

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

870-4

Première édition
First edition
1990-03

Matériels et systèmes de téléconduite

Quatrième partie:

Prescriptions relatives aux performances

Telecontrol equipment and systems

Part 4:

Performance requirements



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 870-4: 1990

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

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

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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

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

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 from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

870-4

Première édition
First edition
1990-03

Matériels et systèmes de téléconduite

Quatrième partie:
Prescriptions relatives aux performances

Telecontrol equipment and systems

Part 4:
Performance requirements

© CEI 1990 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Classification des paramètres de fonctionnement	8
3.1 Fiabilité	10
3.2 Disponibilité	12
3.3 Maintenabilité	14
3.4 Sécurité	18
3.5 Intégrité des données	18
3.6 Paramètres de temps	22
3.7 Précision globale	28
4. Extensibilité	34
5. Influence des équipements de téléconduite sur l'environnement ..	36
5.1 Influence électrique	36
5.2 Bruit acoustique	38
5.3 Influence thermique	38
ANNEXE A - Mesures destinées à augmenter les performances du système.....	40
ANNEXE B - Evaluation de l'extensibilité	54
 TABLEAUX:	
1 Classes de fiabilité	10
2 Classes de disponibilité	14
3 Classes de maintenabilité	16
4 Classes de temps de réparation	18
5 Classes d'intégrité des données	20
6 Classes de temps de discrimination	26
7 Classes de temps de résolution	26
8 Classes de précision globale	32
9 Classes de courant de démarrage	36
B.1 Extensions concernant les données de processus	54
B.2 Extensions aux fonctions d'application	56
B.3 Extensions aux fonctions de traitement supplémentaires ...	58
B.4 Extensions concernant la transmission des données	58
 FIGURES:	
1 Traitement des informations analogiques	30
2 Courbes limites de bruit (NC) pour les communications vocales	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
 Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. Classification of operational parameters	9
3.1 Reliability	11
3.2 Availability	13
3.3 Maintainability	15
3.4 Security	19
3.5 Data integrity	19
3.6 Time parameters	23
3.7 Overall accuracy	29
4. Expandability	35
5. Influence of telecontrol equipment on the environment	37
5.1 Electrical influence	37
5.2 Acoustic noise	39
5.3 Thermal influence	39
APPENDIX A - Measures to enhance system performance	41
APPENDIX B - Evaluation of expandability	55
 TABLES:	
1 Reliability classes	11
2 Availability classes	15
3 Maintainability classes	17
4 Repair time classes	19
5 Data integrity classes	21
6 Separating capability classes	27
7 Time resolution classes	27
8 Overall accuracy classes	33
9 Starting current classes	37
B.1 Extensions to process data	55
B.2 Extensions to application functions	57
B.3 Extensions to additional processing functions	59
B.4 Extensions to data transmission	59
 FIGURES:	
1 Processing of analog information	31
2 Noise criteria (NC) curves for speech communication	39

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATERIELS ET SYSTEMES DE TELECONDUITE

Quatrième partie: Prescriptions relatives aux performances

PREAMBULE

- 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.

PREFACE

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	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
57(BC)32	57(BC)38	57(BC)41	57(BC)46

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 50(371) (1984): Vocabulaire Electrotechnique International, Chapitre 371: Téléconduite.
- 51: Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires.
- 271 (1974): Liste des termes de base, définitions et mathématiques applicables à la fiabilité.
- 271A (1978): Premier complément.
- 300 (1984): Gestion de la fiabilité et de la maintenabilité.
- 688: Transducteurs électriques de mesure convertissant les grandeurs électriques alternatives en grandeurs électriques continues.
- 870-1-1 (1988): Matériels et systèmes de téléconduite, Première partie: Considérations générales. Section un - Principes généraux.
- 870-5-1 (1990): Cinquième partie: Protocoles de transmission. Section un - Formats de trames de transmission.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS

Part 4: Performance requirements

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 upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
57(C0)32	57(C0)38	57(C0)41	57(C0)46

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(371) (1984): International Electrotechnical Vocabulary, Chapter 371: Telecontrol.
- 51: Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.
- 271 (1974): List of basic terms, definitions and related mathematics for reliability.
- 271A (1978): First supplement.
- 300 (1984): Reliability and maintainability management.
- 688: Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities into d.c. electrical quantities.
- 870-1-1 (1988): Telecontrol equipment and systems, Part 1: General considerations. Section One - General principles.
- 870-5-1 (1990): Part 5: Transmission protocols. Section One - Transmission frame formats.

