

**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° 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 administratifs 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 systèmes 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

Table 4 - Repair time classes

Repair time class	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 Security

The security of a telecontrol system can be defined as its ability to avoid placing the controlled system in a potentially dangerous or unstable situation. It deals with the consequences of failures, arising out of malfunctions of the telecontrol equipment, undetected information errors as well as information losses.

The consequence of a failure may depend on the state of the power system at the instant of failure. A dangerous situation can arise out of a combination of a failure of the telecontrol system with a particular situation of the power system. In such cases, the probability of occurrence of a dangerous situation is the product of the probability of occurrence of the failure and the probability of occurrence of the particular situation in the power system, provided that the two occurrences are independent of each other.

Measures to enhance the security are given in appendix A, clause A.4.

3.5 Data integrity

Data integrity is defined as the unchangeability of an information content between a source and its destination. In telecontrol systems, data integrity concerns the probability of undetected errors resulting in wrong information about actual process states in the monitoring direction or unintended actions in the control direction of the system.

Data integrity classes are provided which specify upper limits of undetectable information error probabilities, on the path from an information source to its destination, covering data acquisition, processing and transmission. The error probabilities take into account the residual error probabilities (IEV 371-08-06) and the probability of residual information losses (IEV 371-08-10).

Publication 870-5-1 of this series of standards specifies in sub-clause 4.1 three data integrity classes for quantified upper limits of undetected message errors ("residual message errors"), depending on the bit error rate on the transmission channel. This way of specifying

de spécification des classes d'intégrité des données pour les voies de transmission utilisées en téléconduite est nécessaire parce que les conditions d'environnement qui produisent des perturbations des données transmises sont en grande partie imprévisibles et que les moyens de protéger les données contre les erreurs non détectables par des méthodes de codage sont limités.

3.5.1 Prescriptions

Le taux moyen d'erreurs sur les éléments binaires (VEI 371-08-01) auquel on peut s'attendre sur des canaux de téléconduite fonctionnant avec des paramètres de circuit et de signaux correctement réglés, et munis de systèmes de filtrage appropriés, est inférieur à $p = 10^{-4}$.

Note.- Il est possible de surveiller en permanence la qualité des voies de transmission en vérifiant périodiquement le nombre des erreurs de messages détectées. Si ce nombre dépasse la limite qui correspond au taux d'erreurs sur les éléments binaires $p = 10^{-4}$, une maintenance préventive du circuit de la voie est requise.

La valeur $p = 10^{-4}$ (voir figure 1 de la Publication 870-5-1) est utilisée comme référence pour la spécification des limites supérieures des erreurs d'informations non détectables sur tout le chemin que suit l'information de sa source à sa destination, et comprenant l'équipement terminal de traitement de données utilisé pour l'acquisition des données et l'équipement destiné à l'évaluation et à l'affichage des données.

Les classes correspondantes d'intégrité des données sont spécifiées dans le tableau 5.

Des mesures pour augmenter l'intégrité des données sont présentées dans l'annexe A, article A.5.

3.5.2 Classes d'intégrité des données

Les classes d'intégrité suivantes s'appliquent au transfert des informations de leur source à leur destination et concernant:

- la probabilité d'altération non détectée des informations, et
- la probabilité de perte d'informations non détectée.

Tableau 5 - Classes d'intégrité des données

Classes d'intégrité des données	Probabilités d'erreur résiduelle d'information IE
I1	$IE \leq 10^{-6}$
I2	$IE \leq 10^{-10}$
I3	$IE \leq 10^{-14}$

data integrity classes for telecontrol transmission channels is necessary because the environmental conditions causing disturbances on transmitted data are to a great extent unpredictable and the means of protecting data against undetectable errors by coding methods are limited.

3.5.1 Requirements

The average bit error rate of telecontrol channels (IEV 371-08-01) operating with correctly adjusted signal and circuit parameters and provided with appropriate screening should be smaller than $p = 10^{-4}$.

Note.— The quality of the transmission channels can be monitored by periodically checking the number of message errors detected. If this number exceeds a limit corresponding to the bit error rate $p = 10^{-4}$, preventive maintenance of the channel circuit is required.

The value $p = 10^{-4}$ (see figure 1 of Publication 870-5-1) is used as reference for the specification of upper limits of undetectable information errors over the whole path from source to destination which includes the data terminating equipment used for data acquisition and the equipment provided for data evaluation and display.

The corresponding data integrity classes are specified in table 5.

Measures to enhance the data integrity are given in appendix A, clause A.5.

3.5.2 Data integrity classes

The following integrity classes apply to the information transfer from a source to its destination and refer to:

- the probability of undetected falsification of information, and
- the probability of undetected information loss.

Table 5 - Data integrity classes

Data integrity class	Residual information error probability IE
I1	$IE \leq 10^{-6}$
I2	$IE \leq 10^{-10}$
I3	$IE \leq 10^{-14}$

3.6 Paramètres de temps

Les paramètres de temps dont il est question sont ceux qui concernent la performance des systèmes de téléconduite, de même que le transfert et le traitement de l'information.

Dans le domaine de la téléconduite, le paramètre de temps le plus important concerne le temps nécessaire au transfert de l'information de la source à la destination. Désigné comme temps de transfert total, ce temps est défini dans le VEI 371-08-15 comme:

"L'intervalle de temps qui sépare l'apparition d'un événement au poste émetteur de la présentation de l'information correspondante au poste récepteur".

Le temps de transfert total est utilisé comme un facteur de performance pour les systèmes de téléconduite, ainsi que pour spécifier les exigences principales relatives au temps pour une application particulière.

Dans un sens général, le temps de transfert total est donné par la somme des temps nécessaires à l'information pour traverser les sections individuelles du système de téléconduite. Il reflète non seulement la performance de l'équipement, mais il est également influencé par des facteurs tels que:

- la configuration du réseau de transmission de données;
- les méthodes de transmission de téléconduite;
- la largeur de bande de la ligne de transmission;
- les fonctions de prétraitement dans le poste émetteur;
- les fonctions de traitement dans le poste récepteur;
- le niveau de bruit sur la ligne de transmission;
- l'accumulation d'événements dans une période donnée de temps;
- les possibilités de priorité offertes par le protocole de transmission de données.

Le temps de transfert total ne peut être utilisé que par référence à un système de téléconduite particulier et ne se prête donc pas à la classification.

D'autres paramètres de temps pertinents, définis dans le VEI (371-08-16 à 371-08-22), sont:

- le temps de transfert propre;
- le temps maximal et moyen de transfert;
- les temps de démarrage et de redémarrage.

Les différents types d'information présentent des exigences différentes concernant les paramètres de temps. Ainsi, dans les paragraphes suivants, chaque type d'information est traité séparément.

3.6 Time parameters

The time parameters referred to are those concerned with the performance of telecontrol systems, together with the transfer and processing of information.

In the field of telecontrol, the most crucial time parameter involves the time taken to transfer information from the source to the destination. Designated as the overall transfer time, it is defined in IEV 371-08-15 as:

"The time duration by which information is delayed after the actual event in the sending station and until presentation at the receiving station".

The overall transfer time is used as a performance rating factor for telecontrol systems, as well as to specify the major time requirements for a particular application.

In a general sense, the overall transfer time is given by the sum of the times taken by the information to pass through the individual sections of the telecontrol system. It reflects not only the equipment performance, but is also influenced by such factors as:

- the data network configuration;
- the telecontrol transmission methods;
- the transmission line bandwidth;
- the preprocessing functions in the sending station;
- the processing functions in the receiving station;
- the noise level on the transmission line;
- the accumulation of events in a given time period;
- the priority facilities of the data transmission protocol.

