NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60706-3

Deuxième édition
Second edition
2006-04

Maintenabilité de matériel –

Partie 3: Vérification et recueil, analyse et présentation de données

Maintainability of equipment –

Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data

. IEC 2006 Droits de reproduction réservés . Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 10
1 Domaine d'application 12
2 Références normatives 12
3 Termes et définitions 14
4 Introduction à la vérification de maintenance 14
4.1 Objectif de la vérification 14
4.2 Concepts de support de maintenance influençant la vérification de maintenance 16
4.3 Méthodes of vérification 16
4.4 Processus de vérification 16
4.5 Conditions et contraintes 18
4.6 Procédures de vérification qualitative et quantitative 20
5 Procédures de vérification qualitative de maintenabilité 22
5.1 Revue de conception 22
5.2 Revue de l'expérience issue d'essais 22
5.3 Etudes de facilité de maintenance 24
5.4 Revue de l'analyse des opérations de maintenance 24
5.5 Revue de l'expérience opérationnelle 24
6 Procédures pour la vérification de la maintenabilité quantitative 26
6.1 Prédiction de maintenabilité 26
6.2 Vérification fondée sur des essais de démonstration 26
6.3 Vérification fondée sur des données d'exploitation 26
7 Procédure de démonstration 28
7.1 Généralité 28
7.2 Processus de démonstration 28
7.3 Planification de la démonstration 28
7.4 Conditions et contraintes 30
7.5 Démonstration après modification 30
8 Eléments de la procédure de vérification 32
8.1 Utilisation des sources de données 32
8.2 Acquisition des données et analyse 32
8.3 Evaluation 34
8.4 Comparaison 36
9 Recueil, analyse et présentation des données de maintenabilité 36
9.1 Généralités 36
9.2 Politique de maintenance 36
9.3 Sources de données 38
9.4 Données provenant d'essais de démonstration et de l'exploitation de l'entité 40
9.5 Procédures d'analyse 40
9.6 Présentation des données 42

Annex A (normative) Procédures de démonstration de la maintainabilité 48
Annex B (normative) Méthodes de test pour la démonstration de maintenabilité 54
Annex C (normative) Analyse des données de maintenabilité 70

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 11
1 Scope 13
2 Normative references 13
3 Terms and definitions 15
4 Introduction to maintainability verification 15
4.1 Objective of verification 15
4.2 Maintenance support concepts influencing maintainability verification 17
4.3 Methods of verification 17
4.4 Verification process 17
4.5 Conditions and constraints 19
4.6 Qualitative and quantitative verification procedures 21
5 Procedures for verification of qualitative maintainability 23
5.1 Design review 23
5.2 Review of test experience 23
5.3 Ease-of-maintenance studies 25
5.4 Review of maintenance task analysis 25
5.5 Review of operational experience 25
6 Procedures for verification of quantitative maintainability 27
6.1 Maintainability predictions 27
6.2 Verification based on demonstration tests 27
6.3 Verification based on field data 27
7 Demonstration procedures 29
7.1 General 29
7.2 Demonstration process 29
7.3 Demonstration planning 29
7.4 Conditions and constraints 31
7.5 Demonstration after modification 31
8 Elements of the verification procedure 33
8.1 Utilization of data sources 33
8.2 Data acquisition and analysis 33
8.3 Evaluation 35
8.4 Comparison 37
9 Collection, analysis and presentation of maintainability data 37
9.1 General 37
9.2 Maintenance concept 37
9.3 Data sources 39
9.4 Item demonstration and field data 41
9.5 Analysis procedures 41
9.6 Data presentation 43

Annex A (normative) Maintainability demonstration procedures 49
Annex B (normative) Maintainability demonstration test methods 55
Annex C (normative) Analysis of maintainability related data 71

Bibliographie 74

Figure B.1 – Méthode de test 8 – Plan de test progressif 66

Tableau 1 – Procédures de vérification qualitative et quantitative de la maintenabilité 22
Tableau 2 – Formulaire de synthèse des données relatives aux opérations de réparations actives 46
Tableau 3 – Formulaire de synthèse des temps relatifs aux réparations actives 46
Tableau 4 – Synthèse relative à la maintenance préventive 46
Tableau A.1 – Méthodes de test 48
Tableau B.1 – Méthode de test 7 – Nombres d'acceptation et nombres de refus 66
Tableau B.2 – Plan d'échantillonnage pour p_0, p_1 spécifiés α, $\Downarrow$ (p_0 < 0,2) 68
Table C.1 – Valeurs critiques de *d* 72

Bibliography 75

Figure B.1 – Test method 8: Sequential test plan 34

Table 1 – Qualitative and quantitative maintainability verification procedures 23
Table 2 – Active repair task data summary form 47
Table 3 – Active repair time summary form 47
Table 4 – Preventive maintenance summary 47
Table A.1 – Test methods 49
Table B.1 – Test method 7: Acceptance and rejection numbers 67
Table B.2 – Sampling plans for specified p_0, p_1, α, $\Downarrow(p_0 < 0{,}2)$ 69
Table C.1 – Critical values of d 73

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL –

Partie 3: Vérification et recueil, analyse et présentation de données

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60706-3 a été préparée par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1983, et elle constitue une révision technique.