MATERIELS ET SYSTEMES DE TELECONDUITE

Quatrième partie: Prescriptions relatives aux performances

INTRODUCTION

La surveillance et la conduite à distance, d'une manière fiable et sûre, d'un processus géographiquement dispersé est le but final d'un système de téléconduite. La présente norme traite des aspects qui contribuent à réaliser un niveau de performances du système cohérent avec ce but.

La méthode adoptée dans cette norme a consisté à traiter le sujet des prescriptions relatives aux performances sur la base des qualités propres des systèmes de téléconduite.

Les qualités propres d'un système sont celles qui ont un caractère intangible, telles que la disponibilité, les paramètres de temps, etc., qui influencent, sous bien des rapports, la performance globale du système. Pendant l'exploitation normale du système, ces qualités et leur influence sur les performances du système passent dans une large mesure inaperçues. Leur valeur réelle est mise en évidence seulement en des circonstances exceptionnelles, comme par exemple à l'occasion de la détection d'une défaillance, ou lorsque l'extension du système est nécessaire. Les performances du système, particulièrement dans ces conditions, reflètent l'importance accordée à ces qualités dans la planification, la conception et la fabrication des équipements.

Pour déterminer les prescriptions relatives aux performances d'un système particulier de téléconduite, il convient de se préoccuper de se référer à des normes convenant à ce type d'application, sans être tenté de formuler des exigences excessives. Il y a lieu de trouver un équilibre entre les exigences idéales d'un côté et les conséquences techniques et financières de l'autre.

1. Domaine d'application

Cette série de normes s'applique aux matériels et aux systèmes de téléconduite à transmission en série de données binaires, destinés à la surveillance et à la conduite de processus géographiquement dispersés. Le domaine d'application de la présente norme comprend les systèmes de téléconduite au sens strict, comme indiqué sur la figure 2 de la Publication 870-1-1 de la CEI.

2. Objet

La présente partie traite des caractéristiques qui influencent les performances des systèmes de téléconduite et établit les rapports entre ces caractéristiques et les fonctions d'application et de traitement.

L'objectif de cette partie est d'établir un ensemble de règles qui peuvent être utilisées pour évaluer et spécifier les prescriptions relatives aux performances des systèmes de téléconduite.

TELECONTROL EQUIPMENT AND SYSTEMS

Part 4: Performance requirements

INTRODUCTION

Reliable and secure remote monitoring and control of a geographically widespread process is the ultimate goal of a telecontrol system. This standard covers those aspects which contribute to achieving a level of system performance consistent with that goal.

The approach adopted in this standard has been to treat the subject of performance requirements on the basis of the inherent properties of telecontrol systems.

The inherent properties of a system are those intangibles, such as availability, time parameters, etc., which in many ways affect the overall system performance. During normal system operation, these properties and their effect on the system performance go largely unnoticed. Their real value is only noticed in exceptional circumstances, such as on detection of a fault, or when it is necessary to extend the system. The system performance, especially under these conditions, reflects the consideration given to these properties in the planning, design and manufacture of the equipment.

In determining the performance requirements for a particular telecontrol system, care should be taken to stipulate standards which are adequate for the specific application, without being tempted to place excessive demands. A balance should be found between the ideal requirements on the one hand, and the technical and financial consequences on the other hand.

1. Scope

This series of standards applies to telecontrol equipment and systems with coded bit serial data transmission for monitoring and control of geographically widespread processes. The scope of this standard embraces telecontrol systems in the restricted sense, as shown in IEC Publication 870-1-1, figure 2.

2. Object

This part deals with those characteristics which affect the performance of telecontrol systems and relates the characteristics to the application and processing functions.