The overall transfer time can only be used with reference to a specific telecontrol system and thus does not lend itself to classification.

Other relevant time parameters, as defined in IEV (371-08-16 to 371-08-22), are:

- telecontrol transfer time;
- maximum and average transfer time;
- start and restart time.

The various types of information place different demands on the time requirements. Thus, in the following subclauses, each information type is dealt with separately.

3.6.1 Informations d'état

Les informations d'état peuvent être classées en deux catégories générales:

- informations d'état à priorité élevée, comme par exemple les signalisations concernant les disjoncteurs et les alarmes principales;
- informations d'état à faible priorité, comme par exemple les signalisations concernant les sectionneurs et les alarmes de moindre importance.

La différence principale entre ces deux catégories concerne le temps de transfert total. Les informations à priorité élevée doivent être transférées le plus vite possible et devraient ainsi avoir le temps de transfert total le plus court.

En plus du temps de transfert total, les paramètres de temps suivants sont également associés au traitement des informations d'état:

Temps de discrimination (VEI 371-05-01)

Durée minimale qui doit séparer deux événements pour qu'il soit possible de déterminer correctement leur ordre d'apparition.

Temps de résolution (VEI 371-05-03)

Durée minimale qui doit séparer deux événements pour que les données chronologiques correspondantes soient différentes.

Temps de suppression

Période de temps pendant laquelle l'acquisition de changements d'états erronés, engendrés par des parasites ou par des rebondissements de contacts, est supprimée.

Temps d'acquisition

Durée minimale qu'une information d'état doit présenter pour être détectée et traitée correctement.

Des méthodes approuvées pour déterminer la performance et la capacité de transfert en informations des systèmes de téléconduite sont présentées dans l'annexe A, article A.6.

3.6.1.1 Prescriptions

L'équipement de téléconduite doit détecter et traiter tout changement d'une information d'état qui est maintenu plus longtemps que le temps d'acquisition donné.

Le rapport du temps d'acquisition au temps de suppression doit être au plus égal à 2. Le ou les temps de suppression utilisés pour une application particulière doivent recouvrir les temps maximaux de rebondissement des contacts du matériel d'entrée du processus.

L'équipement de téléconduite doit être capable de détecter et de traiter aussi bien les transitions des signaux d'entrée de l'état FERME à l'état OUVERT, que de l'état OUVERT à l'état FERME. Pour certains signaux, seule la transition de l'état OUVERT à l'état FERME représente une information pertinente (par exemple information incrémentale).

3.6.1 State information

The state information may be ordered in two general categories:

- high priority state information such as circuit-breaker indications and main alarms;
- low priority state information such as isolator indications and alarms of minor significance.

The essential difference between these two categories concerns the overall transfer time. The high priority information has to be transferred as fast as possible and thus should have the shortest overall transfer time.

In addition to the overall transfer time, the following time parameters are of importance in the processing of state information:

Separating capability (IEV 371-05-01)

The minimum time by which events must be separated such that the sequence of their occurrence is determined correctly.

Time resolution (IEV 371-05-03)

The minimum time by which two events must be separated in order that the corresponding time tags be different.

Suppression time

Time period during which the acquisition of erroneous changes of states, generated by noise or contact bounces, is suppressed.

Acquisition time

The minimum time duration of a state information required for correct detection and processing.

Approved methods of determining the performance and the information transfer capacity of telecontrol systems are given in appendix A, clause A.6.

3.6.1.1 Requirements

The telecontrol equipment shall detect and process any change of a state information which is maintained for longer than the given acquisition time.

The ratio of the acquisition time to the suppression time shall be $\leq 2:1$. The actual suppression time(s) used for a particular application shall allow for the maximum contact bounce time of the process input equipment.

The telecontrol equipment shall be capable of detecting and processing the transitions of the input signals from the ON to OFF state as well as from the OFF to ON state. For particular signals, only the transition from OFF to ON is a relevant information (e.g. incremental information).

3.6.1.2 Classes de prescriptions concernant le temps

Les classes de prescriptions concernant le temps, applicables au traitement des informations d'état, font l'objet d'un accord mutuel. Pour spécifier les prescriptions correspondantes, on peut utiliser les tableaux suivants.

Tableau 6 - Classes de temps de discrimination

Paramètre de temps	Prescriptions des classes de temps				
Temps de discrimination	Unité	SP1	SP2	SP3	SP4
	ms	≤ 50	≤ 10	≤ 5	≤ 1

Tableau 7 - Classes de temps de résolution

Paramètre de temps	Prescriptions des classes de temps				
Temps de résolution	Unité	TR1	TR2	TR3	TR4
	ms	≤ 1 000	≤ 100	≤ 10	≤ 1

3.6.2 Informations de commande

Le poste satellite doit avoir des interfaces avec au moins deux types de dispositifs commandés:

- dispositifs rapides qui prennent un nouvel état déterminé en moins de 250 ms;
- dispositifs lents qui changent d'état en des temps compris entre 250 ms et quelques minutes.

Le temps de transfert total pour les commandes doit être le plus court possible, ce qui exige que les commandes soient traitées et transmises avec une priorité élevée.

3.6.2.1 Prescriptions

L'opérateur doit être capable de surveiller l'exécution d'une commande qui a été déclenchée. Cela implique des fonctions adéquates pour la surveillance de la transmission des données, ainsi que le retour d'informations ou de mesurandes pour confirmer:

- l'acceptation et le transfert correct du message de commande par l'équipement de téléconduite;
- l'exécution dans l'équipement périphérique de l'action déclenchée.

3.6.1.2 Time requirement classes

The time requirements applicable to the processing of state information are subject to mutual agreement. The following tables can be used to specify the corresponding requirements.

Table 6 - Separating capability classes

Time parameter	Time class requirement				
Separating capability	Unit	SP1	SP2	SP3	SP4
	ms	≤ 50	≤ 10	≤ 5	≤ 1

Table 7 - Time resolution classes

Time parameter	Time class requirement				
Time resolution	Unit	TR1	TR2	TR3	TR4
	ms	≤ 1 000	≤ 100	≤ 10	≤ 1

3.6.2 Command information

The outstation shall interface with at least two kinds of controlled devices:

- fast moving devices, which reach a new determined state in less than 250 ms;
- slow moving devices, which move in times from 250 ms to several minutes.

The overall transfer time for commands shall be as short as possible, which requires that commands be processed and transmitted at high priority.

3.6.2.1 Requirements

The operator shall be able to supervise the execution of an initiated command. This requires adequate data transmission supervisory functions, as well as return information or measurands in order to confirm the following:

- acceptance and correct transfer of the command message by the telecontrol equipment;
- the execution of the initiated action in the peripheral equipment.

Dans le cas des dispositifs lents et très lents, il y a lieu que l'opérateur soit capable d'observer l'information d'état intermédiaire (par exemple l'état de passage d'un sectionneur lent). Si l'état intermédiaire persiste pendant une durée supérieure à un temps spécifié, une information d'état de défaut sera élaborée.

3.6.2.2 *Classes de prescriptions concernant le temps*

On n'a pas prévu de classes de prescriptions concernant le temps pour le traitement des informations de commande. Le fournisseur et l'utilisateur doivent se mettre mutuellement d'accord sur les valeurs de temps applicables.

