fonctionnement. Dans ce dernier cas, le circuit adopté doit être celui de la figure 8.

Après ces essais de perturbation à haute fréquence, le matériel est mis en service avec vérification de son bon fonctionnement et de l'absence de réactions intempestives.

The impulse test shall be applied:

- a) between all terminals connected together and earth (common or longitudinal mode);
- b) between all independent circuits of the equipment with the terminals of each independent circuit connected together (common or longitudinal mode);
- c) between terminals of the same circuit except contact circuits (differential or transverse mode).

Note. — It is not always necessary to apply the impulse withstand test between open metallic contacts. The requirement should be agreed between manufacturer and user and the manufacturer should assign to the contact circuit a test voltage class.

If it is necessary to avoid the circulation of direct current in the impulse generator and an external circuit is connected to the terminals under test, the tests may be executed as indicated in Figures 6 and 7 introducing high value capacitors in order not to vary the wave shape of the impulses.

The test on the d.c. power supply terminals shall be done both with the equipment ready to operate but not switched on, and with the equipment switched on and in operation. In this latter case the circuit shall be as in Figure 8.

After the impulse withstand tests, the equipment is put in operation and checked for correct operation and absence of unwanted operation.

20.3 High-frequency disturbance level

Suitable generators are to be adopted in order to obtain the prescribed open circuit wave shape. The recommended standard test circuit is shown in Figure 9 (as derived from IEC Publication 255-4, Figure 15).

The tests shall be applied:

- a) between each set of input or output terminals and earth (common or longitudinal mode);
- b) between all independent circuits of the equipment (common or longitudinal mode);
- c) between terminals of the same circuit where applicable (differential or transverse mode).

Note. — It is not always necessary to apply the high frequency disturbance test between open metallic contacts. The requirement should be agreed between manufacturer and user and the manufacturer should assign to the contact circuit a test voltage class.

When an external circuit is connected to the terminals under test and it is necessary to avoid the circulation of direct current in the waveform generator, the test may be executed as indicated in Figures 6 and 7, introducing high value capacitors in order not to vary the wave shape of the test voltage.

The test on the d.c. power supply terminals shall be done both with the equipment ready to operate but not switched on, and with the equipment switched on and in operation. In this latter case the circuit shall be as in Figure 8.

After the high frequency disturbance tests, the equipment is put in operation and checked for correct operation and absence of false operations.

21. Contrôle spécifique à l'alimentation

21.1 Variations d'alimentation

Dans cet essai, on tient compte des variations lentes de la tension d'alimentation qui dépassent la limite inférieure des tolérances de cette tension. La vitesse de variation ne doit pas dépasser 10 s pour une variation de la tension entre sa valeur nominale et zéro ou vice versa. L'essai a pour but de vérifier que ces variations ne provoquent pas de commandes intempestives.

Il s'applique à la fois aux alimentations à courant continu et à courant alternatif. Au cours de l'essai, le bon fonctionnement du dispositif d'alarme doit être vérifié.

Il est recommandé d'effectuer ces essais de manière indépendante sur l'émetteur et sur le récepteur, avec des modules d'alimentation distincts.

21.2 Coupures

Cet essai a pour but de simuler les brèves coupures provoquées par exemple par le relâchement des connexions du câblage de l'alimentation. Elles peuvent être reproduites par un interrupteur électronique comme l'indique la figure 10.

Afin de s'approcher des séquences aléatoires des coupures réelles, on peut utiliser le générateur de signal pseudo-aléatoire d'un appareil d'essai pour la transmission de données pour commander l'interrupteur électronique.

De cette manière, l'on obtient diverses durées de coupure, suivant la vitesse de données choisie. Pour une trame de 2047 bits, on peut obtenir les durées suivantes:

Vitesse des données (bauds)	Durée des coupures (ms)
600	1,67 à 16,7
1 200	0,83 à 8,3

Ces coupures ne doivent pas provoquer de commande intempestive.

De plus, le débranchement de l'alimentation suivi de sa reconnexion 1 min plus tard ne doit pas provoquer de commande intempestive.

L'essai de coupure ne doit pas provoquer de commande intempestive dans le récepteur.

21.3 Bruit réinjecté

La figure 11 indique un montage pour mesurer le bruit engendré par le matériel et réinjecté dans la source externe d'alimentation.

Le filtre passe-bas LC découple le matériel par rapport à la source d'alimentation.

21.4 Inversion de polarité

Aucun montage spécial n'est nécessaire pour l'essai d'inversion de polarité. Avant de procéder à l'essai, vérifier que le matériel est protégé contre les inversions de polarité.

22. Contrôle de performance des systèmes de téléprotection

Une voie de téléprotection peut être exposée à diverses sortes de bruit suivant le moyen de transmission utilisé.

21. Specific power supply tests

21.1 Power supply variations

In this test slow power supply voltage variations exceeding the lower limit of supply tolerances are taken into account. The variation rate shall not be faster than 10 s when the voltage changes from nominal value to zero or vice-versa. The aim of the test is to check that these variations do not cause unwanted commands.

It applies to both d.c. and a.c. power supplies. During the test the proper operation of the alarm device shall be checked.

It is recommended that the test be performed on the transmitter and on the receiver independently, with separate power supply units.

21.2 Interruptions

The aim of the test is to simulate the short interruptions caused for instance by loose connections in power supply wiring. They can be generated by an electronic switch, as indicated in Figure 10.

In order to approach the random sequence of real interruptions, the pseudo-random pattern generator of a data transmission test set can be used to drive the electronic switch.

Different interruption durations, according to the selected data rate, are obtained in this way. For the 2047 bit pattern the following lengths can be achieved:

Data rate (bauds)	Interruption duration (ms)
600	1.67 to 16.7
1 200	0.83 to 8.3

These interruptions shall not cause any unwanted command.

Disconnection of the power supply followed by reconnection after 1 min shall also not cause any unwanted command.

The interruptions test shall not cause any unwanted commands in the receiver.

21.3 Reflected noise

An arrangement for the measurement of the noise generated by the equipment and introduced into the external power supply source is indicated in Figure 11.

The low pass filter LC decouples the equipment from the power supply source.

21.4 Reverse polarity

No special arrangement is needed for the reverse polarity test. Before testing, check that the equipment is protected against reverse polarity.

22. Teleprotection system performance tests

A teleprotection channel may be exposed to various kinds of noise depending on the transmission medium used.

Les essais de la sécurité comme, dans une certaine mesure, les essais de la fiabilité font appel à des procédures qui prennent du temps. Il est donc très important de choisir une procédure qui donne une bonne indication des performances d'une voie sur une durée raisonnable de temps. La procédure choisie doit également être facile à reproduire et les instruments d'essai doivent être faciles à se procurer.

L'une des façons de remplir toutes les prescriptions précitées consiste à utiliser une procédure d'essai à base de bruit blanc. La sécurité et la fiabilité peuvent toutes deux être contrôlées en fonction du rapport signal/bruit quand le bruit est du bruit blanc. Dans certains cas spéciaux, les résultats ne se comparent pas avec les mesures effectuées avec du bruit impulsionnel.

Le bruit doit être rapporté à une largeur de bande fixe. Il ne faut pas utiliser des largeurs de bande inférieures à 1 kHz environ, car elles entraînent des incertitudes sur le niveau mesuré. Une largeur de bande de 4 kHz est recommandée, mais d'autres largeurs de bande peuvent être utilisées une fois définies. La largeur de bande choisie est utilisée sans tenir compte de la voie en essai. Les mesures de bruit ne doivent pas être pondérées.

Des essais complémentaires peuvent être effectués avec des fréquences variables.

22.1 Sécurité

Le bruit le plus critique pour une voie de téléprotection consiste en des salves de bruit impulsionnel de niveau élevé. A la place, on utilisera des salves de bruit blanc pour essayer la sécurité, la durée des salves (T_B) constituant la référence dans le domaine temps. Une durée de 200 ms et un intervalle de 200 ms sont recommandés.

On applique, dans un temps donné, un certain nombre de salves de bruit pour provoquer l'apparition d'un certain nombre de commandes intempestives à la sortie du récepteur.

N_B = nombre de salves appliquées

N_{uc} = nombre de commandes intempestives à la sortie du récepteur

La sécurité est fonction de la «probabilité de commande intempestive P_{uc} ».

P_{uc} peut s'estimer de la manière suivante:

$$P_{uc} \approx \frac{N_{uc}}{N_B}$$

Pour mesurer la sécurité, il est recommandé d'utiliser un montage d'essai comme celui de la figure 14.

Le nombre de commandes intempestives et le nombre total de salves de bruit doivent être consignés en fonction du rapport signal/bruit. Il en découle une caractéristique semblable à la courbe *a* de la figure 15 si le récepteur ne comporte aucun dispositif de verrouillage.

On ne compte qu'une seule commande intempestive par salve et seulement si sa durée est supérieure à une valeur spécifiée, par exemple 5 ms.

On peut obtenir une caractéristique semblable à celle de la courbe *b* de la figure 15 quand le récepteur utilise des dispositifs de verrouillage. Suivant le niveau du seuil du dispositif de verrouillage, mesurer une caractéristique réelle comme celle de la courbe *b* peut prendre du temps, car la valeur mesurée de P_{uc} devient très faible.

Il convient de mesurer les courbes de «probabilité de commande intempestive P_{uc} » au niveau nominal de réception.

On donnera une courbe pour chaque réglage recommandé pour la voie.

Testing the security and to some degree also testing the dependability is a time-consuming procedure. It is therefore very important to choose a procedure which will give a good measure of the performance of the channel within a reasonable time. The chosen procedure shall also be easy to repeat and the test instruments easy to obtain.

One way to fulfil all the above-mentioned requirements is to adopt a test procedure using white noise. Both the security and the dependability can be tested in relation to the S/N ratio when the noise is white noise. In some special cases, the results are not comparable with measurements made with impulse noise.

The noise shall be referred to a fixed bandwidth. Bandwidths smaller than approximately 1 kHz shall not be used since this will result in uncertainty of the measured level. 4 kHz bandwidth is recommended, but other bandwidths may be used when defined. The chosen bandwidth is used irrespectively of the channel tested. All noise measurements shall be unweighted.

Additional tests may be carried out using variable tones.

22.1 Security

The most serious noise for a teleprotection channel consists of bursts of impulse noise of high level. Bursts of white noise are used instead for testing the security, the duration of the noise bursts (T_B) being a time reference. A duration of 200 ms and an interval of 200 ms are recommended.

Within a given time a number of noise bursts are applied and a number of unwanted commands appear at the receiver output.

N_B = number of noise bursts applied

N_{uc} = number of unwanted commands at the receiver output

The security is a function of the “probability of unwanted command P_{uc} ”.

The estimate of P_{uc} can be stated as:

$$P_{uc} \approx \frac{N_{uc}}{N_B}$$

For measuring security a test set-up similar to that in Figure 14 is recommended.

The number of unwanted commands recorded and the total number of noise bursts applied shall be recorded in relation to the S/N ratio. This will result in a characteristic similar to curve *a* in Figure 15 if no blocking device is included in the receiver.

Only one unwanted command per burst shall be counted and only if its duration is longer than a specified time, e.g. 5 ms.

When using blocking devices in the receiver a characteristic similar to curve *b* of Figure 15 may result. Depending on the threshold level of the blocking device it will be time consuming to measure an actual characteristic similar to curve *b*, because the measured P_{uc} will be very low.

Curves for the “probability of unwanted command P_{uc} ” should be measured at nominal receive level.

Curves shall be given for each setting recommended for the channel.

22.2 Fiabilité

Le bruit peut entraver le fonctionnement d'une voie de téléprotection en retardant les signaux réels de commande ou en empêchant le récepteur de restituer les commandes.

Il est donc important d'essayer le récepteur pour divers rapports signal/bruit. La fiabilité doit être mesurée en fonction du rapport signal/bruit en comparant le nombre de commandes fournies par le récepteur pendant une période raisonnable de transmission avec le nombre de commandes envoyées par l'émetteur. Les commandes reçues doivent avoir une durée minimale spécifiée.

La fiabilité augmente quand on peut accepter une durée de transmission plus longue. Un certain nombre de commandes sont envoyées et reçues pendant un temps t donné.