The object of this part is to establish a set of rules which can be used to assess and specify the performance requirements of telecontrol systems.

Il est prévu que cette partie serve de plate-forme commune pour le concepteur de systèmes et pour le fournisseur ou le fabricant de systèmes de téléconduite. Le concepteur de systèmes trouvera dans le contenu de cette partie une aide pour déterminer les exigences nécessaires à un système de téléconduite particulier. De plus, ces règles fournissent un moyen pour comparer les produits de différents fournisseurs. Le fournisseur ou le fabricant y trouveront un guide pour la conception du système et une base de classification pour les performances du système.

Cette partie comprend un corps principal constituant la norme proprement dite, ainsi que deux annexes qui contiennent des informations et recommandations supplémentaires.

Le corps principal de la norme est consacré avant tout à la considération des différentes caractéristiques comme paramètres de fonctionnement. Une courte description de chaque paramètre de fonctionnement est suivie par une liste des prescriptions nécessaires concernant les performances et, là où cela est possible, par une classification des paramètres de fonctionnement en classes de performances.

Les classes de performances servent à déterminer les exigences concernant le système en vue d'une application particulière et à évaluer les performances globales de différents systèmes de téléconduite.

Les classes de performances utilisées doivent être optimisées pour chaque application; elles doivent faire l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le fournisseur.

3. Classification des paramètres de fonctionnement

Cet article passe en revue les propriétés qui influencent les performances des systèmes de téléconduite. Pour chacune de ces propriétés, on a spécifié les exigences appropriées et, là où cela a été possible, les classes de performances.

Les valeurs indiquées dans ces classifications s'appliquent en général à la performance des éléments du système global. La performance du système global doit être dérivée de celle de tous les éléments du système de téléconduite (au sens strict), à l'exclusion du processus et des postes opérateurs. Cependant certaines propriétés, comme par exemple la fiabilité et la disponibilité, peuvent être utilisées comme critères de performance pour certaines parties individuelles de l'équipement. Exemples d'éléments d'un système global:

- postes;
- noeuds;
- lignes de transmission;
- calculateur central;
- interface homme/machine.

Les exigences concernant un système de téléconduite particulier dépendent de l'application spécifique envisagée et doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

It is intended that this part serves as a common platform for the system planner and the supplier or manufacturer of telecontrol systems. The system planner will find the contents helpful in determining the requirements for a particular telecontrol system. In addition, these rules provide a means of comparing the products of different suppliers. The supplier or manufacturer will find guidelines for the system design and a base for classification of system performance.

This part comprises a main body, which contains the actual standard, together with two appendices, which contain further information and recommendations.

The main body is devoted chiefly to a treatment of the various characteristics as operational parameters. A short description of each operational parameter is followed by a list of the necessary performance requirements and, where feasible, a classification of the operational parameters in performance classes.

The performance classes serve to specify the system requirements for a particular application and to evaluate the system performance of different telecontrol systems.

The performance classes used are to be optimized for each application and agreed upon between the user and the supplier.

3. Classification of operational parameters

This clause covers those properties which influence the performance of telecontrol systems. Appropriate requirements and, where feasible, performance classes have been specified for each of the properties covered.

The classification ratings given apply in general to the performance of the units of the overall system. The performance of the overall system shall be derived from the performance of all components of a telecontrol system (in the restricted sense), excluding the process and the operator's equipment. Certain properties, however, such as reliability and availability, can be applied as performance criteria to individual items of equipment. The components of an overall system are, for instance:

- substations;
- nodes;
- transmission lines;
- central processor;
- man/machine interface.

The requirements for a particular telecontrol system are dependent on the specific application and are invariably subject to agreement between supplier and user.

3.1 Fiabilité

La fiabilité est définie comme la mesure de l'aptitude d'un équipement ou d'un système à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant une durée donnée (voir les Publications 271, 271A et 300 de la CEI). On l'exprime par une valeur de probabilité, sur la base des données de défaillances et de la durée du temps de fonctionnement.