3.6.3 *Valeurs mesurées et commandes de valeurs de consigne*

Le paramètre de temps associé au traitement des valeurs mesurées et aux commandes de valeurs de consigne est le temps de transfert total (VEI 371-08-15), voir paragraphe 3.6.

Le temps de transfert total établi pour un système de téléconduite dépend dans une large mesure des exigences particulières de ce système et varie en général de quelques secondes à quelques minutes.

3.6.4 *Télécomptage (transmission de valeurs intégrées)*

Les valeurs intégrées sont fournies à l'équipement de téléconduite sous la forme de valeurs codées numériques ou d'impulsions incrémentales qui sont additionnées dans des compteurs internes. La commande de mémorisation du télécomptage peut être donnée par les unités locales de comptage ou transmise vers les postes satellites par une commande d'interrogation. Il convient de s'assurer que le traitement ultérieur des données est effectué en un temps plus court qu'un temps donné et que la commande de mémorisation est transmise simultanément à un nombre spécifié de postes satellites.

Il faut s'assurer que, dans les conditions de transmission les plus mauvaises, le temps exigé pour le traitement et la transmission des valeurs intégrées est plus court que la période d'intégration spécifiée. De plus, les exigences d'intégrité des données doivent être remplies.

3.7 *Précision globale*

La précision globale de l'information traitée est définie comme l'écart entre les valeurs arrivées à destination et celles émises à la source, exprimé en pourcentage par rapport à l'étendue nominale du domaine. Cela s'applique à toutes les informations qui, entre source et destination, subissent une conversion d'une représentation analogique en une représentation numérique, ou vice versa.

Traiter de la précision globale implique de prendre en considération chacune des sections du chemin suivi par l'information, de la source à sa destination.

In case of slow or very slow moving devices, the operator should be able to observe the intermediate state information (e.g. the transit state of a slow moving isolator). If the intermediate state persists for longer than a specified time, a faulty state information should be generated.

3.6.2.2 *Time requirement classes*

No time requirement classes have been provided for the processing of command information. The supplier and the user are to agree mutually on the relevant time values.

3.6.3 *Measured values and set point commands*

The time parameter associated with the processing of measured values and set point commands is the overall transfer time (IEV 371-08-15), see subclause 3.6.

The overall transfer time laid down for a telecontrol system depends largely on the particular requirements of that system and is usually in the range of seconds up to minutes.

3.6.4 *Telecounting (transmission of integrated totals)*

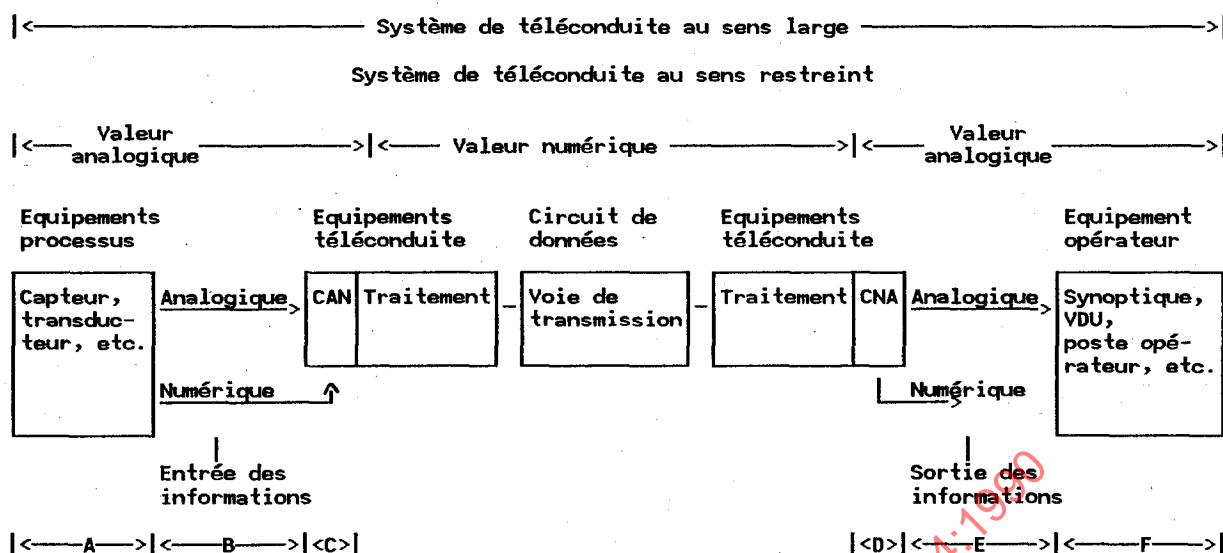
Integrated totals are supplied to the telecontrol equipment in the form of digital coded values or as incremental pulses which are added together in internal counters. The storage command for the integrated totals may come from the local counter units, or may be transmitted to the outstation by an interrogation command. It should be ensured that the further processing of the data be managed in less than a given time and that the storage command be sent simultaneously to a specified number of outstations.

It has to be ensured that, under specified worst case transmission conditions, the time required for processing and transmission of the integrated totals is shorter than the specified totalizing period. In addition, the data integrity requirements have to be fulfilled.

3.7 *Overall accuracy*

The overall accuracy of processed information is defined as the deviation between the destination and the source values, expressed in per cent of the nominal full range value. This applies to all information which, between the source and the destination, undergoes a conversion from the analog to the digital representation, or vice versa.

A treatment of the overall accuracy involves a consideration of the individual sections of the information path, from the source to its destination.



où:

CAN = convertisseur analogique/numérique
CNA = convertisseur numérique/analogique
VDU = écran de visualisation.

Figure 1 - Traitement des informations analogiques

Le terme "classe de précision" se réfère en fait à l'erreur produite dans l'équipement, c'est-à-dire que la classe 1 est équivalente à une erreur de 1%.

Si les sources d'erreurs individuelles sont aléatoires et indépendantes les unes des autres, l'erreur globale E est calculée par:

$$E = \pm \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + \dots + E_F^2} \quad (1)$$

où

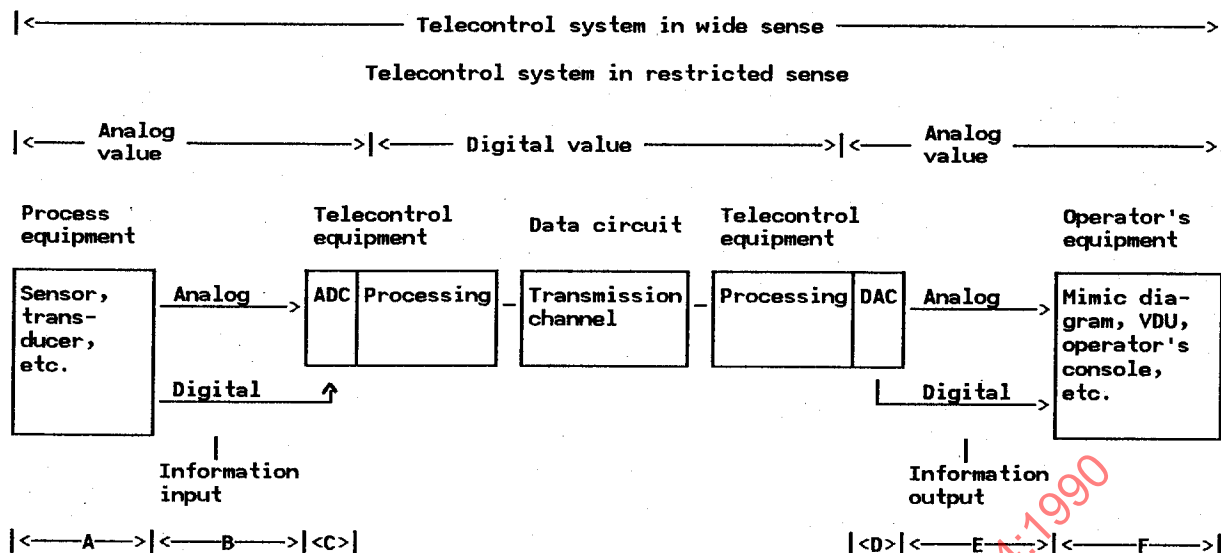
$E_A, E_B, \dots$, etc., sont les erreurs individuelles correspondant aux sections de la figure 1.