N_T = nombre de commandes envoyées

N_R = nombre de commandes reçues

La fiabilité est fonction de la «probabilité de commande défailante P_{mc} ».

La probabilité estimée de commande défailante peut s'écrire:

$$P_{mc} \approx \frac{N_T - N_R}{N_T} = 1 - \frac{N_R}{N_T}$$

On construit une famille de courbes semblables à celles de la figure 12 en mesurant la fiabilité en fonction du rapport signal/bruit pour diverses valeurs de la durée de transmission.

On utilise du bruit blanc continu en indiquant sa largeur de bande.

Un montage semblable à celui de la figure 13 est recommandé pour mesurer la fiabilité.

Pour obtenir une famille de courbes comme sur la figure 12, il est nécessaire d'envoyer un nombre suffisant de commandes pour avoir une mesure statistiquement significative. Plus la fiabilité à mesurer a une valeur élevée et plus il sera nécessaire d'envoyer un nombre de commandes élevé.

Chaque commande doit avoir une durée minimale cohérente avec la durée maximale de transmission tolérable. L'intervalle entre commandes successives doit être suffisant pour permettre le rétablissement du récepteur. Il en découlera normalement une vitesse de récurrence de 1 à 10 commandes par seconde.

Pour toutes les applications, la commande reçue doit avoir une durée supérieure à une valeur spécifiée, par exemple:

- en déclenchement: 10 ms,
- en verrouillage: 100 ms.

Les dispositifs antibruit incorporés au récepteur influencent la fiabilité pour les forts niveaux de bruit. Il peut être intéressant d'apprécier cette influence et même, quelquefois, de mesurer la fiabilité pour les forts niveaux de bruit avec les dispositifs antibruit en service et hors service.

Pour chaque réglage de la voie, on peut donner des courbes représentant la fiabilité en fonction du rapport signal/bruit. Il revient au constructeur de donner ces courbes.

Les courbes doivent au moins être données dans la plage comprise entre T_0 et $3 \times T_0$.

La fiabilité peut être mesurée pour deux niveaux différents de réception:

- 1) au niveau nominal de signal à l'entrée du récepteur;
- 2) au niveau nominal de signal à l'entrée du récepteur, mais en augmentant soudainement l'affaiblissement de la ligne de 10 dB (un rapport S/B acceptable étant maintenu) quand un signal de commande est envoyé.

22.2 Dependability

Noise may disrupt a teleprotection channel by delaying a genuine command signal or by preventing the receiver from delivering a command.

It is therefore important to test the receiver for various S/N ratios. Dependability versus S/N ratio shall be measured by comparing the number of commands delivered from the receiver within an acceptable actual transmission time with the number of commands sent from the transmitter. The received commands shall have a specified minimum duration.

If a longer transmission time can be accepted, dependability will increase. Within a given time t a number of commands are sent and received.

N_T = number of commands sent

N_R = number of commands received

The dependability is a function of: “the probability of missing command P_{mc} ”.

The estimated probability of missing command can be stated as:

$$P_{mc} \approx \frac{N_T - N_R}{N_T} = 1 - \frac{N_R}{N_T}$$

When measuring the dependability versus S/N ratio for various transmission times a family of curves similar to those given in Figure 12 will be obtained.

Continuous white noise is used and the noise bandwidth shall be indicated.

When measuring dependability a test set-up similar to Figure 13 is recommended.

To obtain a family of curves as in Figure 12, it is necessary to send a sufficient number of commands to give a statistically significant measurement. The higher the dependability it is intended to measure, the higher the number of commands it is necessary to send.

Each command shall have a minimum duration consistent with the maximum tolerable transmission time. The interval between successive commands shall be sufficient to allow the receiver to recover. This will normally result in a repetition rate of 1 to 10 commands per second.

For all applications the received command shall be longer than a specified duration; e.g.

- for tripping: 10 ms;
- for blocking: 100 ms.

Noise blocking devices in the receiver will influence the dependability for high noise levels. It may be interesting to assess this influence and sometimes it may be of value to measure the dependability at high noise levels both with and without the noise blocking device in action.

For each setting of the channel, curves showing the dependability versus S/N ratio may be given. It is up to the manufacturer to give these.

The curves shall at least be given in the range T_o and $3 \times T_o$.

The dependability can be measured at two different receive levels:

- 1) with nominal signal level at the receiver input;
- 2) with nominal signal level at the receiver input, but with the line attenuation suddenly increased by 10 dB (provided an acceptable S/N ratio is maintained) when a command signal is sent.

Il convient que cet essai fasse l'objet d'un accord entre utilisateur et constructeur; il peut ne pas être nécessaire pour les applications autres que les CPL.

22.3 *Durée de transmission*

La figure 16 indique un montage utilisable pour mesurer les durées de transmission. L'appareillage de mesure recommandé comprend un dispositif pour la mesure du temps et un affaiblisseur réglable et commutable de même impédance que celle de la voie de téléprotection.

La durée de transmission est mesurée dans les conditions suivantes:

- 1) au niveau nominal des signaux à la sortie de l'émetteur et à l'entrée du récepteur. La durée ainsi mesurée est T_0 ;
- 2) au niveau nominal des signaux à la sortie de l'émetteur en augmentant l'affaiblissement de ligne de 10 dB (un rapport S/B acceptable étant maintenu), tout en envoyant simultanément une commande.

Il convient que cet essai fasse l'objet d'un accord entre utilisateur et constructeur; il peut ne pas être nécessaire pour les applications autres que les CPL.

22.4 *Perturbations dues à des fréquences discrètes*

Un montage d'essai semblable à celui de la figure 17 est recommandé pour mesurer la sensibilité des récepteurs de téléprotection aux perturbations produites par des fréquences discrètes.

Deux séries de mesures sont à effectuer, la première en transmettant un signal de garde, la deuxième en transmettant un signal de commande. Dans chaque cas, on balaye lentement la bande entière de fréquences utilisée avec un signal perturbateur injecté sur l'entrée du récepteur. On procède à plusieurs balayages avec des niveaux différents du signal perturbateur quand:

- 1) l'émetteur envoie un signal de garde

Les conditions en sortie de commande doivent être surveillées quant aux commandes intempestives quand le signal perturbateur est balayé sur toute la bande de fréquences utilisée. On doit utiliser au moins les niveaux suivants pour le signal perturbateur: le rapport entre le niveau du signal de garde et le niveau du signal perturbateur doit être de -6 dB, 0 dB et $+6$ dB. On peut faire des balayages complémentaires avec d'autres niveaux de signal perturbateur dans l'intention de vérifier la dépendance de fréquence et de niveau de la perturbation.

- 2) l'émetteur envoie un signal de commande

Les conditions en sortie de commande doivent être surveillées quant au manque de commande quand le signal perturbateur est balayé sur toute la bande de fréquences utilisée. On utilisera les mêmes niveaux pour le signal perturbateur que ceux qui sont donnés au point 1).

- 3) D'autres essais peuvent être effectués sur accord entre utilisateur et constructeur (par exemple avec le signal de garde coupé en appliquant un bruit).

22.5 *Perturbation par écart de fréquence*

Les matériels de téléprotection utilisent quelquefois des circuits de télécommunication où des écarts de fréquence peuvent se produire. Une perturbation d'alimentation ou le passage d'une voie primaire à une voie secondaire peut entraîner un écart temporaire de la fréquence de veille de quelques hertz.

This test should be subject to agreement between user and manufacturer and may not be required in other applications than PLC.

22.3 *Transmission time*

A test set-up for measuring transmission time is given in Figure 16. Recommended measuring equipment consists of a time measuring device and an adjustable and switchable attenuator with the same impedance as for the teleprotection channel.

The transmission time can be measured under the following conditions:

- 1) with nominal signal levels at the transmitter output and the receiver input. The measured time is T_0 ;
- 2) with nominal signal levels at the transmitter output and the line attenuation increased by 10 dB (provided an acceptable S/N ratio is maintained) simultaneously with a command being sent.

This test should be subject to agreement between user and manufacturer and may not be required in other applications than PLC.

22.4 *Interference by discrete frequencies*

To measure the sensitivity of the teleprotection receiver to interference from discrete frequencies, a test set-up similar to that in Figure 17 is recommended.

Two series of measurements shall be carried out, the first one when transmitting a guard signal, the second one when transmitting a command signal. In each case an interfering signal, injected at the input of the receiver, shall be swept slowly over the whole frequency band used. Several sweeps with different levels of the interfering signal shall be done when:

- 1) the transmitter is sending a guard signal
Command output conditions shall be monitored for unwanted commands when the interfering signal is swept over the whole frequency band used. The following levels of the interfering signal shall at least be used: the ratio of the guard signal level to the level of the interfering signal shall be -6 dB, 0 dB, $+6$ dB. Additional sweeps with other interfering signal levels may be made, in order to verify both frequency and level dependence of this interference.
- 2) the transmitter is sending a command signal
Command output conditions shall be monitored for loss of command when the interfering signal is swept over the whole frequency band. The same levels for the interfering signal as given under Item 1) shall be used.
- 3) Other tests may be carried out by agreement between the user and the manufacturer (for instance with the guard signal removed in the presence of noise).

22.5 *Interference by frequency deviation*

The teleprotection equipment sometimes uses a telecommunication circuit where frequency deviation may occur. A power disturbance or change from primary to secondary route may cause temporary frequency displacement of the standby frequency by a few hertz.

Un essai de perturbation par écart de fréquence ne doit être effectué que sur accord entre utilisateur et constructeur.

Un montage semblable à celui de la figure 18 peut être utilisé.

La basse fréquence de l'émetteur de téléprotection est transformée en une fréquence plus élevée par la fréquence f_s . Une seule bande latérale est transmise par le filtre passe-bande qui suit le modulateur. Du côté récepteur, la fréquence f_r démodule la fréquence élevée pour retrouver la basse fréquence dans le démodulateur. Le filtre passe-bas placé à la sortie du démodulateur permet uniquement aux fréquences basses d'atteindre le récepteur de téléprotection.

Le générateur de fréquence f_r doit être conçu de manière à varier en fréquence en fonction d'une tension de commande continue variable (oscillateur commandé en tension).

On effectue les mesures suivantes avec le montage de la figure 18:

On doit faire varier la fréquence f_r en utilisant une tension de commande en dents de scie, de forme semblable à celle qui est représentée à la figure 19.

La variation de fréquence f_r va de 0 à $\pm B$ (B étant l'écart de fréquence convenu entre l'utilisateur et le constructeur). On surveille, sur le récepteur de téléprotection, le manque de signal de garde, la réception de commandes intempestives et le fonctionnement de l'alarme.

22.6 *Contrôle des fonctions d'alarme*

Une alarme externe doit être émise quand le matériel de téléprotection ne peut pas fonctionner correctement.

On contrôle sur le matériel que l'alarme fonctionne correctement. Une alarme doit être émise quand:

- a) le signal de garde est coupé du récepteur et qu'aucun signal de commande ne se présente sur le récepteur au bout d'une durée spécifiée par le constructeur (quelques secondes);
- b) un bruit excessif bloque le récepteur pendant une durée supérieure à une valeur spécifiée par le constructeur (quelques secondes);
- c) le constructeur peut spécifier d'autres cas (défaillance de l'émetteur par exemple) où une alarme doit être émise. Il faut également essayer le fonctionnement de l'alarme dans ces cas.

22.7 *Matériel à plusieurs commandes*

Un matériel de téléprotection à plusieurs commandes est normalement doté d'un signal de garde commun et de deux ou plusieurs signaux de commande.

L'essai de la sécurité des signaux de commande doit se faire de la manière exposée au paragraphe 22.1. Chaque signal de commande doit être essayé.

L'essai de la fiabilité doit se faire de la manière exposée au paragraphe 22.2 pour chaque signal de commande.

Lorsque l'on essaie la fiabilité d'un signal de commande, on doit essayer en même temps la sécurité quant aux commandes intempestives pour chacun des autres signaux de commande.

22.8 *Essais complémentaires*

Il peut être convenu de procéder à des mesures complémentaires par accord entre utilisateur et constructeur.

Only when agreed upon between the user and manufacturer shall a frequency deviation test be carried out.

A test set-up similar to that in Figure 18 may be used.