La fiabilité d'un système de téléconduite est exprimée par la moyenne des temps de bon fonctionnement en heures (MTBF) et peut être calculée à partir des chiffres concernant les éléments individuels du système (voir les normes du Comité d'Etudes n° 56 de la CEI).

La fiabilité d'un système dépend des facteurs suivants:

- fiabilité du matériel et du logiciel du système;
- configuration du système.

Des mesures pouvant accroître la fiabilité sont énumérées dans l'annexe A, article A.1.

3.1.1 Prescriptions concernant la fiabilité

La fiabilité du système global et les fiabilités partielles de certaines parties spécifiques du système de téléconduite doivent être calculées par le fournisseur à partir des valeurs de fiabilité des éléments individuels du système et vérifiées en exploitation en les comparant aux performances réelles observées pendant une période d'essais donnée. Le début et la durée de la période d'essais seront convenus entre le fournisseur et l'utilisateur en excluant la période de défaillance précoce.

Il convient que le fournisseur de l'équipement présente sur demande les données concernant la distribution des défaillances pour tous les composants, ensembles et éléments qui, en cas de défaillance, pourraient provoquer la perte d'une fonction ou le mauvais fonctionnement du système.

Les modes de défaillance et les effets des défaillances sur les performances du système doivent être analysés par le fournisseur, et les résultats doivent être communiqués sur demande.

3.1.2 Classes de fiabilité

Dans les classes de fiabilité présentées dans le tableau 1, les valeurs données se réfèrent à la fiabilité des éléments du système global.

Tableau 1 - Classes de fiabilité

Classes de fiabilité	MTBF
R1	MTBF $\geq$ 2 000 h
R2	MTBF $\geq$ 4 000 h
R3	MTBF $\geq$ 8 760 h

3.1 Reliability

Reliability is defined as a measure of an equipment or system to perform its intended function under specified conditions for a specified period of time (see IEC Publications 271, 271A and 300). It is a probability figure, based on failure data and length of operating time.

The reliability of a telecontrol system is expressed by the "mean time between failures" in hours (MTBF), and can be calculated from the reliability figures of the individual system components (see the standards of Technical Committee No. 56).

The reliability of a system depends on the following factors:

- the reliability of the system equipment and the software;
- the configuration of the system.

Measures which may enhance the reliability are listed in appendix A, clause A.1.

3.1.1 Reliability requirements

The overall system reliability and partial reliabilities of certain specified sections of the telecontrol system are to be calculated by the supplier from the reliability figures of the individual components, and proved against the actual performance in the field over a given trial period. The start and duration of the trial period should be agreed upon between the supplier and the user and should exclude the early failure period.

The equipment supplier should provide on request failure distribution data for all components, assemblies and units which, on failure, could cause loss of a function or malfunction of the system.

The failure modes and the effects of failures on the system performance shall be analysed by the supplier and the results made available on request.

3.1.2 Reliability classes

In the reliability classes provided in table 1, the values given refer to the reliability of the units of the overall system.

Table 1 - Reliability classes

Reliability class	MTBF
R1	MTBF $\geq$ 2 000 h
R2	MTBF $\geq$ 4 000 h
R3	MTBF $\geq$ 8 760 h

3.2 Disponibilité

La disponibilité d'un élément d'un système représente son aptitude à accomplir la fonction exigée à tout moment donné.

La disponibilité est exprimée par un chiffre de probabilité qui concerne le fonctionnement à un instant donné, par opposition à la fiabilité qui concerne le fonctionnement pendant une durée donnée.

La disponibilité d'un élément du système global, désignée par "A", peut être calculée au moyen de l'expression:

$$A = \frac{\text{durée de disponibilité}}{(\text{durée de disponibilité} + \text{durée d'indisponibilité})} \cdot 100\% \quad (1)$$

Dans les applications où les interruptions de fonctionnement dues à la maintenance préventive dégradent le fonctionnement du système, il convient que la durée d'indisponibilité dans l'expression (1) soit la somme des durées de maintenance corrective et de maintenance préventive.