Les modifications techniques majeures par rapport à la première édition concernent l'association des Sections 6 et 7 de la première édition et l'addition de deux annexes statistiques issues de la CEI 60706-6, qui ont été incluses comme Annexes B et C.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT –

Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60706-3 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1983, and constitutes a technical revision.

The major technical changes with regard to the first edition concern combining the original Sections 6 and 7 from the first edition and adding the two statistical annexes from IEC 60706-6, which have been included as Annexes B and C.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1094/FDIS	56/1109/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 60706[1], sous le titre général *Guide de maintenabilité de matériel* est constituée des parties suivantes*:*

NOTE Chaque partie décrit l'application de techniques spécifiques pour réaliser un programme de maintenabilité.

Partie 1: Introduction, exigences et programme de maintenabilité

Partie 2: Etudes et études de maintenabilité pendant la phase de la conception et de développement

Partie 3: Vérification et recueil, analyse et présentation de données

Partie 4: Guide d'application – Maintenance et support de maintenance

Partie 5: Essais pour diagnostic

Partie 6: Méthodes statistiques pour l'évaluation de la maintenabilité

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «http://webstore.iec.ch» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

---

1 Les Parties 1, 4 et 6 sont actuellement en révision afin de les insérer dans d'autres parties de la CEI 60706. L'Avant-propos de la partie en question fournira un texte explicatif.

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

FDIS	Report on voting
56/1094/FDIS	56/1109/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

IEC 60706 consists of the following parts[1], under the general title *Maintainability of equipment:*

NOTE Each part outlines the application of specific techniques to implement a maintainability programme.

Part 1: Introduction, requirements and maintenance programme

Part 2: Maintainability studies during the design phase

Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data

Part 4: Guide to maintenance and maintenance support planning

Part 5: Diagnostic testing

Part 6: Statistical methods in maintainability evaluation

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

1 Parts 1, 4 and 6 are currently being absorbed into other parts of IEC 60706. The Foreword of the relevant part will give an explanatory text.

INTRODUCTION

Des techniques de maintenance efficaces sont nécessaires lors de la conception d'une entité, pour assurer que l'entité fonctionnera correctement. Avant la mise en service, il est nécessaire de vérifier que les procédures de maintenance proposées peuvent être exécutées telles qu'elles sont conçues et le recueil et l'analyse des données est une composante essentielle du processus de la vérification.

Les données utilisées pour la vérification peuvent provenir de différentes sources et ce qui sera utilisé dans des circonstances particulières dépendra de plusieurs facteurs, incluant quelles données d'expérience sont disponibles et l'état de la conception. Pour vérifier que les objectifs de maintenabilité sont atteints, il est préférable de mener des essais qui génèrent des données sur l'entité considérée. Les données d'expérience doivent être triées pour leur pertinence par rapport au projet et quand des données utilisables sont sélectionnées, elles sont analysées pour fournir les informations requises.

Un certain nombre de procédures de vérification sont expliquées dans cette norme, avec les techniques d'analyse associées. Elles sont conçues pour contrôler l'adéquation des procédures de maintenance, les outils et équipements fournis pour la maintenance, l'adéquation des documents techniques et la facilité de la maintenance de l'entité. Cela permet d'améliorer les procédures de maintenance et si nécessaire, d'effectuer les modifications de l'entité pour améliorer sa maintenabilité. Il est important d'inclure au plus tôt, toutes les modifications de conception de l'entité requises, si possible avant le début de la production afin de minimiser les coûts.

Cette analyse initiale est, dans la plupart des cas, une analyse statistique basée sur un petit échantillon de données. Il est donc préférable que le recueil et l'analyse des données se poursuivent après l'entrée en service de l'entité de telle sorte que les résultats atteints par le processus de vérification soit affiné et amélioré. Ces données sont importantes pour déterminer l'adéquation de la logistique de maintenance car cela n'est pas facile à évaluer lors de l'analyse de vérification initiale.

La CEI 60706-3 est une partie d'un ensemble de normes sur la sûreté de fonctionnement, structuré hiérarchiquement comme décrit ci-après.

La CEI 60300-1 et la CEI 60300-2 sont les normes CEI du niveau le plus élevé qui fournissent des lignes directrices pour la sûreté de fonctionnement, en incluant la fiabilité, la disponibilité et la maintenabilité des entités manufacturées. La norme de niveau le plus élevé et traitant de la maintenabilité est le guide d'application CEI 60300-3-10, qui constitue une partie de la série de normes CEI 60300-3. Elle peut être utilisée pour appliquer un programme de maintenabilité couvrant le point de départ, les phases de développement et de mise en service d'une entité, et fait partie des opérations décrites dans la CEI 60300-2. Elle fournit aussi des lignes directrices sur la façon de considérer les aspects de maintenance afin qu'ils atteignent l'optimum de maintenabilité.