The low frequency from the teleprotection transmitter is translated to a higher frequency by the frequency f_s . Only one sideband is transmitted through the band pass filter following the modulator. At the receive side the frequency f_r will demodulate the high frequency back to low frequency in the demodulator. A low pass filter after the demodulator will only allow the low frequencies to arrive at the teleprotection receiver.

Frequency generator f_r shall be designed such that a variable control voltage will cause a change in frequency (voltage controlled oscillator (VCO)).

When using the test set-up shown in Figure 18, the following measurements shall be performed:

The frequency f_r shall be changed by the application of a sawtooth control voltage. A sawtooth waveform similar to that in Figure 19 may be used.

The change in frequency of f_r shall be varied from 0 to $\pm B$ (B being the frequency deviation agreed upon between the user and the manufacturer). The teleprotection receiver shall be monitored for loss of guard, receipt of unwanted commands and alarm performance.

22.6 *Checking alarm functions*

When the teleprotection equipment is unable to operate correctly, an external alarm shall be given.

The equipment shall be checked to see if the alarm is operating correctly. An alarm shall be given when:

- a) the guard signal is cut off from the receiver and no command signal appears at the receiver within a specified time given by the manufacturer (some seconds);
- b) heavy noise blocks the receiver for a time longer than a specified time given by the manufacturer (some seconds);
- c) the manufacturer may specify other situations (e.g. transmitter failure) where an alarm shall be given. For these situations the function of the alarm shall also be tested.

22.7 *Multicommand equipment*

A multicommand teleprotection equipment has normally a common guard signal and two or more command signals.

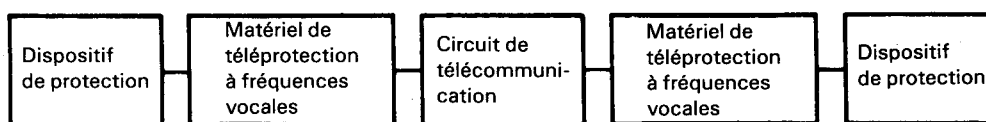
Testing of the security of the command signals shall be done in the same way as described in Sub-clause 22.1. Each command signal shall be tested.

Testing of the dependability shall be done as described in Sub-clause 22.2 for each of the command signals.

When testing the dependability of one command signal, the security of unwanted commands at each of the other command signals shall be tested at the same time.

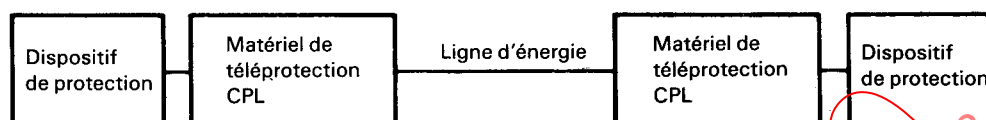
22.8 *Additional tests*

Additional measurements may be agreed upon between user and manufacturer.



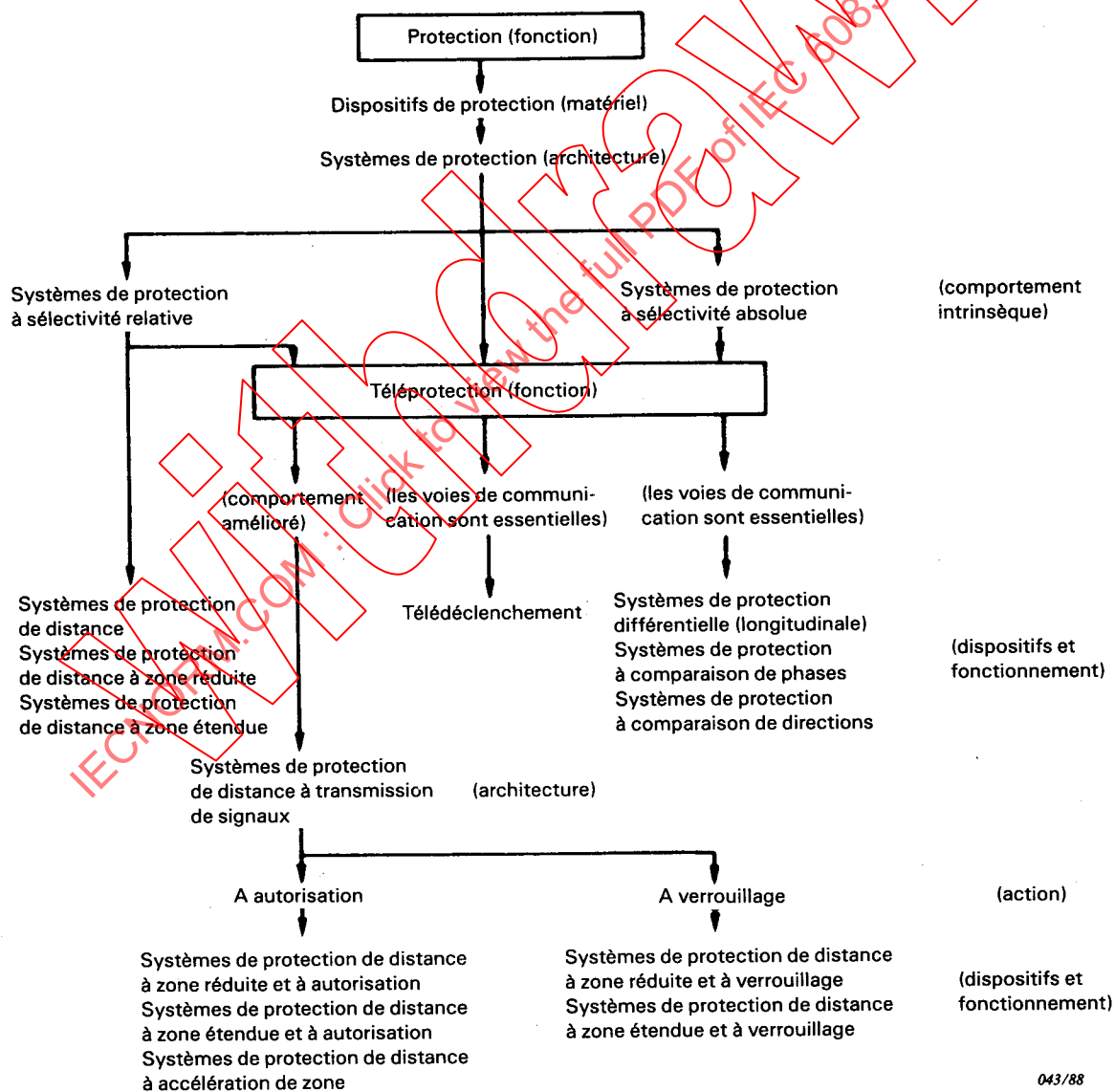
041/88

FIG. 1. — Configuration de transmission à fréquences vocales.



042/88

FIG. 2. — Configuration de transmission à courants porteurs.



043/88

FIG. 3. — Termes fondamentaux en protection et en téléprotection.

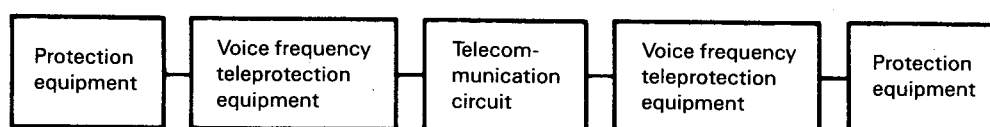


FIG. 1. — Audio frequency configuration.

041/88

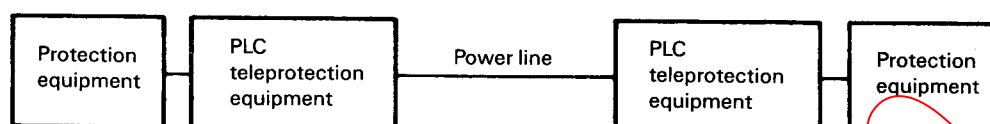


FIG. 2. — Carrier frequency configuration.

042/88

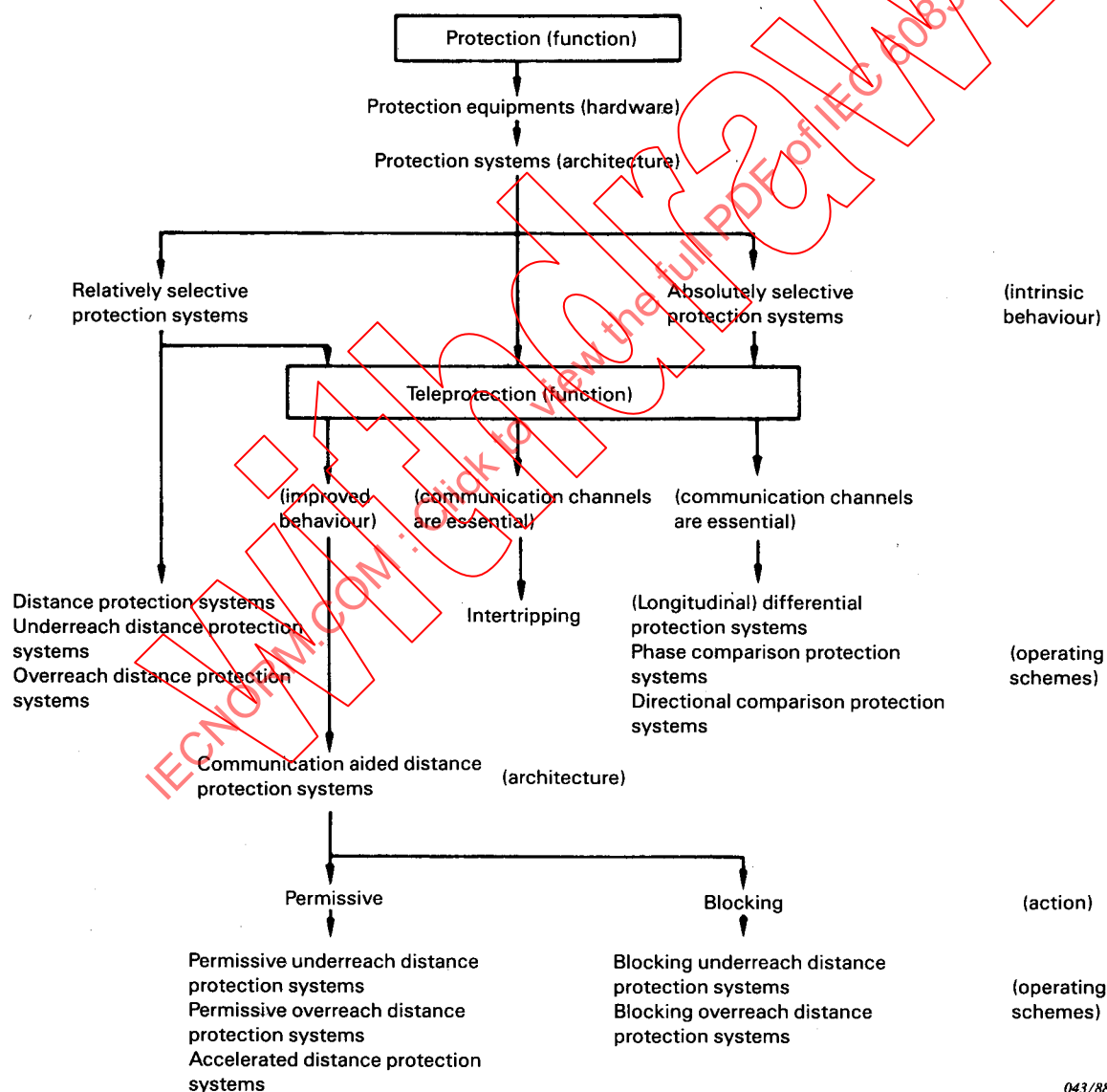
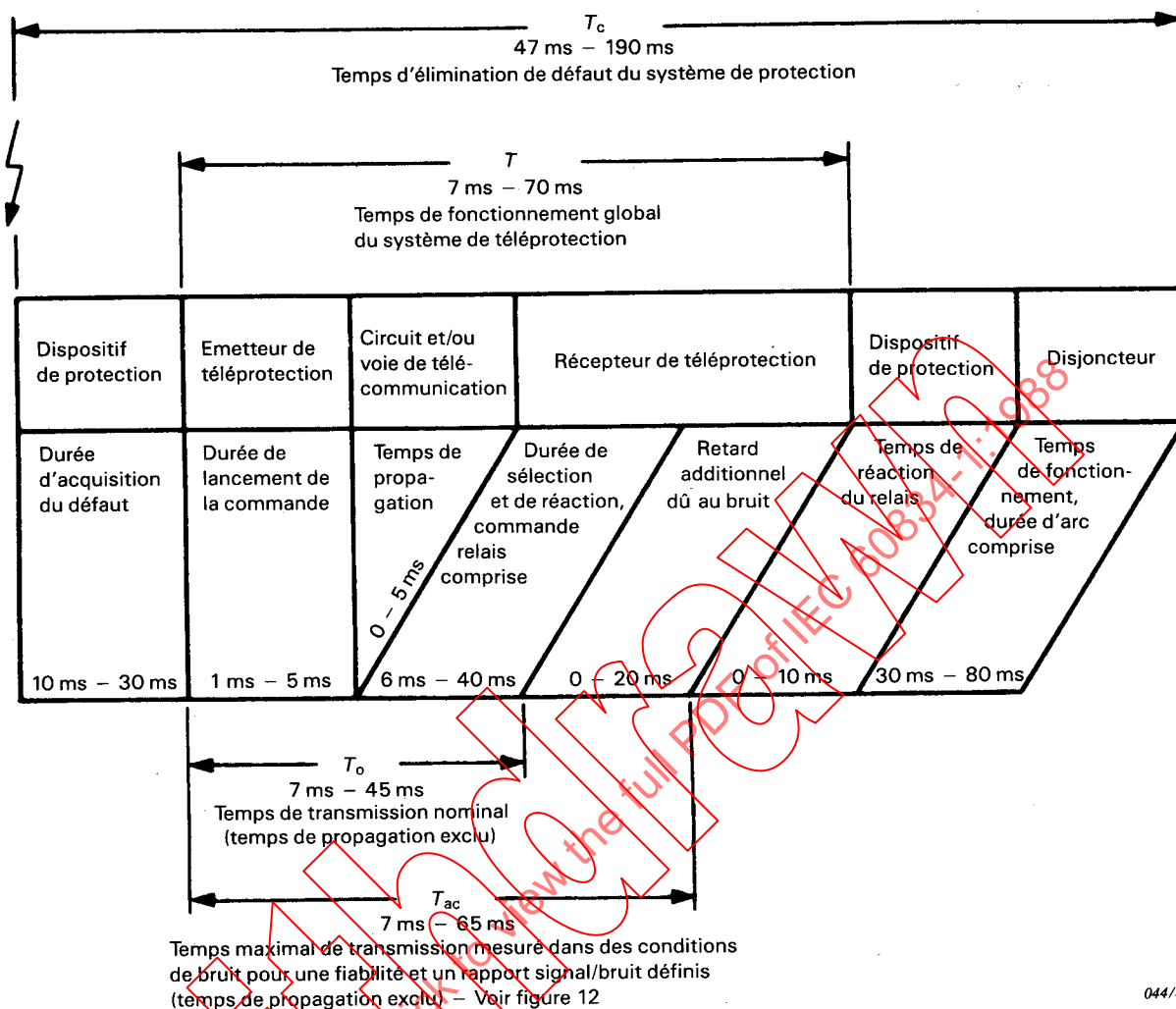