Pour l'analyse de la conception d'un matériel et pour la prévision de la disponibilité des sous-ensembles et éléments d'un système, on doit utiliser l'équation (2), en utilisant les MTBF et MTTR tels qu'ils ont été respectivement définis dans les paragraphes 3.1 et 3.3:

$$A_p = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} \cdot 100\% \quad (2)$$

où

A_p est la disponibilité prédite.

Cette équation établit la relation entre les valeurs données dans les tableaux 1 à 4: il convient de noter que toutes les valeurs données dans ces tableaux ne peuvent pas être combinées de manière arbitraire.

Des mesures destinées à améliorer la disponibilité du système sont indiquées dans l'annexe A, article A.2.

3.2.1 Prescriptions

La classe ou les classes de disponibilité applicables au système et aux sous-systèmes de téléconduite pris en considération doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

La disponibilité de systèmes ou d'équipements de téléconduite déjà en fonctionnement doit être calculée à l'aide de l'équation (1), sur la base de données statistiques fournies par des enregistrements effectués pendant le fonctionnement et les opérations de maintenance. Il convient que les enregistrements couvrent une période d'au moins 6 mois pour le système et de 12 mois pour les matériels, après la période de défaillance précoce.

3.2 Availability

The availability of a unit of a system characterizes its ability to perform its required function at any given moment.

The availability is a probability figure which concerns operation at a given instant, in contrast to reliability which concerns operation over a given period.

The availability of a unit of the overall system, expressed in "A", may be calculated using the equation:

$$A = \frac{\text{uptime}}{(\text{uptime} + \text{downtime})} \cdot 100\% \quad (1)$$

In applications where outages due to preventive maintenance degrade system operation, the downtime in equation (1) should be the sum of the corrective maintenance and the preventive maintenance.

For hardware design analysis and for prediction of availability of system subassemblies and units, equation (2) shall be used, utilizing MTBF and MTTR as defined in subclauses 3.1 and 3.3 respectively:

$$A_p = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} \cdot 100\% \quad (2)$$

where

A_p is the predicted availability.

This equation governs the relationship between the values given in tables 1 to 4. Therefore these values may not be combined arbitrarily.

Measures aimed at improving the system availability are given in appendix A, clause A.2.

3.2.1 Requirements

The class or classes of availability applicable to the telecontrol system and subsystems under consideration are subject to agreement between supplier and user.

The availability of telecontrol systems or equipment already in operation, shall be calculated using equation (1), on the basis of statistics provided by operating and maintenance records. The records should cover a time period of not less than 6 months for systems and 12 months for equipment, starting after elapse of the early failure period.

Pour un équipement pas encore installé, il y a lieu d'utiliser l'équation (2) pour calculer la disponibilité prévisionnelle du système global ainsi que celle des composants les plus importants du système, comme par exemple l'équipement du poste de conduite, les équipements des postes satellites, etc., et les unités périphériques des calculateurs. Il convient que les résultats obtenus par le calcul soient comparés avec les performances obtenues en exploitation, une fois que l'équipement a fonctionné pendant la durée exigée, en excluant les défaillances précoces.

Il est recommandé que les conséquences des incapacités des éléments ou des fonctions individuels du système sur la disponibilité totale du système, ainsi que l'effet de la maintenance préventive prévue, fassent l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

3.2.2 Classes de disponibilité

Dans les classes de disponibilité présentées dans le tableau 2, les valeurs données, sauf indication contraire, se réfèrent à la disponibilité des éléments du système global.

Tableau 2 - Classes de disponibilité

Classes de disponibilité	Disponibilité
	A
A1	$A \geq 99,00\%$
A2	$A \geq 99,75\%$
A3	$A \geq 99,95\%$

3.3 Maintenabilité

La maintenabilité est l'aptitude d'un système ou équipement, dans des conditions données d'utilisation, après la détection d'une défaillance, à être remis en parfait état de fonctionnement et à subir des opérations de maintenance pendant son fonctionnement normal.

La maintenabilité, bien qu'elle soit influencée par l'organisation prévue pour la maintenance, dépend principalement de l'aptitude à l'entretien, et donc de la disposition de l'équipement et des facilités de diagnostic fournies.