3.7.1 Prescriptions concernant la précision

Il convient que la précision exigée pour l'acquisition, la transmission et la sortie des valeurs mesurées, des commandes de valeur de consigne et des télécomptages soit en rapport avec les exigences du processus.

En vue d'obtenir la précision globale exigée, les exigences concernant la précision des diverses sections de la figure 1 doivent être plus sévères que la précision globale spécifiée.

D'autres informations concernant la précision globale sont données en annexe A, article A.7.



where:

ADC = analog digital converter

DAC = digital analog converter

VDU = visual display unit.

Figure 1 - Processing of analog information

The term "accuracy class" actually refers to the error produced in the equipment, i.e. class 1 is equivalent to an error of 1%.

If the individual error sources are random and independent of each other, the overall error E is calculated by:

$$E = \pm \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + \dots + E_F^2} \quad (1)$$

where

$E_A, E_B, \dots$ etc., are single errors corresponding to the sections in figure 1.

3.7.1 Accuracy requirements

The accuracy required for the acquisition, transmission and output of measured values, set point commands and integrated totals should be related to the requirements of the process.

In order to attain the required overall accuracy, the accuracy requirements of the various sections of figure 1 shall be higher than the specified overall accuracy.

Further information concerning the overall accuracy is given in appendix A, clause A.7.

3.7.2 Classes de précision globale

Les classes de précision globale utilisées doivent être spécifiées sur la base du tableau suivant:

Tableau 8 - Classes de précision globale

Classes de précision	Erreur globale E
A1	$E \leq 5,0\%$
A2	$E \leq 2,0\%$
A3	$E \leq 1,0\%$
A4	$E \leq 0,5\%$
Ax	Classe spéciale (par exemple entrées numériques)

3.7.2.1 Equipement de téléconduite

L'évaluation de la classe de précision doit inclure les erreurs produites dans l'équipement par les tolérances des composants, le vieillissement de l'équipement, les conditions d'environnement, les erreurs de linéarité et les tolérances de la source d'alimentation. Si on exclut toutes les erreurs de l'équipement, la conversion analogique-numérique ainsi que la conversion numérique-analogique présentent une erreur inhérente au plus égale, en valeur absolue, à 1/2 élément numérique de plus faible poids. Cela donne une relation directe entre le nombre d'éléments numériques dans l'information codée numérique et la classe de précision correspondante.

La classe Ax a été incluse pour les informations fournies sous forme numérique, qui exclut les erreurs de conversion.

Entrée de l'information - Section C de la figure 1

Le convertisseur analogique-numérique (CAN) convertit les valeurs analogiques mesurées et présente le résultat sous forme d'informations codées de façon numérique.

Le circuit d'entrée et le CAN doivent maintenir la précision dans tout le domaine nominal.

La condition de surcharge doit être indiquée par une valeur numérique maximale spécifiée avec le signe correct associé.

Il y a lieu que le traitement ne réduise pas la précision de la valeur numérique.

Sortie de l'information - Section D de la figure 1

Dans cette section, l'information numérique est convertie en valeurs analogiques équivalentes par un convertisseur numérique-analogique (CNA).

3.7.2 Overall accuracy classes

The overall accuracy classes used are to be specified on the basis of the following table:

Table 8 - Overall accuracy classes

Accuracy class	Overall error E
A1	$E \leq 5.0\%$
A2	$E \leq 2.0\%$
A3	$E \leq 1.0\%$
A4	$E \leq 0.5\%$
Ax	Special class (e.g. digital input values)

3.7.2.1 Telecontrol equipment

The assessment of the accuracy class shall include the errors induced in the equipment due to component tolerances, equipment ageing, environmental conditions, linearity errors and power supply tolerances. Excluding all equipment errors, the analog to digital conversion as well as the digital to analog conversion has an inherent error of $\pm 1/2$ digit. This gives a direct relationship between the number of digits in the digital coded information and the corresponding accuracy class.

Class Ax has been included for information provided in digital form which excludes conversion errors.

Information input - Section C of figure 1

The analog-to-digital converter (ADC) converts the measured analog values and presents the result as digital coded information.

The input circuit and the ADC shall maintain the accuracy over the nominal range.

The overload condition is to be indicated by a specified maximum digital value with the correct sign.

Processing should not degrade the accuracy of the digital value.

Information output - Section D of figure 1

In this section, the digital information is converted to equivalent analog values by a digital-to-analog converter (DAC).

La précision est garantie seulement pour des charges allant jusqu'à la charge spécifiée. Le CNA ne doit pas être endommagé par le court-circuitage ou par l'ouverture du circuit de charge.

3.7.2.2 *Autres équipements du système de téléconduite*

Ce paragraphe se réfère aux équipements de processus, aux équipements opérateur et au câblage présentés dans les sections A, B, E et F de la figure 1.

Sections A et F

Il convient de choisir les capteurs, les transducteurs et les équipements opérateur conformément aux normes CEI appropriées (par exemple les Publications 51 et 688 du CE 85 de la CEI).

Sections B et E

Le bruit peut dégrader les signaux d'information dans les câbles. Un blindage et une disposition convenables des câbles doivent assurer que l'influence du bruit sur les signaux de mesure est maintenue au plus bas niveau possible, et ne diminue pas la précision.

4. Extensibilité

La plupart des équipements de téléconduite, pendant leur durée de vie, auront à subir des extensions ou modifications pour s'adapter aux changements nécessités par le processus desservi.

L'extensibilité d'un système de téléconduite est la caractéristique qui exprime sa capacité de subir des extensions ou modifications.

L'extensibilité peut être évaluée par le travail nécessité par l'extension ou la modification et par la durée d'indisponibilité du système (ou des parties du système) lors de ces extensions.

L'addition de données de processus et de fonctions d'application, ainsi que la modification des fonctions existantes impliquent, en général, l'extension ou la modification de l'équipement, ainsi que du logiciel.

L'extensibilité de l'équipement, en tant que caractéristique de conception, doit être prise en considération pendant la phase initiale de conception et de développement; aussi est-il important que les exigences correspondantes soient établies avant la publication des spécifications de l'équipement.

Il y a lieu que l'évaluation de l'extensibilité inclue les exigences suivantes:

- les extensions doivent nécessiter un minimum de réarrangement de l'équipement et du logiciel existants;
- les extensions ou les modifications ne doivent pas diminuer la fiabilité, la disponibilité et la sécurité du système;
- la durée d'indisponibilité du système pour mettre en oeuvre et essayer les modifications doit être minimale.

The accuracy is guaranteed only up to the burden specified. The DAC shall not be damaged by short circuit or open circuit of the load.