FIG. 3. — Fundamental terms on protection and teleprotection.

043/88

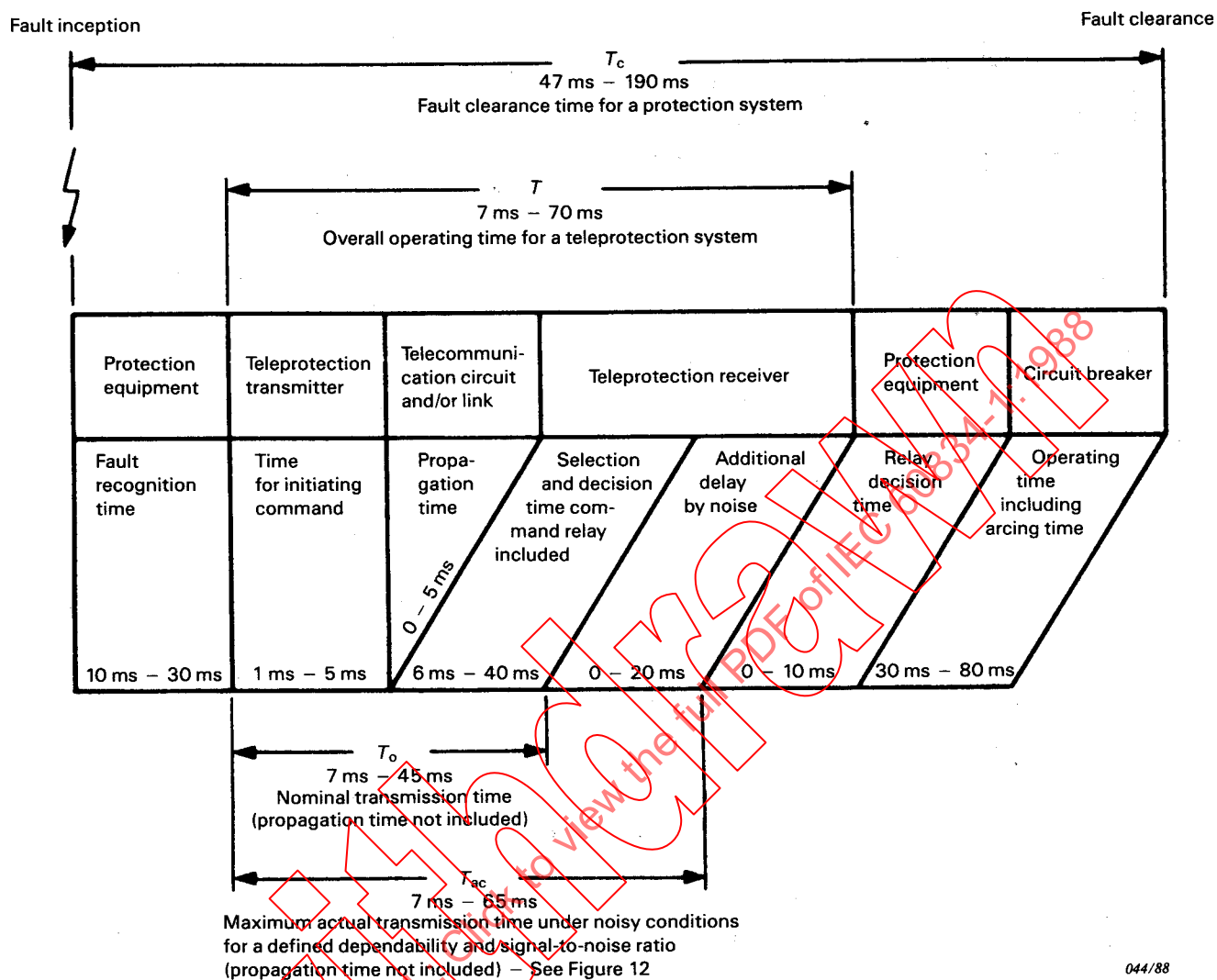
Début du défaut

Elimination du défaut



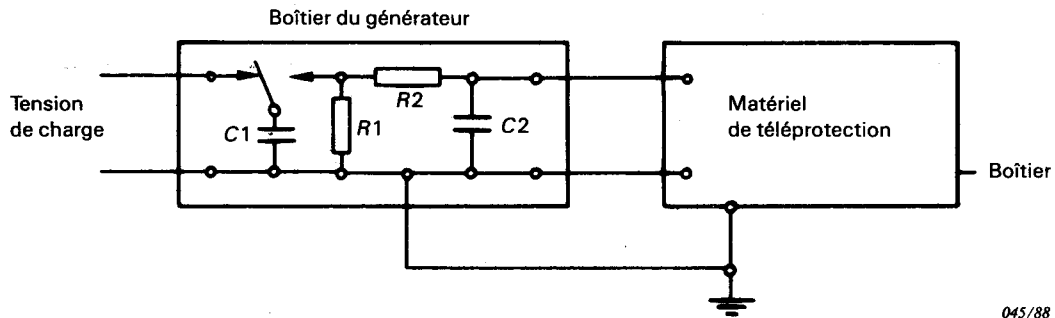
044/88

FIG. 4. — Temps de fonctionnement types des systèmes de protection.



044/88

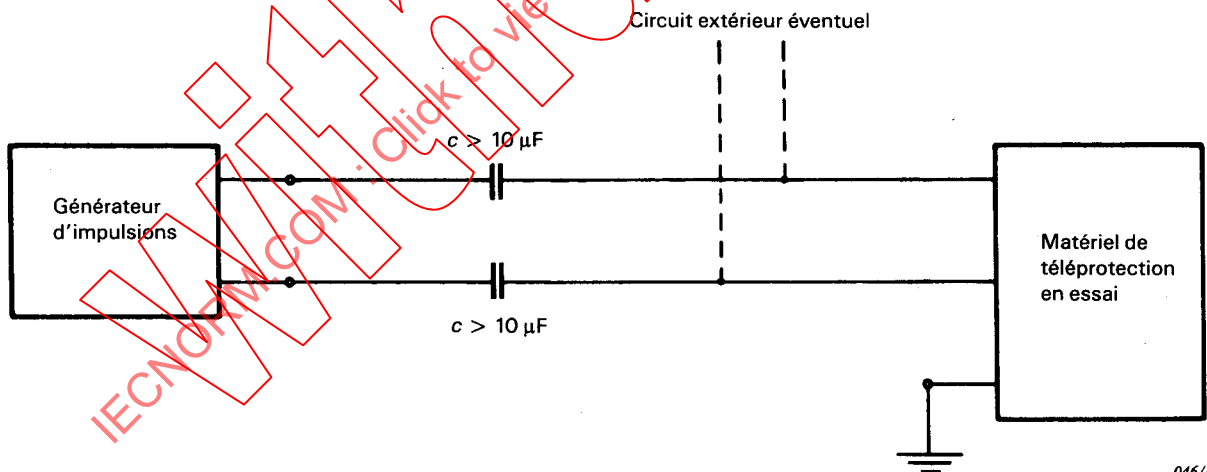
FIG. 4. — Typical operating times for protection systems.



045/88

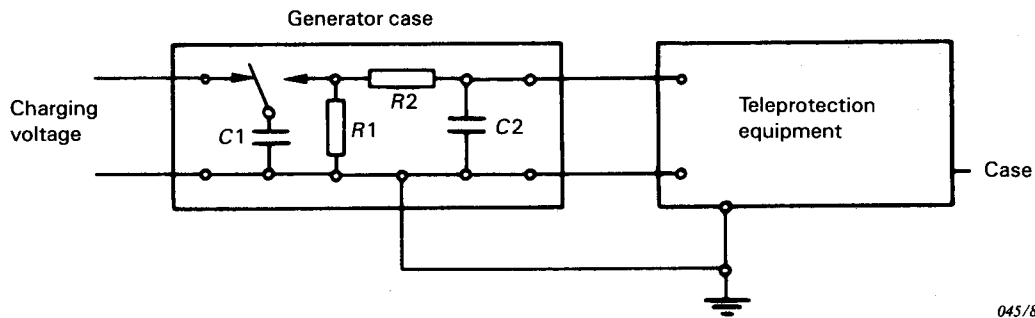
Composants	Conditions d'essai		
	5 kV	2,5 kV	1 kV
R1	1 800 Ω	450 Ω	80 Ω
R2	500 Ω	500 Ω	500 Ω
C1	0,035 μF	0,16 μF	1,0 μF
C2	0,000 8 μF	0,000 8 μF	0,000 8 μF

FIG. 5. — Circuit du générateur d'impulsions.



046/88

FIG. 6. — Schéma du circuit pour l'essai de tenue aux chocs en mode différentiel avec isolement en courant continu du générateur d'impulsions.



Components	Test conditions		
	5 kV	2.5 kV	1 kV
R1	1 800 Ω	450 Ω	80 Ω
R2	500 Ω	500 Ω	500 Ω
C1	0.035 μF	0.16 μF	1.0 μF
C2	0.000 8 μF	0.000 8 μF	0.000 8 μF

FIG. 5. — Circuit for impulse generator.