La maintenabilité est exprimée par la "durée moyenne de panne" en heures (MTTR) qui est obtenue par l'addition des composantes suivantes:

- temps administratif: période de temps entre la détection d'une panne et la notification au service de maintenance;
- temps de transport: période de temps entre la notification au service de maintenance et l'arrivée sur place du personnel de maintenance muni du matériel nécessaire;
- temps moyen de réparation (MRT): durée moyenne nécessaire au personnel de maintenance qualifié une fois sur place, équipé des pièces de rechange et de l'équipement d'essai recommandé, pour diagnostiquer et réparer la panne et essayer l'équipement réparé.

For equipment not yet installed, equation (2) should be used to calculate the predicted availability of the overall system as well as the major system components, such as master station equipment, outstation equipment, etc., and computer peripheral devices. The calculated results should be checked against the performance in the field once the equipment has been operating for the time required to exclude the early failures.

The consequence of outages of individual system elements or functions on the overall system availability and of planned preventive maintenance should be mutually agreed upon between the user and the supplier.

3.2.2 Availability classes

In the availability classes provided in table 2, the values given, unless otherwise stated, refer to the availability of the units of the overall system.

Table 2 - Availability classes

Availability class	Availability A
A1	$A \geq 99.00\%$
A2	$A \geq 99.75\%$
A3	$A \geq 99.95\%$

3.3 Maintainability

Maintainability is the ability of a system or equipment under given conditions of use, after detection of a fault, to be restored to full working order and to be maintained during normal working operation.

The maintainability, whilst being influenced by the respective maintenance organization, is mainly dependent on the serviceability and thus on the layout of the equipment, together with the diagnostic facilities provided.

Maintainability is expressed by the "mean time to restoration" in hours (MTTR), which is given by the sum of the following components:

- administration time: the time interval between detection of a fault and notification of the maintenance service;
- transport time: the time interval between notification of the maintenance service and the arrival on site of the maintenance personnel together with the necessary equipment;
- mean repair time (MRT): the mean time required by trained maintenance personnel on site, equipped with replacement parts and the recommended test equipment, to diagnose and to rectify the fault, including retesting the equipment.

La MTTR, telle qu'elle a été définie ci-dessus mais à l'exclusion du temps administratif, est significative seulement dans le cas de systèmes et d'équipements de téléconduite dont la maintenance est assurée par le fournisseur. Pour les installations dont la maintenance est assurée par l'utilisateur lui-même, le fournisseur a une influence seulement en ce qui concerne le temps de réparation, les temps administratif et de transport étant dépendants de l'organisation de maintenance de l'utilisateur.

L'aptitude à l'entretien d'un équipement, comme caractéristique de conception, doit être prise en considération pendant la phase initiale de conception et de développement; il est donc important que les exigences concernant l'aptitude à l'entretien soient établies avant la rédaction des spécifications de l'équipement.

Des mesures pouvant augmenter l'aptitude à l'entretien et, par conséquent, la maintenabilité de l'équipement, sont énumérées dans l'annexe A, article A.3. Normalement, seul le constructeur peut donner la valeur du MRT.

3.3.1 Prescriptions

L'équipement conforme à la présente norme doit être entretenu par un personnel qualifié dans les ateliers d'entretien et sur le site.

La classe ou les classes de maintenabilité relatives aux système et sous-systèmes de téléconduite pris en considération doivent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'utilisateur.

Les valeurs de MTTR données par le fournisseur doivent être basées sur des statistiques de maintenance disponibles.

Sur demande, le fournisseur doit livrer la liste de l'équipement d'essai et les quantités de pièces de rechange considérées comme nécessaires pour la ou les classes de maintenabilité acceptées. La quantité de pièces de rechange sera estimée en tenant compte du temps nécessaire pour réparer un composant défectueux (réparation sur place et/ou en usine) et le remettre en état de fonctionnement.

3.3.2 Classes de maintenabilité

Pour faire une différence entre la durée moyenne de panne (MTTR) et le temps moyen de réparation (MRT), on a établi des classifications séparées pour les deux propriétés, conformément aux tableaux 3 et 4.