INTRODUCTION

The design of an item includes the need for efficient maintenance techniques to ensure that the item continues to operate properly. Before it is put into service it is necessary to verify that the proposed maintenance procedures can be executed as designed and the collection and analysis of data is an essential part of the verification process.

The data used for verification may come from a variety of sources and what is used in particular circumstances will depend on many factors, including what historical data are available and the status of the design. For verification that maintainability targets have been met, it is preferable to conduct tests that generate data on the product under review. Historical data have to be sorted for relevance to the project and when useful data have been selected, they are analysed to provide the information required.

There are a number of verification procedures that are explained in this standard with the associated analysis techniques. They are designed to check the adequacy of the maintenance procedures, the tools and equipment supplied for maintenance, the adequacy of the technical publications and the ease of maintenance of the item. This enables improvements to be made to the maintenance procedures and, if necessary, modifications to be carried out on the item to improve maintainability. It is important to include any required changes to the design of the item as early as possible, if possible before the start of production, in order to minimize costs.

This initial analysis is, in most cases, a statistical analysis based on a small sample of data. It is therefore preferable that the collection and analysis of data should go on after the item enters service so that the results achieved by the verification process are refined and improved. These data are important to determine the adequacy of the maintenance support, as this is not so easy to assess in an initial verification analysis.

IEC 60706-3 forms part of a hierarchy of standards dealing with dependability, as described below.

IEC 60300-1 and IEC 60300-2 are the IEC top-level standards that provide guidance on how to incorporate dependability, incorporating reliability, availability and maintainability, into manufactured products. The top-level standard on maintainability is the application guide for maintainability, IEC 60300-3-10, which forms part of the IEC 60300-3 series of standards. It can be used to implement a maintainability programme covering the initiation, development and in-service phases of a product, which form part of the tasks described in IEC 60300-2. It also provides guidance on how the maintenance aspects of the tasks should be considered in order to achieve optimum maintainability.

MAINTENABILITÉ DE MATÉRIEL –

Partie 3: Vérification et recueil, analyse et présentation de données

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60706 décrit les différents aspects de la vérification nécessaire permettant d'assurer que les exigences de maintenabilité spécifiées pour une entité ont été respectées et elle fournit les procédures et méthodes d'essai adaptées. Bien qu'il est recommandé que la vérification de la maintenabilité en elle-même soit une partie imposée de tout programme de maintenabilité (voir la CEI 60300-3-10), chaque cas individuel exige des méthodes appropriées devant être sélectionnées avec attention afin d'assurer l'optimum économique global.

Cette norme traite aussi du recueil, de l'analyse et de la présentation des données de maintenabilité qui peuvent être requises pendant et en fin de la conception, de la production et de l'utilisation de l'entité.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050(191):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60300-3-5, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

CEI 60300-3-10:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-10: Guide d'application – Maintenabilité*

CEI 60300-3-12, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-12: Guide d'application – Soutien logistique intégré*

CEI 60300-3-14, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-14: Guide d'application – Maintenance et support de maintenance*

CEI 60706-2, *Maintenabilité de matériel – Partie 2: Exigences et études de maintenabilité pendant la phase de conception et de développement* [2]

CEI 61160, *Revue de conception (disponible en anglais seulement)* [3]

CEI 61649, *Procédures pour le test d'adéquation, les intervalles de confiance et les limites inférieures de confiance pour les données suivant la distribution de Weibull*

CEI 61710, *Modèle de loi en puissance – Test d'adéquation et méthodes d'estimation des paramètres*

---

[2] A publier.

[3] La deuxième édition de la CEI 61160 date de 2005. Elle existe actuellement seulement en anglais, mais elle remplace la première édition, parue en 1992, qui existait en anglais et en français.

MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT –

Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data

1 Scope

This part of IEC 60706 describes the various aspects of verification necessary to ensure that the specified maintainability requirements of an item have been met and provides suitable procedures and test methods. While maintainability verification as such should be a mandatory part of any maintainability programme (see IEC 60300-3-10), each individual case requires appropriate methods to be carefully selected in order to ensure overall cost-effectiveness.

This standard also addresses the collection, analysis and presentation of maintainability related data, which may be required during, and at the completion of, design and during item production and operation.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050(191):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60300-3-5, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC 60300-3-10:2001, *Dependability management – Part 3-10: Application guide – Maintainability*

IEC 60300-3-12, *Dependability management – Part 3-12: Application guide – Integrated logistic support*

IEC 60300-3-14, *Dependability management – Part 3-14: Application guide – Maintenance and maintenance support*

IEC 60706-2, *Maintainability of equipment – Part 2 – Section Five: Maintainability studies during the design phase* [2]

IEC 61160, *Design review*

IEC 61649, *Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data*

IEC 61710, *Power law model – Goodness-of-fit tests and estimation methods*

---

2 To be published.