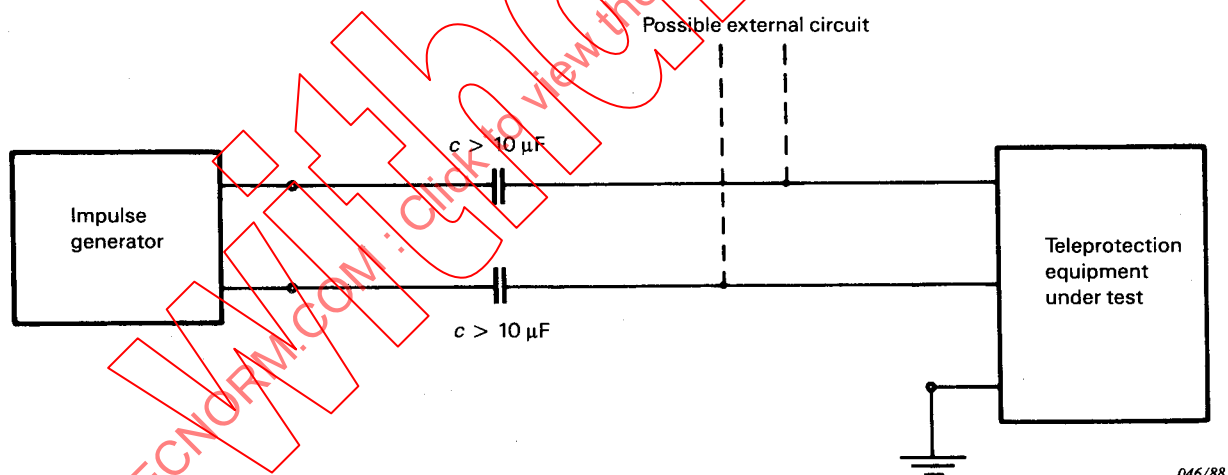
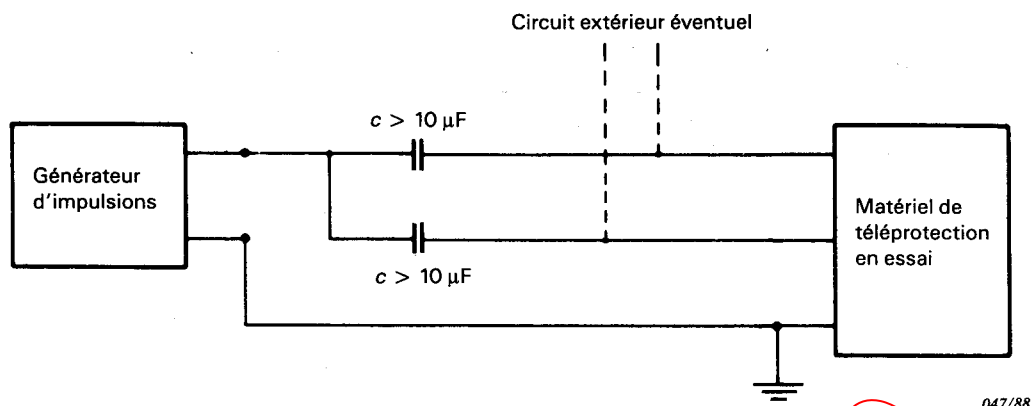
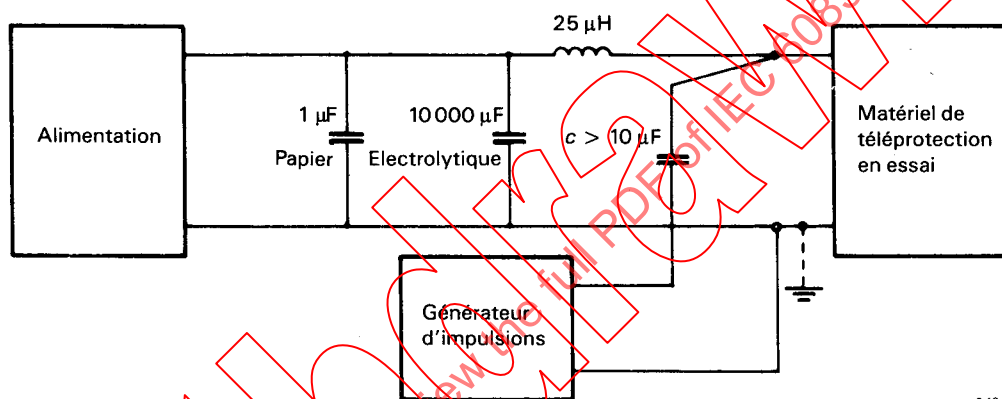


FIG. 6. — Circuit configuration for differential mode impulse withstand test with blocking of d.c. circulation on impulse generator.



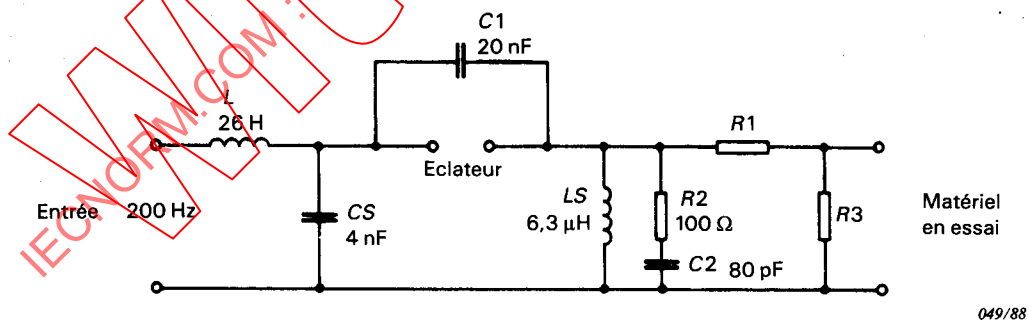
047/88

FIG. 7. — Schéma du circuit pour l'essai de tenue aux chocs en mode commun avec isolement en courant continu du générateur d'impulsions.



048/88

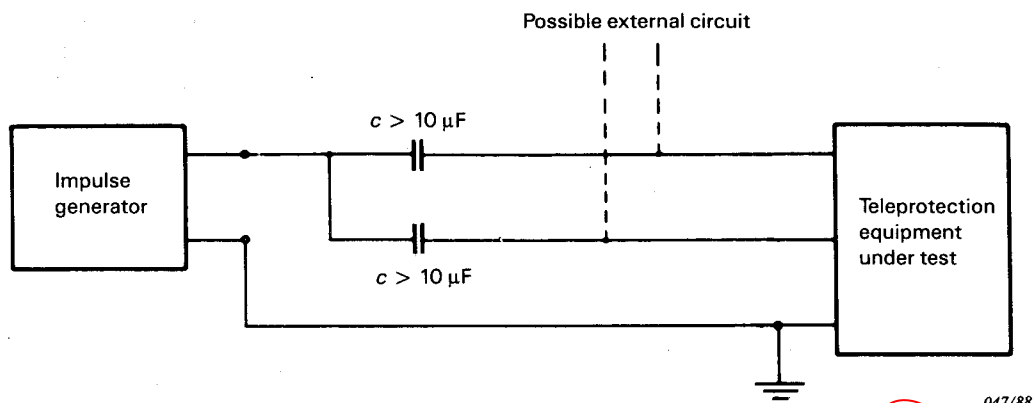
FIG. 8. — Schéma du circuit pour l'essai de tenue aux chocs des bornes d'alimentation en courant continu.



049/88

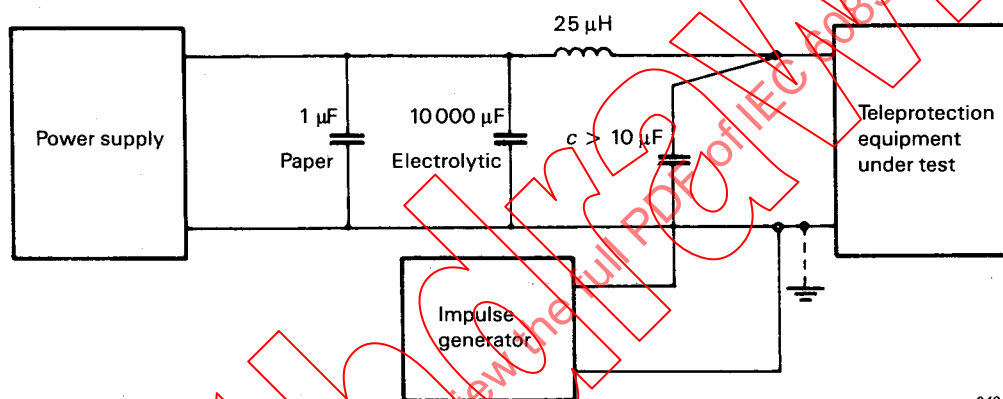
Composants	Conditions d'essai		
	2,5 kV	1,0 kV	0,5 kV
$R1$	200 Ω	500 Ω	1 000 Ω
$R3$	$\infty \Omega$	333,3 Ω	250 Ω

FIG. 9. — Circuit de production de perturbations à haute fréquence.



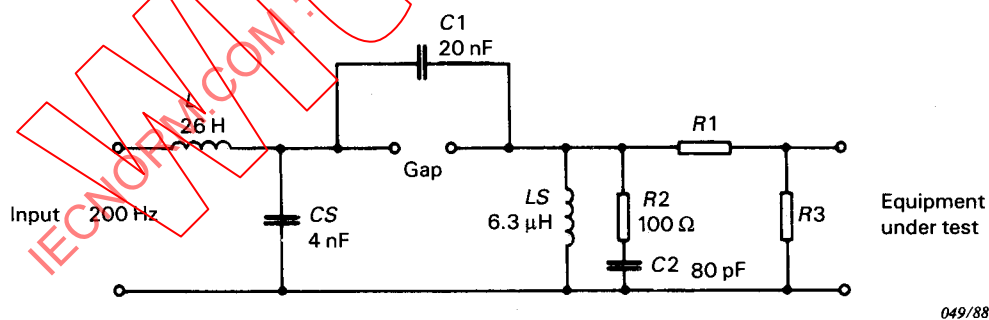
047/88

FIG. 7. — Circuit configuration for common mode impulse withstand test with blocking of d.c. circulation on impulse generator.



048/88

FIG. 8. — Circuit configuration for impulse withstand test on d.c. power supply terminals.



049/88

Components	Test conditions		
	2.5 kV	1.0 kV	0.5 kV
R_1	200Ω	500Ω	1000Ω
R_3	$\infty \Omega$	333.3Ω	250Ω

FIG. 9. — Circuit for high-frequency disturbance generator.

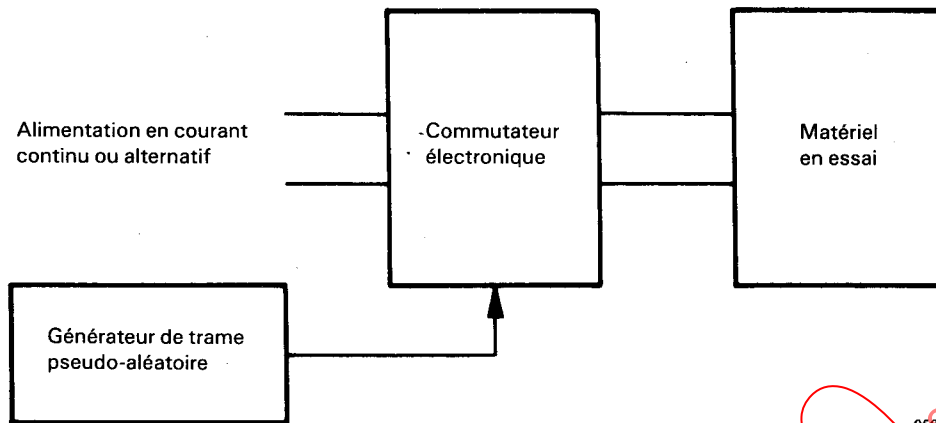


FIG. 10. — Circuit pour l'essai des interruptions d'alimentation.