3.7.2.2 *Other telecontrol system equipment*

This subclause refers to the process equipment, operator's equipment and the cabling shown in sections A, B, E and F of figure 1.

Sections A and F

Sensors, transducers and operator's equipment should be chosen according to the relevant IEC standards (e.g. IEC Publications 51 and 688 of TC 85).

Sections B and E

Noise may degrade the information signals in the cables. Suitable screening and cable laying shall ensure that the influence of noise on the measuring signals is kept as small as possible and does not degrade the accuracy.

4. Expandability

Most telecontrol equipment, during the course of its lifetime, will have to be extended or modified to accommodate the changes made to the process it serves.

The expandability of a telecontrol system is the characteristic which expresses its ability to be extended or modified.

Expandability can be evaluated by the effort required for extension or modification and by the duration of the downtime of the system, or parts of the system, being extended.

The addition of process data and application functions as well as the modification of existing functions generally imply an extension or modification of the equipment, as well as of the software.

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

An assessment of expandability should include the following requirements:

- extensions shall require a minimum rearrangement of existing equipment and software;
- extensions or modifications shall not degrade the system reliability, availability and safety;
- system downtime to implement and test the changes shall be minimal.

Un outil de représentation et d'évaluation de l'extensibilité des équipements de téléconduite est fourni en annexe B.

5. Influence des équipements de téléconduite sur l'environnement

5.1 Influence électrique

5.1.1 Consommation

La puissance de crête maximale requise doit être indiquée pour l'interface d'alimentation de chaque sous-système. Il doit être possible de calculer à partir des données publiées par le fabricant la puissance nécessaire pour toute configuration.

5.1.2 Courant de démarrage

Le tableau 9 définit les valeurs maximales instantanées du courant i pour chaque unité d'alimentation, en fonction du temps t , depuis $t = 0$ jusqu'à l'état stable pour $t \geq 2$ s. Le paramètre I_n désigne la valeur nominale du courant pour une alimentation en courant continu (c.c.) ou en courant alternatif (c.a.).

Tableau 9 - Classes de courant de démarrage

t	i		
	Classe S1	Classe S2	Classe S3
$50 \mu s \leq t < 1,5 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ si $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 10 I_n$ si $I_n > 1 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ si $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 15 I_n$ si $I_n > 1 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ si $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 20 I_n$ si $I_n > 1 \text{ A}$
$1,5 \text{ ms} \leq t < 30 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ si $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 3 I_n$ si $I_n > 2 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ si $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 5 I_n$ si $I_n > 2 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ si $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 7 I_n$ si $I_n > 2 \text{ A}$
$30 \text{ ms} \leq t < 500 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ si $I \leq 3,3 \text{ A}$ $i < 3 I_n$ si $I_n > 3,3 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ si $I \leq 3,3 \text{ A}$ $i < 5 I_n$ si $I_n > 3,3 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ si $I \leq 3,3 \text{ A}$ $i < 7 I_n$ si $I_n > 3,3 \text{ A}$
$500 \text{ ms} \leq t < 2 \text{ s}$	$i < 1,2 I_n$	$i < 1,2 I_n$	$i < 1,5 I_n$
$t \geq 2 \text{ s}$	$i = I_n$	$i = I_n$	$i = I_n$

5.1.3 Distorsions harmoniques du courant

Les distorsions harmoniques du courant engendrées par l'équipement de téléconduite ne doivent pas influencer l'équipement avoisinant.

- Alimentation en c.c.

La valeur de crête à creux maximale de la composante alternative aux basses fréquences (<50 kHz) du courant consommé doit être inférieure à la plus grande des valeurs suivantes:

0,3 I ou 250 mA, où I est la valeur du courant consommé.

An instrument for representing and evaluating the expandability of telecontrol equipment is provided in appendix B.

5. Influence of telecontrol equipment on the environment

5.1 Electrical influence

5.1.1 Consumption

The maximum peak power requirement for each subsystem supply interface shall be identified. It shall be possible to calculate the power requirement for any configuration from the manufacturer's published data.

5.1.2 Starting current

Table 9 defines the maximum instantaneous current value i for individual power supply units, with respect to the time t , for $t = 0$, to the steady state condition, $t \geq 2$ s. The parameter I_n is the nominal current value for a d.c. or an a.c. power supply.

Table 9 - Starting current classes

t	i		
	Class S1	Class S2	Class S3
$50 \mu s \leq t < 1.5 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ if $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 10 I_n$ if $I_n > 1 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ if $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 15 I_n$ if $I_n > 1 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ if $I \leq 1 \text{ A}$ $i < 20 I_n$ if $I_n > 1 \text{ A}$
$1.5 \text{ ms} \leq t < 30 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ if $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 3 I_n$ if $I_n > 2 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ if $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 5 I_n$ if $I_n > 2 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ if $I \leq 2 \text{ A}$ $i < 7 I_n$ if $I_n > 2 \text{ A}$
$30 \text{ ms} \leq t < 500 \text{ ms}$	$i < 10 \text{ A}$ if $I \leq 3.3 \text{ A}$ $i < 3 I_n$ if $I_n > 3.3 \text{ A}$	$i < 15 \text{ A}$ if $I \leq 3.3 \text{ A}$ $i < 5 I_n$ if $I_n > 3.3 \text{ A}$	$i < 20 \text{ A}$ if $I \leq 3.3 \text{ A}$ $i < 7 I_n$ if $I_n > 3.3 \text{ A}$
$500 \text{ ms} \leq t < 2 \text{ s}$	$i < 1.2 I_n$	$i < 1.2 I_n$	$i < 1.5 I_n$
$t \geq 2 \text{ s}$	$i = I_n$	$i = I_n$	$i = I_n$

5.1.3 Current harmonic distortions

The current harmonic distortions generated by the telecontrol equipment shall not influence the neighbouring equipment.

- D.C. supply

The maximum peak-to-peak value of the alternating component of the consumed current at low frequencies ($< 50 \text{ kHz}$) shall be less than the larger of the following values:

0.3 I or 250 mA, where I is the consumed current.

- *Alimentation en c.a.*

Le facteur de forme d'onde maximal du courant, qui est le rapport de la valeur de crête à la valeur efficace, doit être inférieur à 5.

5.2 Bruit acoustique

L'équipement de téléconduite qui doit être installé à proximité du personnel d'exploitation ou dans un milieu où le personnel de maintenance sera appelé à travailler ne doit pas produire de bruit acoustique qui puisse affecter ou fatiguer le personnel et ne doit pas interférer avec les communications vocales. Les deux ensembles de courbes présentés ci-dessous sont extraits de la norme MIL STD 1472.