Tableau 3 - Classes de maintenabilité

Classes de maintenabilité	MTTR
M1	MTTR ≤ 36 h
M2	MTTR ≤ 24 h
M3	MTTR ≤ 12 h
M4	MTTR ≤ 6 h

The MTTR, as defined above, is without the administration time significant only for telecontrol systems and equipment which are maintained by the supplier. For installations maintained by the user, the supplier only has influence over the repair time, the administration and transport times being dependent on the user's maintenance organization.

The serviceability of equipment, as a design feature, shall be considered during the initial design and development phase and thus it is important that serviceability requirements be established prior to the release of the equipment specifications.

Measures which may enhance the serviceability and thus the maintainability of equipment are listed in appendix A, clause A.3. Normally, only the producer can give the MRT figure.

3.3.1 Requirements

Equipment complying to this standard shall be maintainable by trained personnel at service facilities and in the field.

The class or classes of maintainability applicable to the telecontrol system and subsystems under consideration are subject to agreement between supplier and user.

The MTTR values quoted by the supplier shall be based on available maintenance statistics.

The supplier shall, upon request, provide a list of test equipment and quantities of replacement parts deemed necessary for the maintainability class(es) agreed upon. The extent of the spare parts shall take into consideration the time required to repair a faulty component (field and/or factory repair) and return it to a serviceable condition.

3.3.2 Maintainability classes

In order to differentiate between the mean time to restoration (MTTR) and the mean repair time (MRT), separate classifications have been provided for both properties, as shown in tables 3 and 4.

Table 3 - Maintainability classes

Maintainability class	MTTR
M1	MTTR ≤ 36 h
M2	MTTR ≤ 24 h
M3	MTTR ≤ 12 h
M4	MTTR ≤ 6 h

Tableau 4 - Classes de temps de réparation

Classes de temps de réparation	MRT
RT1	$MRT \leq 24 \text{ h}$
RT2	$MRT \leq 12 \text{ h}$
RT3	$MRT \leq 6 \text{ h}$
RT4	$MRT \leq 1 \text{ h}$

3.4 Sécurité

La sécurité d'un système de téléconduite peut être définie comme son aptitude à éviter de mettre le système commandé dans une situation potentiellement dangereuse ou instable. Elle traite des conséquences des défaillances, qui apparaissent par suite d'un mauvais fonctionnement de l'équipement de téléconduite, d'erreurs non détectées sur les informations et de pertes d'informations.

La conséquence d'une défaillance peut dépendre de l'état du réseau électrique au moment de la défaillance. Une situation dangereuse peut apparaître lors d'une combinaison d'une défaillance du système de téléconduite avec une situation particulière du réseau électrique. Dans de tels cas, la probabilité d'apparition d'une situation dangereuse est le produit de la probabilité d'apparition de la défaillance par la probabilité d'apparition de la situation particulière du réseau électrique, à condition que ces deux événements soient indépendants l'un de l'autre.

Des mesures pour augmenter la sécurité sont énumérées dans l'annexe A, article A.4.

3.5 Intégrité des données

L'intégrité des données est définie comme l'inaltérabilité du contenu de l'information entre sa source et sa destination. Dans les systèmes de téléconduite, l'intégrité des données concerne la probabilité d'occurrence d'erreurs non détectées, qui entraînent des informations fausses sur les états réels du processus dans le sens "surveillance" du système ou des actions non voulues dans le sens "commande" du système.

Les classes d'intégrité des données se présentent sous la forme des limites supérieures des probabilités d'erreurs d'informations non détectables, sur tout le chemin suivi par une information de sa source à sa destination, couvrant l'acquisition, le traitement et la transmission des données. Les probabilités d'erreurs prennent en considération les probabilités d'erreurs résiduelles (VEI 371-08-06) et la probabilité de pertes résiduelles d'informations (VEI 371-08-10).

La Publication 870-5-1 de la présente série de normes spécifie dans le paragraphe 4.1 trois classes d'intégrité des données correspondant à des limites supérieures données pour les erreurs non détectées dans les messages ("erreurs résiduelles de messages"), en fonction du taux d'erreurs sur les éléments binaires de la voie de transmission. Ce mode