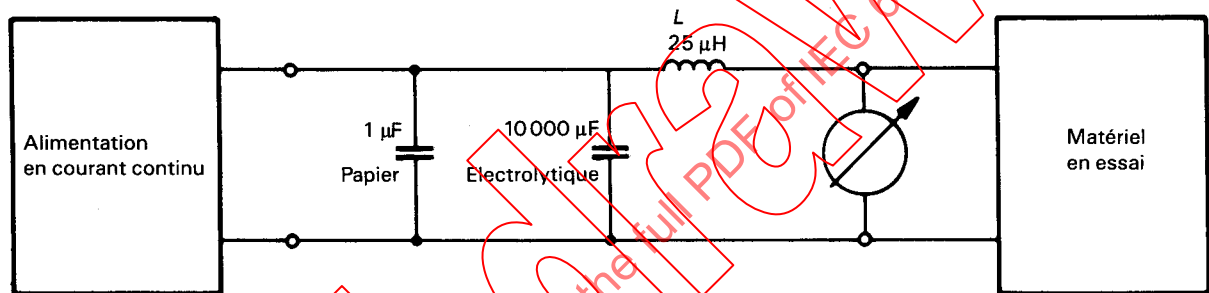


FIG. 11. — Circuit d'essai pour la mesure du bruit réinjecté.

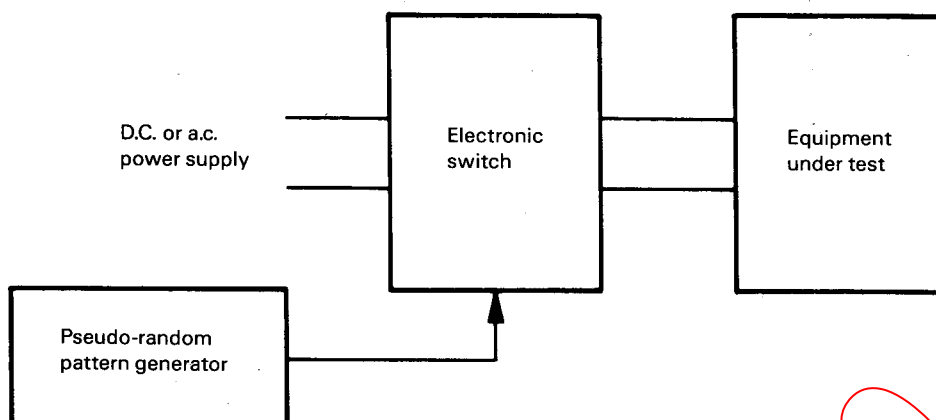


FIG. 10. — Test circuit for testing power supply interruptions.

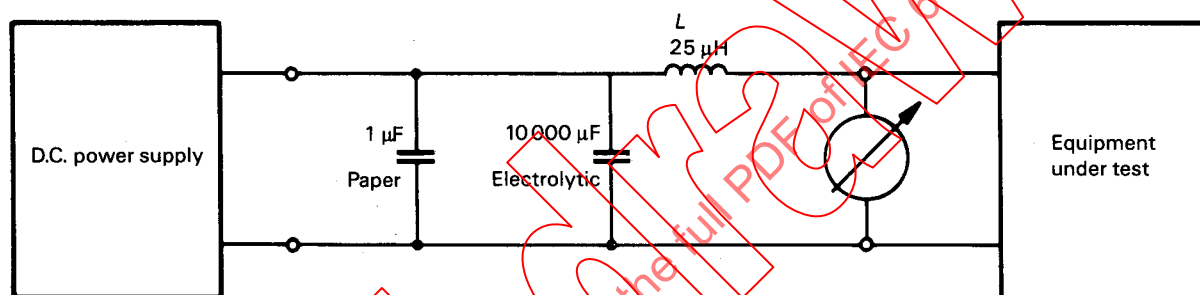


FIG. 11. — Test circuit for measuring reflected noise.

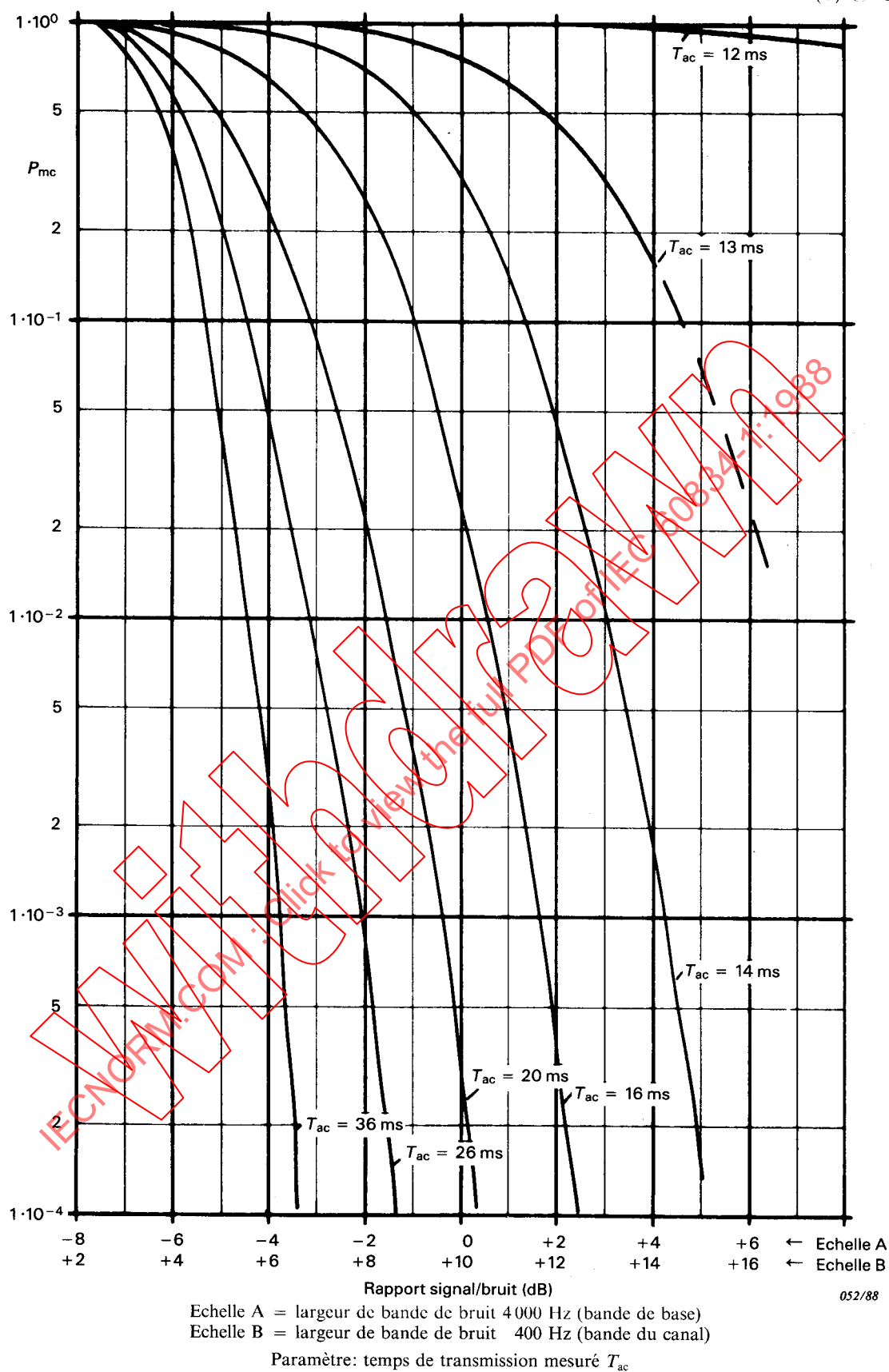


FIG. 12. — Exemples de probabilité de commande défaillante en fonction du rapport signal/bruit pour un canal de 200 bauds.

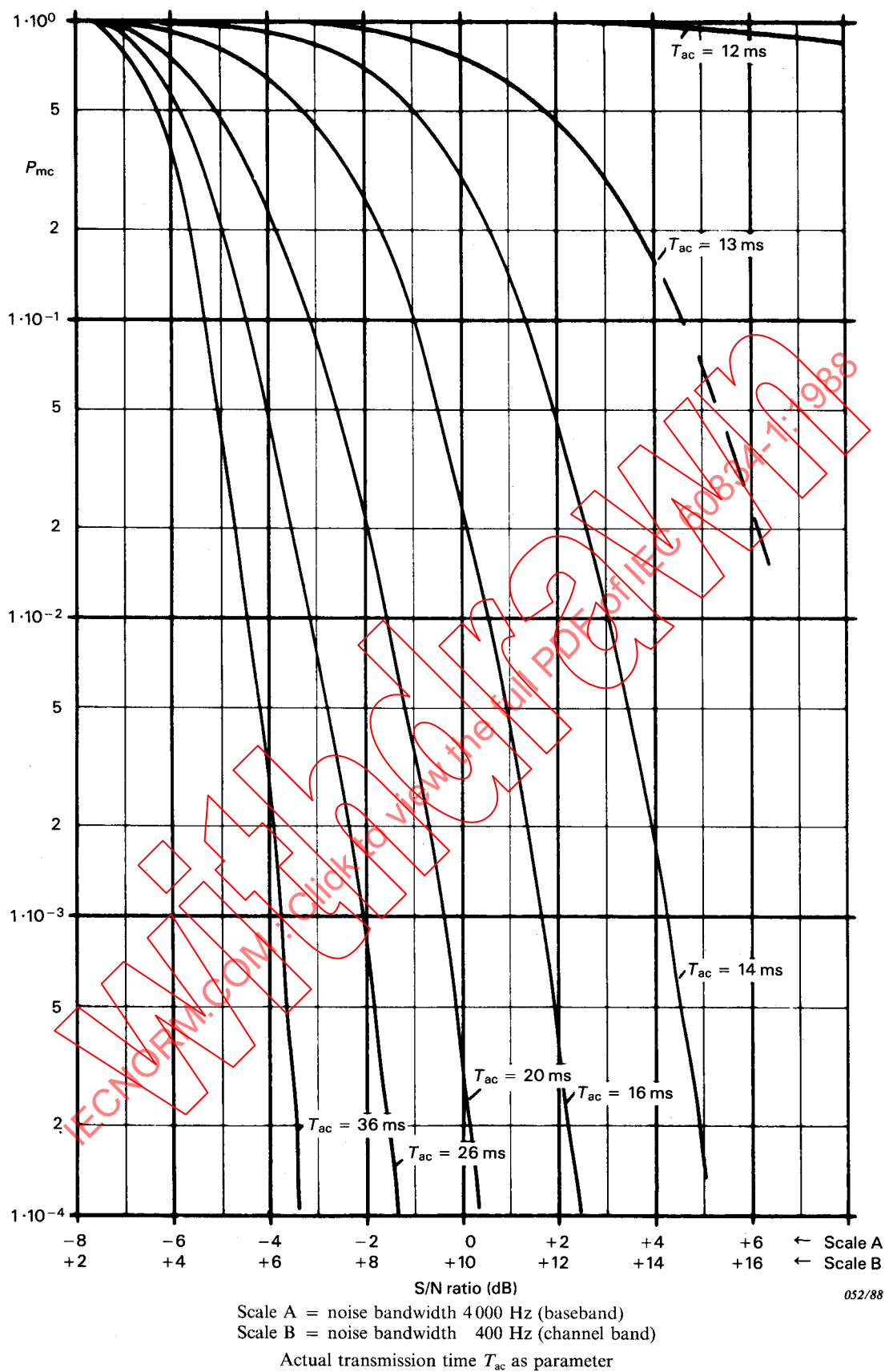


FIG. 12. — Examples of probability of missing command versus S/N for a 200-baud channel.