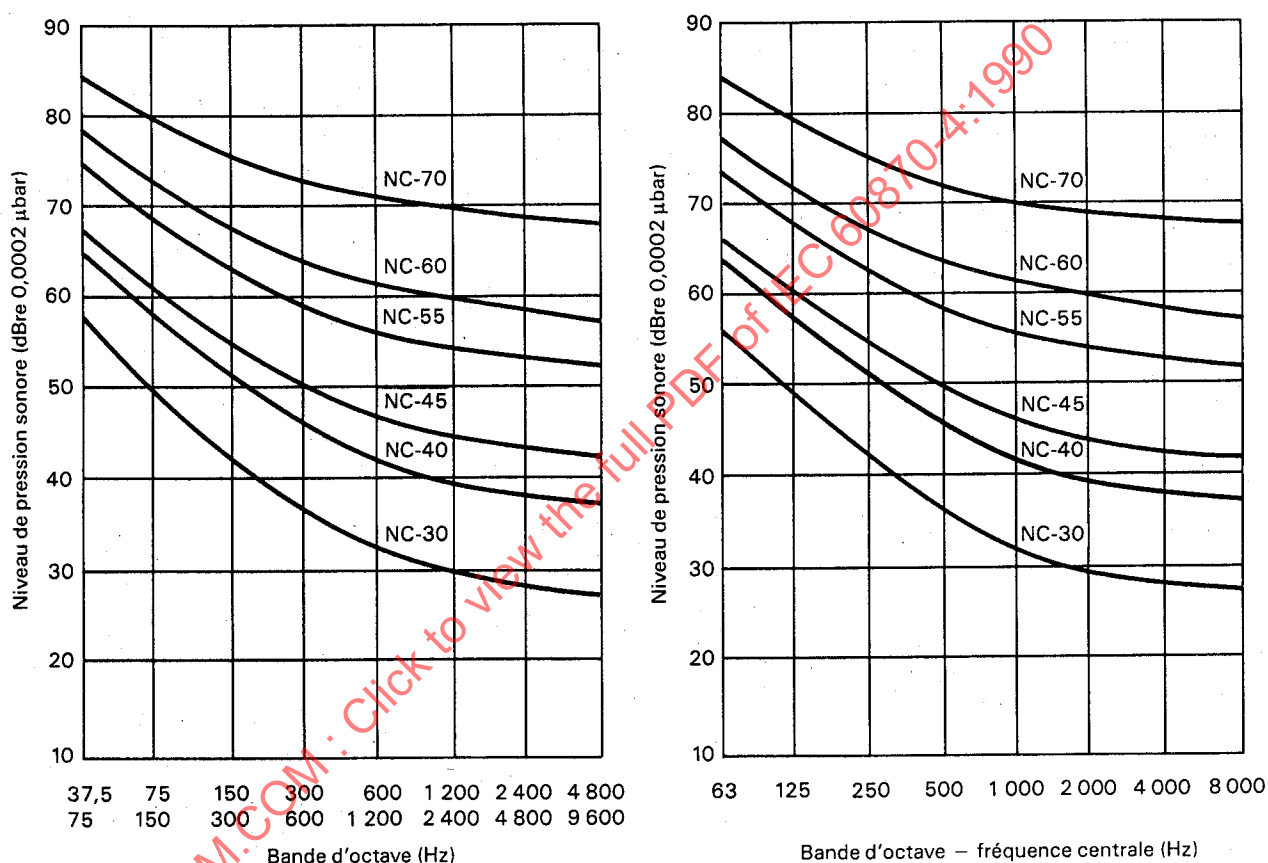


Figure 2 - Courbes limites de bruit (NC) pour les communications vocales

Le bruit produit par l'équipement de téléconduite ne doit pas dépasser le niveau de la courbe NC-30 si cet équipement est installé dans une salle de commande et celui de la courbe NC-45 s'il est installé dans des zones où des opérations de maintenance sont effectuées.

5.3 Influence thermique

A l'étude.

- *A.C. supply*

The maximum current waveform ratio, which is given by the rated peak value/r.m.s. value, shall be less than 5.

5.2 Acoustic noise

Telecontrol equipment which is to be installed in the vicinity of operating personnel, or in an environment where maintenance personnel will be required to work, shall not generate acoustic noise which could cause injury or fatigue to personnel and shall not interfere with voice communication. The two sets of curves given below are extracted from MIL STD 1472.

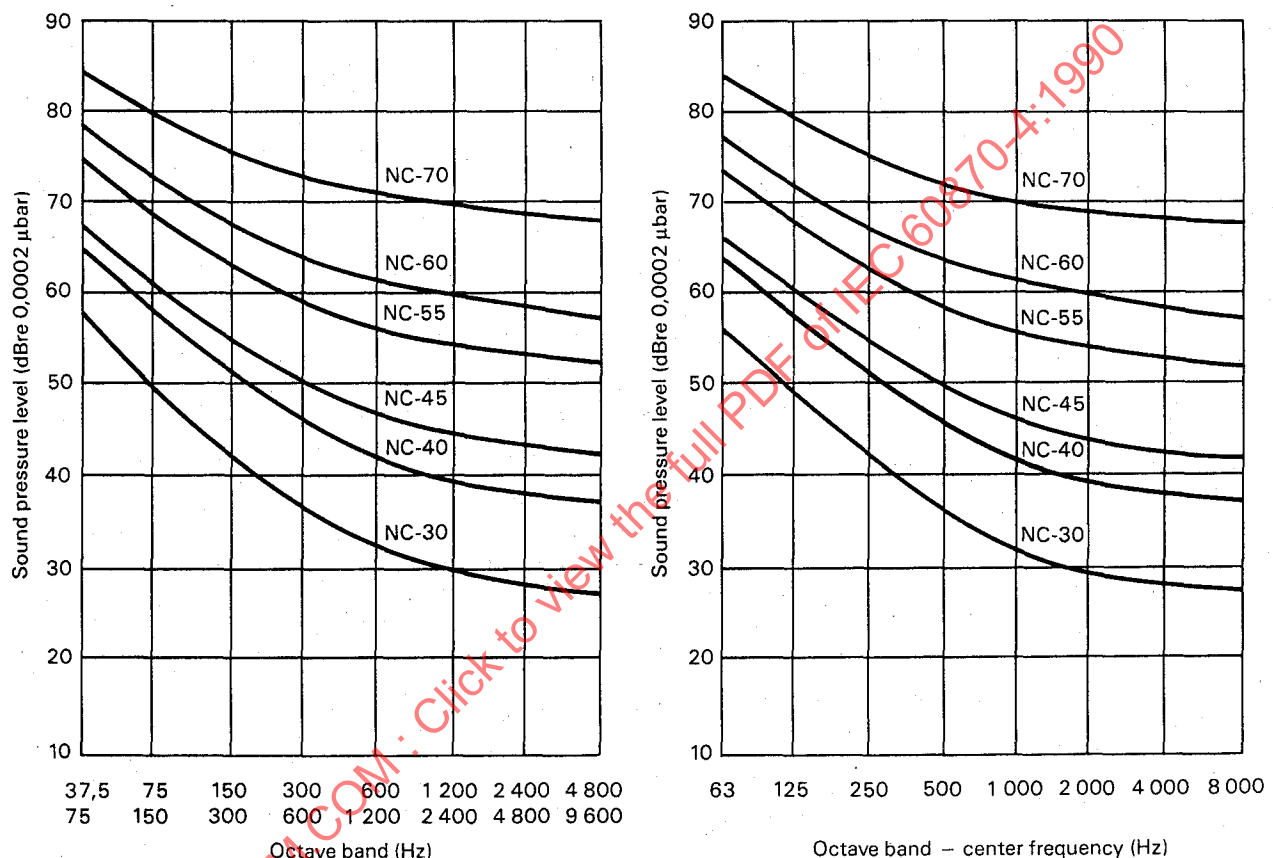


Figure 2 - Noise criteria (NC) curves for speech communication

Noise generated by telecontrol equipment shall not exceed NC-30 for control room installations and NC-45 for maintenance area installations.

5.3 Thermal influence

Under consideration.

ANNEXE A

MESURES DESTINEES A AUGMENTER LES PERFORMANCES DU SYSTEME

Les mesures suivantes sont destinées à servir de lignes directrices pendant les phases de conception, d'installation et de mise en oeuvre d'un système.

A.1 Fiabilité

La fiabilité du système peut être améliorée par le respect des dispositions suivantes:

- La défaillance d'un composant ne doit pas entraîner la perte de fonctions du système autres que celles dans lesquelles le composant est impliqué directement. En particulier, du fait que la téléconduite concerne la surveillance et la commande de processus géographiquement dispersés, la défaillance d'un composant dans un lieu donné ne doit pas produire la perte de fonctions en d'autres lieux.
- Il convient que la défaillance d'un composant quelconque ne produise pas une perte de fonctions qui ne soit pas détectée.
- Le système doit être protégé contre les défaillances multiples et en cascade des composants.
- Les fonctions qui sont considérées comme vitales doivent être conservées après la défaillance d'un seul composant.
- Les équipements de téléconduite utilisés dans les réseaux électriques doivent être suffisamment insensibles aux perturbations qui se manifestent habituellement dans ces réseaux. Toutefois, si une forte perturbation produit une défaillance fonctionnelle de courte durée, cette situation ne doit pas conduire à une défaillance fonctionnelle permanente.
- Tous les programmes (y compris les sous-programmes) doivent être débogués avant livraison.
- Il est important de tenir compte au cours de la programmation de toutes les conditions pouvant se produire dans la réalité.
- La charge de l'unité centrale (UC) des systèmes de téléconduite utilisant des microprocesseurs ne doit pas être trop élevée, sous peine de voir se produire des défaillances dans certains cas.

A.2 Disponibilité

La disponibilité du système peut être améliorée par des caractéristiques appropriées au niveau de la conception, comme par exemple l'utilisation adéquate de redondances d'équipements, ainsi que par l'utilisation de moyens de surveillance ayant pour but d'informer sur l'apparition des défaillances fonctionnelles, et pouvant même prendre automatiquement des mesures assurant la continuité de fonctionnement. De telles mesures peuvent inclure:

- la vérification de la fonction d'acquisition des données;
- la vérification de la fonction de commande;
- la vérification de la fonction d'exploration;

APPENDIX A

MEASURES TO ENHANCE SYSTEM PERFORMANCE

The following measures are intended as guidelines to be referred to during the design, layout and implementation phases.

A.1 Reliability

The system reliability may be improved by taking into account the following points:

- Failure of any component shall not result in loss of functions but only those for which the component is directly needed. In particular, because telecontrol is concerned with monitoring and control of widespread processes, failure of a component at one location shall not cause loss of functions at different locations.
- Failure of any component should not result in an undetected loss of functions.
- To protect against multiple and cascading component failures.
- Functions which are considered vital shall be maintained after failures of single components.
- Telecontrol equipment for power systems shall be sufficiently insensitive to disturbances usually present in them. Nevertheless, if an extreme disturbance results in a short-term malfunction, this shall not lead to permanent malfunction.
- All the routines, including subroutines of the software, shall be debugged before delivery.
- It is important to assess all the conditions which may happen in actual case in programming.
- The load of the CPU in a microprocessor-based telecontrol system should not be too heavy, otherwise failure may take place in some cases.

A.2 Availability

The system availability may be improved through appropriate design features, such as adequate equipment redundancy, as well as through the use of supervisory measures which aim at reporting malfunctions, or which may even automatically adopt measures to ensure continuance of operation. Such measures may include:

- data acquisition function check;
- control function check;
- scan function check;

- la vérification de la fonction de scrutation;
- la vérification de la fonction d'enregistrement;
- la surveillance du dépassement de capacité des files d'attente;
- les aides au diagnostic de l'équipement;
- les vérifications de l'étalonnage;
- le redémarrage automatique en cas de défaillance de l'alimentation;
- les caractéristiques d'autovérification de l'équipement;
- la commutation automatique;
- une fonction interne de "chien de garde";
- la répétition des émissions de données.

Il y a lieu qu'une alarme soit générée chaque fois qu'une fonction a été mise hors service automatiquement ou manuellement et en cas de défaillance d'un sous-ensemble. Toute opération de commutation automatique ou manuelle d'équipements ou d'éléments redondants doit être enregistrée ou rapportée.

La répétition des émissions de données est activée lorsqu'un poste éloigné ne reçoit pas un message valide ou ne répond pas à ce message; le poste émetteur répète alors le message un certain nombre de fois, le nombre de réémissions maximal étant spécifié. Les erreurs qui disparaissent spontanément telles que les erreurs de transmission détectées occasionnellement ou les surcharges temporaires des postes récepteurs sont comptées et rapportées ultérieurement. Les erreurs et les défaillances persistantes déclenchent des alarmes appropriées.

Il est recommandé que le fonctionnement correct des voies de communication soit constamment vérifié, soit de manière continue par les procédures normales de transmission, soit périodiquement par des messages d'essai spéciaux.

A.3 Maintenabilité

Les mesures en vue d'augmenter la maintenabilité des équipements comprennent:

- les dispositifs d'essai intégrés dans les équipements, procédures de diagnostic et de dépannage pour localiser toute défaillance matérielle ou fonctionnelle au niveau le plus bas de l'élément remplaçable en exploitation;
- les points d'essai et/ou de coupure accessibles rapidement pour faciliter l'isolation des défauts; la disposition des composants sur les circuits imprimés doit permettre l'accès pour les sondes et les connecteurs d'essais;
- les poignées appropriées pour faciliter le déplacement et l'installation des éléments lourds ou encombrants dans de bonnes conditions de sécurité;
- les dispositions physiques pour empêcher l'échange d'éléments ou de composants de forme similaire, mais qui ne sont pas interchangeables;
- les dispositions physiques pour empêcher le montage incorrect des éléments ou des composants;
- les dispositions (par exemple étiquettes) pour faciliter l'identification ou l'échange d'éléments ou de composants interchangeables;

- poll function check;
- logging function check;
- queue overflow supervision;
- equipment diagnostic aids;
- calibration checks;
- power failure/automatic restart;
- equipment self-check features;
- automatic switchover;
- internal watchdog function;
- data transmission retry feature.

An alarm should be generated whenever a function has automatically or manually been disabled and on failure of any device. All automatic or manual switchover operations of redundant equipment or units shall be logged or otherwise reported.

The data transmission retry feature is activated when a remote station does not receive or respond to a valid message, and enables the transmitting station to repeat the message up to the number of times specified by the retry count. Transient errors such as occasional detected transmission errors or temporary overloads of receiving stations are counted and afterwards reported. Persistent errors or failures initiate appropriate alarms.

The correct operation of the communication channels should be continuously verified either continually, through the normal transmission procedures, or periodically, through special test messages.

A.3 Maintainability

Provisions to enhance the maintainability of equipment include:

- equipment self-tests, diagnostic and trouble shooting procedures to localize any failure or malfunction to the lowest field replaceable unit level;
- readily accessible test and/or break points to facilitate fault isolation; the placement of components on cards shall allow access for test probes and connectors;
- suitable grips or handles to facilitate the safe removal and installation of heavy or bulky units;
- physical provisions to preclude interchange of units or components of a similar form that are not in fact interchangeable;
- physical provisions to preclude improper mounting of units or components;
- provisions (e.g. labels) to facilitate identification and interchange of interchangeable units or components;

- les mesures pour s'assurer que les dispositions concernant l'identification, l'orientation et l'alignement incluent les câbles et les connecteurs;
- les points de réglage sensibles qui devraient être placés ou protégés de telle sorte que les réglages ne soient pas perturbés par inadvertance;
- les commandes intérieures qui ne devraient pas se trouver à proximité de tensions dangereuses; si une pareille disposition ne peut être évitée, il y a lieu que ces commandes soient protégées et signalées d'une manière appropriée;
- les points d'accès sous tension qui doivent être référés de manière à éviter les courts-circuits involontaires pendant les travaux de montage, d'installation ou de maintenance;
- le programme de maintenance préventive qui devrait réduire au minimum les défaillances dues à l'usure;
- les dispositions permettant la simulation des équipements physiquement éloignés de l'équipement en essai.