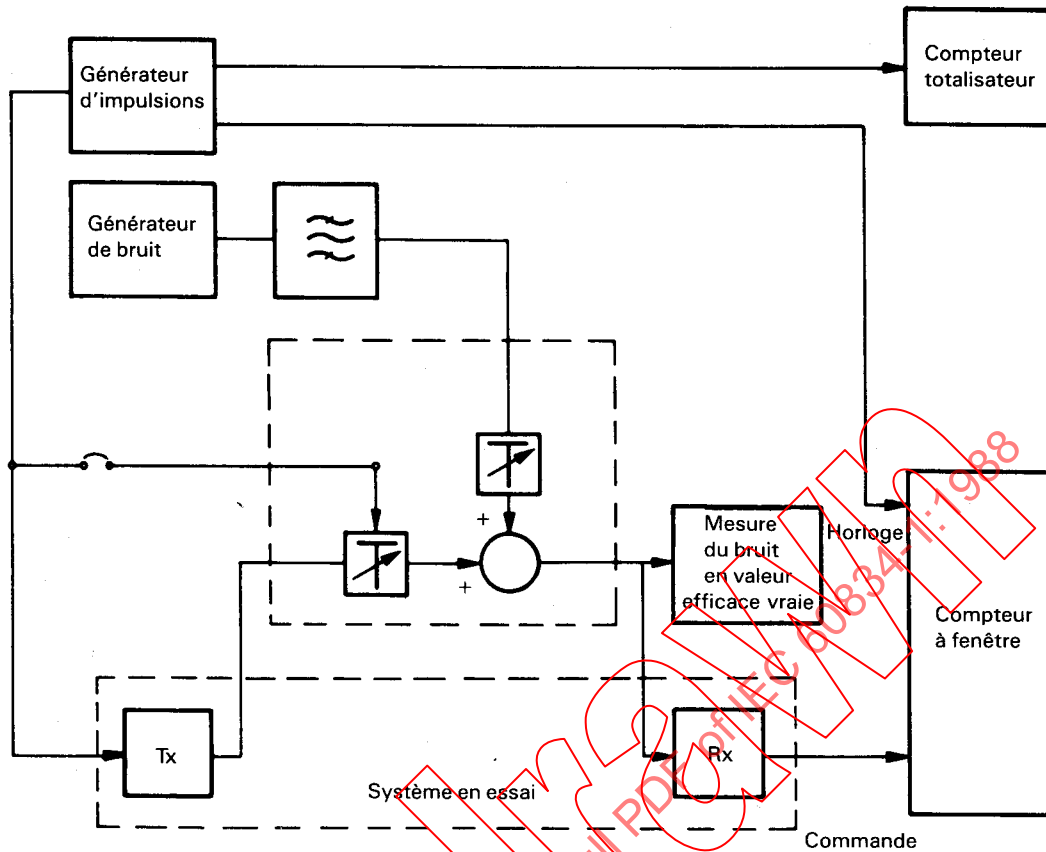


FIG. 13. — Montage d'essai pour la mesure de la fiabilité

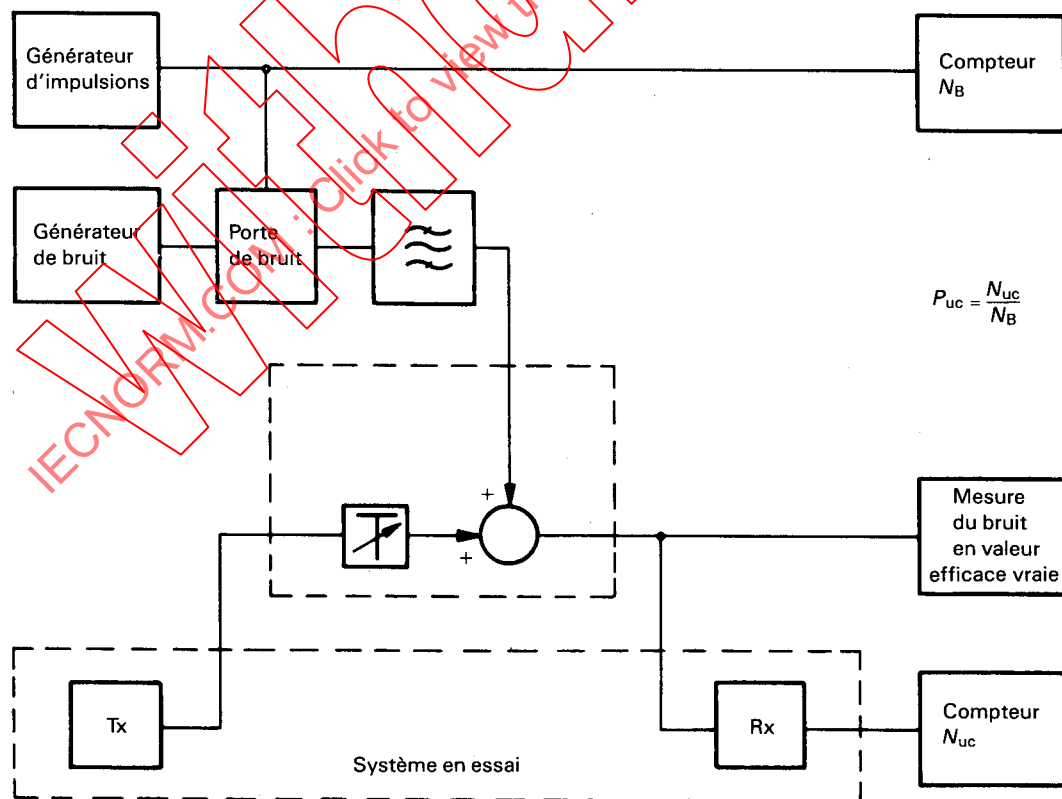
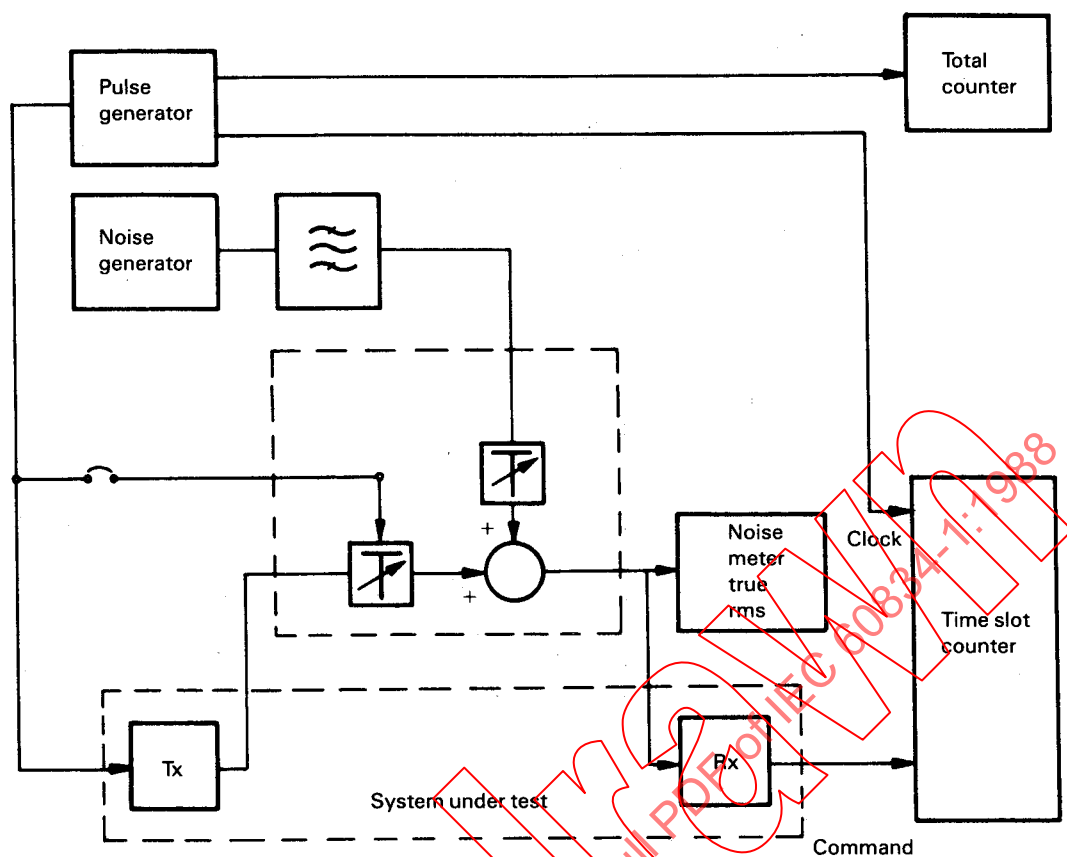
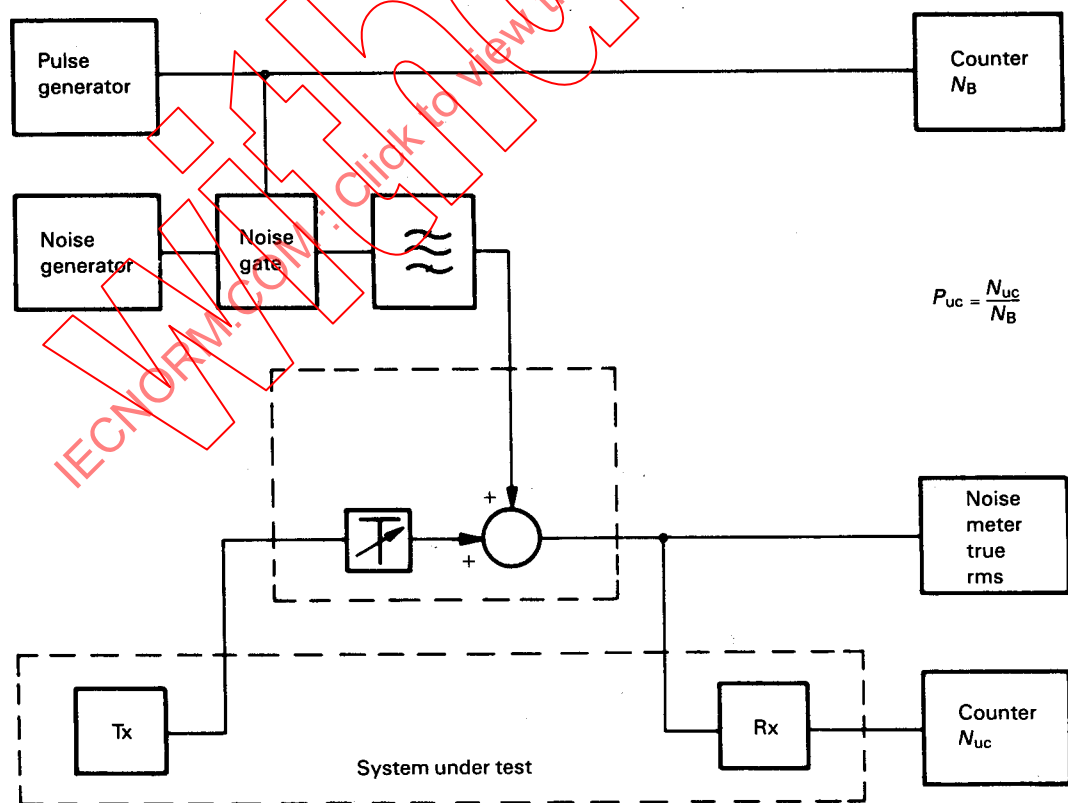


FIG. 14. — Montage d'essai pour la mesure de la sécurité.