A.4 Sécurité

En plus des caractéristiques qui augmentent la fiabilité des systèmes, énumérées à l'article A.1, des procédures supplémentaires doivent être mises en oeuvre dans la structure de ces systèmes pour améliorer la sécurité:

- la défaillance d'un seul composant, dans quelque endroit du système que ce soit, ne doit pas conduire à une défaillance critique (c'est-à-dire à une défaillance capable de provoquer des accidents de personnes ou des dégâts importants à l'équipement);
- l'utilisation de structures redondantes avec des sous-systèmes indépendants (adaptatifs), allant des fonctions de base jusqu'à l'utilisation d'UC redondantes;
- éviter les défaillances de mode commun;
- utilisation de procédures d'exécution spéciales préprogrammées (couvrant les fonctions de traitement local et de transport de données);
- verrouillage interne local dans les dispositifs de commande;
- indication de la localisation des défaillances.

La conception des systèmes de téléconduite doit aussi prendre en considération les erreurs possibles de l'opérateur humain ou même les actions intempestives de l'opérateur ou de personnel non autorisés.

A.5 Intégrité des données

Les prescriptions et mesures suivantes ont pour but d'obtenir des ensembles corrects et complets d'informations de surveillance et de commande. Dans tous les cas, une erreur détectée dans un message ne doit pas conduire à une défaillance critique du système. Le taux d'erreurs de message non détectées pour les transferts d'informations critiques, telles que les commandes, doit être conforme aux exigences de la classe I3 concernant l'intégrité des données.

- measures to ensure that identification, orientation and alignment provisions include cables and connectors;
- sensitive adjustment points should be located or guarded so that adjustments will not be disturbed inadvertently;
- internal controls should not be located close to dangerous voltages. If such location cannot be avoided, the controls should be appropriately shielded and labelled;
- accessible points under voltage shall be located in such a way as to prevent inadvertent short circuits during mounting, installation or maintenance work;
- the preventive maintenance programme should minimize "wear out" failures;
- the provision for simulation of equipments that are physically remote from the equipment under test.

A.4 Security

In addition to features which enhance system reliability listed under clause A.1, additional procedures shall be implemented in the system structure in order to improve security:

- a single component failure anywhere in the system shall not result in a critical failure (i.e. a failure which is liable to cause injury to persons or significant damage to material);
- use of redundant structures with independent (adaptive) subsystems (covering single functions up to the layout of redundant CPUs);
- avoidance of common mode failures;
- use of preprogrammed special operating procedures (covering local processing and data transport functions);
- local internal interlock in control devices;
- indications of fault locations.

The design of telecontrol systems shall account also for the possible mistakes of the human operator or even for inadvertent operation by the operator or by unauthorized personnel.

A.5 Data integrity

The following requirements and measures are aimed at obtaining correct and complete sets of (monitoring and control) information. In all cases a detected error in a message shall not result in a critical failure of the system. The rate of undetected message errors for critical information transfers, such as commands, shall fulfil the requirements of data integrity class I3.

Mesures pour améliorer l'intégrité des données:

- surveillance de la qualité du signal de transmission;
- code de transmission à haute redondance;
- moyens puissants de détection des erreurs;
- synchronisation de trame appropriée;
- procédures de transmission des données, telles que la procédure de commande sélection/exécution;
- contrôle de vraisemblance;
- répétitions d'émissions d'informations identiques;
- estimation d'état;
- contrôle en retour de l'information.

A.5.1 Informations de surveillance

Les différents modes de déclenchement de la transmission exigent différentes classes d'intégrité des données pour ce qui concerne les altérations non détectées des informations de surveillance et les pertes non détectées d'informations. Il est possible de tolérer une probabilité plus élevée d'informations erronées dans les systèmes à mise à jour cyclique que dans les systèmes de téléconduite spontanée, du fait que l'information erronée est très probablement corrigée pendant les cycles suivants.

Pour limiter les erreurs de mesurande pendant les surcharges des transducteurs, il est d'usage courant de considérer l'étendue de mesurage comme égale à 120% du domaine nominal. Il convient que des surcharges plus importantes soient tronquées par les capteurs et les transducteurs, et indiquées à l'utilisateur.

A.5.2 Commandes

Des mesures contre la sortie de commandes non voulues doivent être prises depuis le déclenchement de la commande au niveau du centre de conduite jusqu'à sa sortie dans le poste satellite.

Le poste satellite doit s'assurer que seul le circuit de sortie correspondant à l'adresse transmise dans le message envoyé par le poste maître est sélectionné, avant d'envoyer le signal de sortie correspondant à la commande.

Une méthode pour obtenir ce résultat consiste à décoder la commande, à sélectionner la sortie, à recoder et à effectuer la comparaison. La comparaison peut être faite automatiquement et devrait, de préférence, être réalisée dans le poste maître, après la transmission de l'information d'exécution.

Une autre méthode recommandée est la commande "sélection/exécution" (VEI 371-03-19). Une commande "sélection" détermine une opération de sortie préparatoire dans le poste satellite (sélection du circuit de sortie prévu). L'effet de cette opération est indiqué à l'opérateur dans le poste central par une information d'exécution (VEI 371-02-05), après quoi l'opérateur peut décider d'activer l'opération prévue par l'envoi d'une commande d'exécution ou d'annuler l'opération.

Measures to improve data integrity are:

- supervision of transmission signal quality;
- transmission code with high redundancy;
- powerful error-detecting facilities;
- appropriate frame synchronization;
- data transmission procedures such as the select and execute command procedure;
- plausibility check;
- repetitive transmissions of identical information;
- state estimation;
- information feedback.

A.5.1 *Monitored Information*

Different transmission initiation modes require different classes of data integrity with respect to undetected falsification of monitored information and undetected loss of information. Erroneous information is allowed to have a higher probability in cyclic updating systems than in spontaneous telecontrol systems, because erroneous information is most probably corrected during the following cycles.

In order to limit measurand errors during transducer overload conditions, it is good practice to regard the measuring range as 120% of the nominal range. Greater overloads should be suppressed by the sensors and the transducers and indicated to the user.

A.5.2 *Commands*

Measures against unintended command output shall be taken along the way from initiation at the control centre up to the output in the outstation.

The outstation shall ensure that only the output circuit corresponding to the address transmitted in the message sent by the master station is selected before outputting the command signal.

One method of achieving this is by decoding the command, selecting the output, recoding and comparison. The comparison may be done automatically and should preferably be performed in the master station after transmission of a return information.

Another recommended method is the select and execute command (IEV 371-03-19). A select command causes a preparative output operation in the outstation (selection of the intended output circuit). The effect of this operation is indicated to the operator in the central station by a return information (IEV 371-02-05) upon which the operator may decide to activate the intended operation by input of an execute command or to cancel the operation.