053/88



054/88

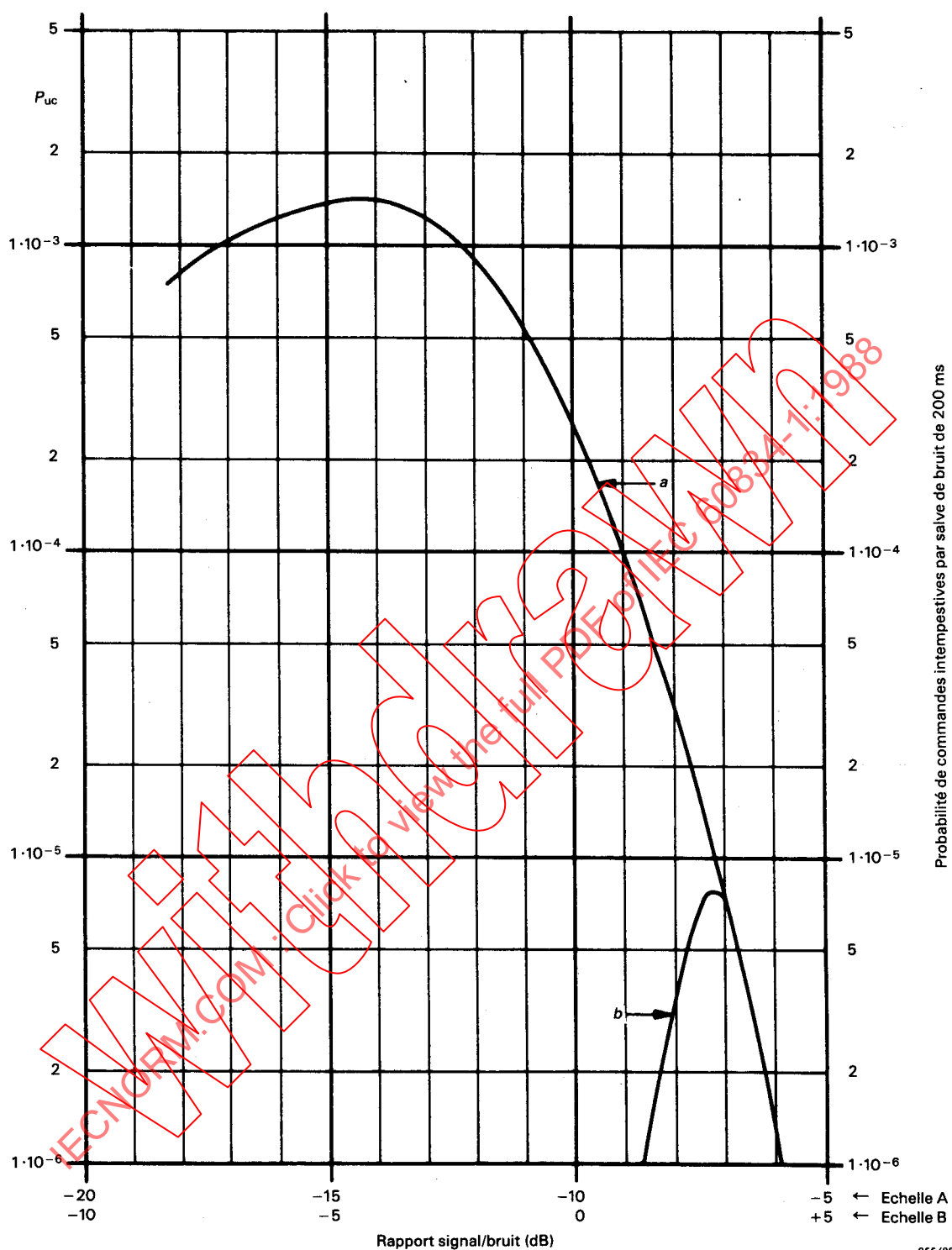


FIG. 15. — Exemples de probabilité de commandes intempestives en fonction du rapport signal/bruit pour un canal de 200 bauds.

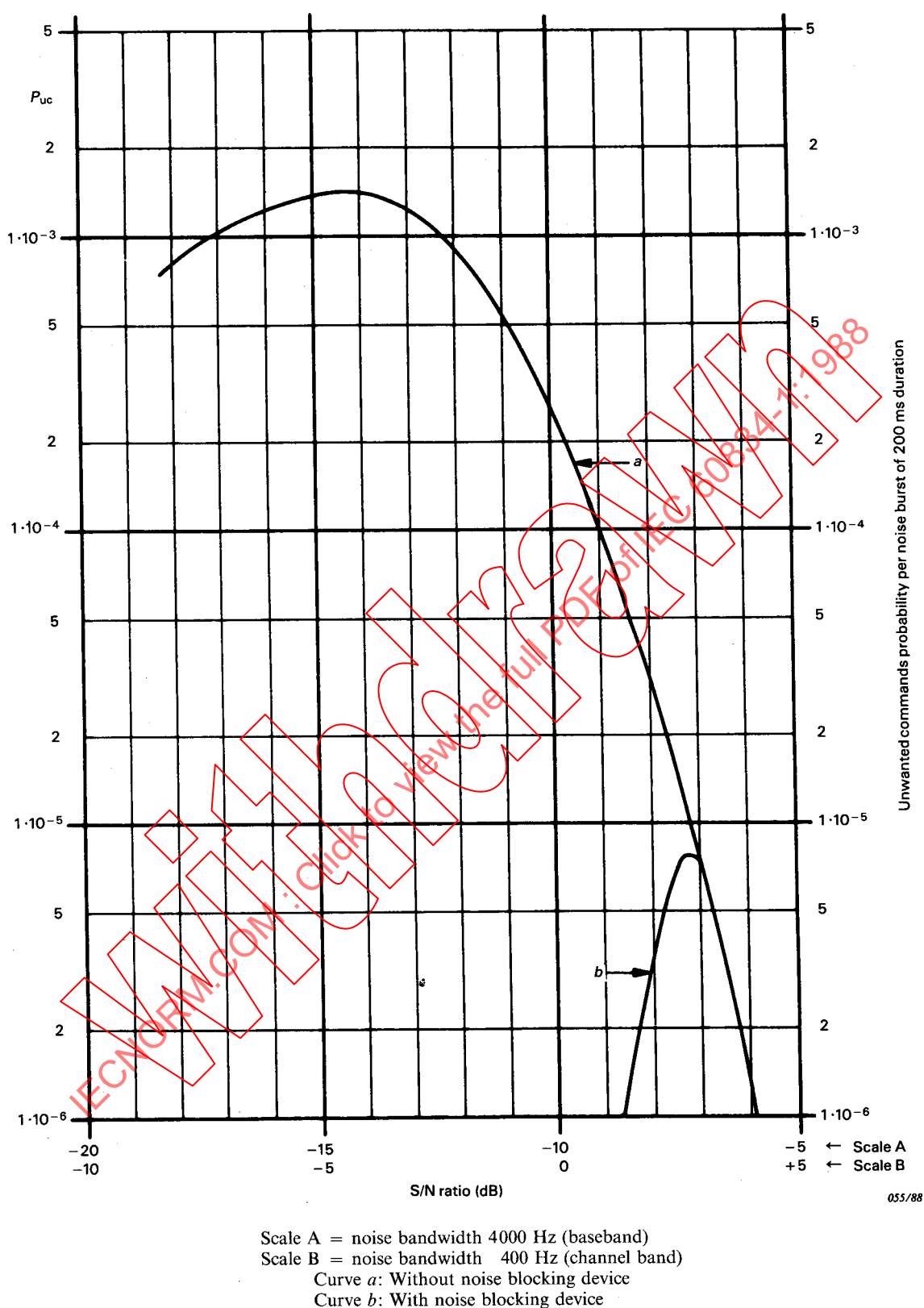


FIG. 15. — Examples of probability of unwanted commands versus S/N for 200-baud channel.

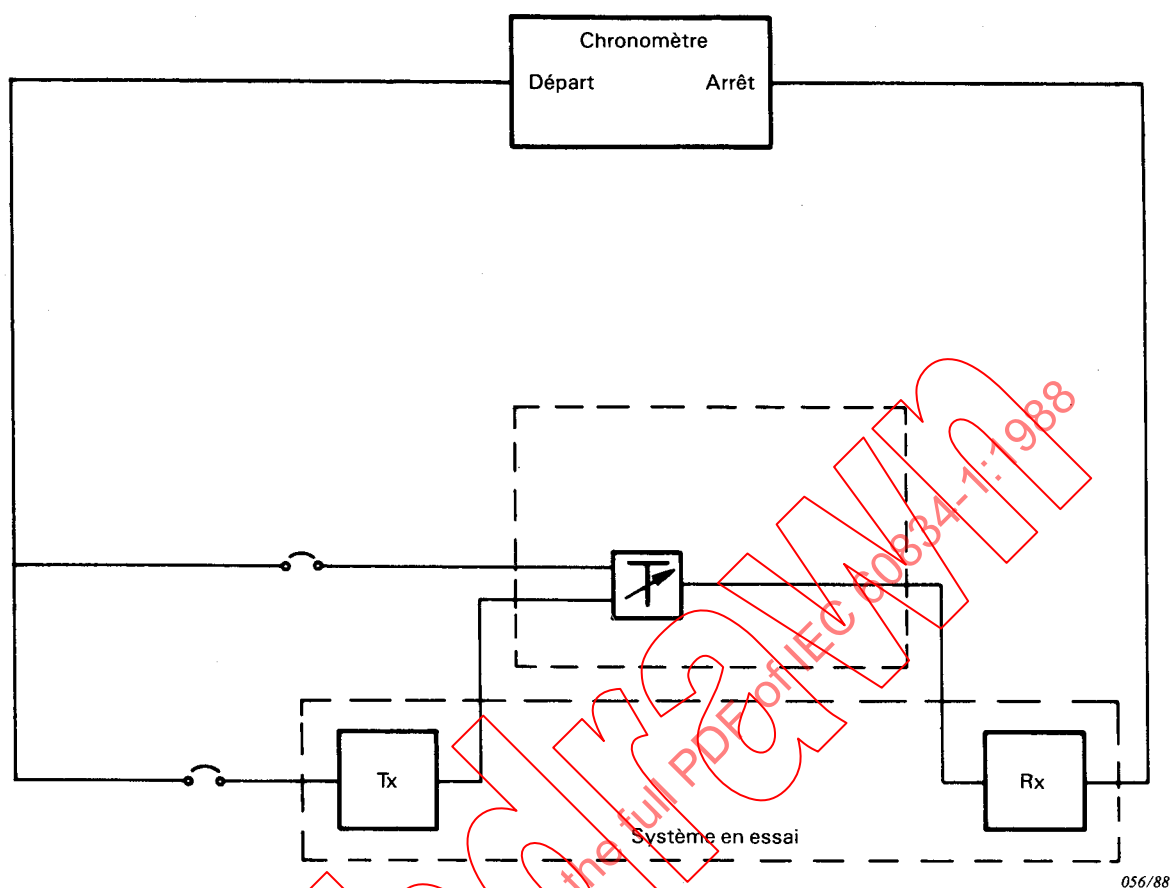


FIG. 16. — Montage d'essai pour la mesure du temps de transmission.

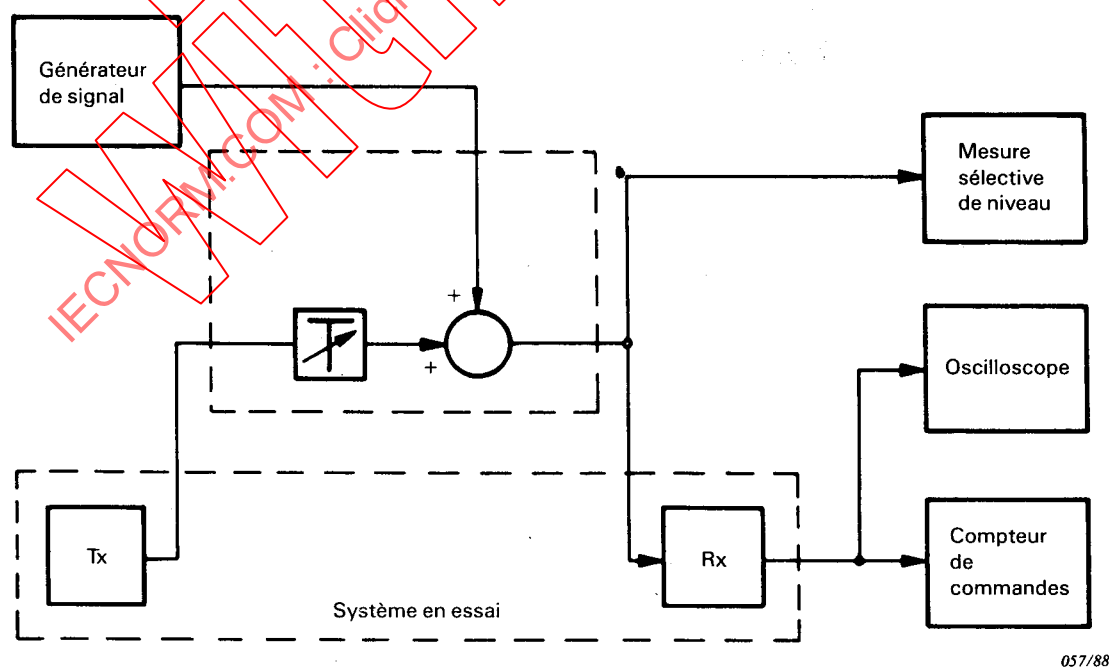


FIG. 17. — Montage d'essai pour la mesure des perturbations par fréquences discrètes.