IEC 60300-3-11

Edition 2.0 2009-06

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

## Dependability management – Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance

## Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

X

ICS 03.100.40; 03.120.01

ISBN 978-2-88910-098-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

# CONTENTS

FOREWORD ..... 4
INTRODUCTION ..... 6
1 Scope ..... 7
2 Normative references ..... 7
3 Terms, definitions and abbreviations ..... 7
3.1 Definitions ..... 8
3.2 Abbreviations ..... 11
4 Overview ..... 11
4.1 General ..... 11
4.2 Objectives ..... 12
4.3 Types of maintenance ..... 14
5 RCM initiation and planning ..... 15
5.1 Objectives for conducting an RCM analysis ..... 15
5.2 Justification and prioritization ..... 16
5.3 Links to design and maintenance support ..... 16
5.4 Knowledge and training ..... 17
5.5 Operating context ..... 17
5.6 Guidelines and assumptions ..... 18
5.7 Information requirements ..... 19
6 Functional failure analysis ..... 20
6.1 Principles and objectives ..... 20
6.2 Requirements for definition of functions ..... 20
6.2.1 Functional partitioning ..... 20
6.2.2 Development of function statements ..... 20
6.3 Requirements for definition of functional failures ..... 21
6.4 Requirements for definition of failure modes ..... 21
6.5 Requirements for definition of failure effects ..... 22
6.6 Criticality ..... 22
7 Consequence classification and RCM task selection ..... 23
7.1 Principles and objectives ..... 23
7.2 RCM decision process ..... 23
7.3 Consequences of failure ..... 26
7.4 Failure management policy selection ..... 26
7.5 Task interval ..... 27
7.5.1 Data sources ..... 27
7.5.2 Condition monitoring ..... 28
7.5.3 Scheduled replacement and restoration ..... 29
7.5.4 Failure finding ..... 30
8 Implementation ..... 30
8.1 Maintenance task details ..... 30
8.2 Management actions ..... 30
8.3 Feedback into design and maintenance support ..... 30
8.4 Rationalization of tasks ..... 33
8.5 Implementation of RCM recommendations ..... 34
8.6 Age exploration ..... 34
8.7 Continuous improvement ..... 34

8.8 In-service feedback ..... 35
Annex A (informative) Criticality analysis ..... 37
Annex B (informative) Failure finding task intervals ..... 40
Annex C (informative) Failure patterns ..... 42
Annex D (informative) Application of RCM to structures ..... 44
Bibliography ..... 47

Figure 1 – Overview of the RCM process ..... 12
Figure 2 – Evolution of an RCM maintenance programme ..... 14
Figure 3 – Types of maintenance tasks ..... 15
Figure 4 – Relationship between RCM and other support activities ..... 17
Figure 5 – RCM decision diagram ..... 25
Figure 6 – P-F Interval ..... 28
Figure 7 – ILS management process and relationship with RCM analysis ..... 32
Figure 8 – Risk versus cost considerations for rationalization of tasks ..... 33
Figure 9 – RCM continuous improvement cycle ..... 35
Figure C.1 – Dominant failure patterns ..... 42

Table A.1 – Example of a criticality matrix ..... 39
Table C.1 – Failure pattern categories and frequency of occurrence ..... 43

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

# DEPENDABILITY MANAGEMENT –

# Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance

## 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 60300-3-11 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1999, and constitutes a technical revision.

The previous edition was based on ATA[1]-MGS-3; whereas this edition applies to all industries and defines a revised RCM algorithm and approach to the analysis process.

---

1 The Air Transport Association of America.

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

| FDIS | RVD |
|---|---|
| 56/1312/FDIS | 56/1320/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.

A list of all parts in the IEC 60300 series, under the general title *Dependability management* can be found on the IEC website.

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.

# INTRODUCTION

Reliability centred maintenance (RCM) is a method to identify and select failure management policies to efficiently and effectively achieve the required safety, availability and economy of operation. Failure management policies can include maintenance activities, operational changes, design modifications or other actions in order to mitigate the consequences of failure.

RCM was initially developed for the commercial aviation industry in the late 1960s, resulting in the publication of ATA-MGS-3 [1][2]. RCM is now a proven and accepted methodology used in a wide range of industries.

RCM provides a decision process to identify applicable and effective preventive maintenance requirements, or management actions, for equipment in accordance with the safety, operational and economic consequences of identifiable failures, and the degradation mechanism responsible for those failures. The end result of working through the process is a judgement as to the necessity of performing a maintenance task, design change or other alternatives to effect improvements.

The basic steps of an RCM programme are as follows:

a) initiation and planning;

b) functional failure analysis;

c) task selection;

d) implementation;

e) continuous improvement.

All tasks are based on safety in respect of personnel and environment, and on operational or economic concerns. However, it should be noted that the criteria considered will depend on the nature of the product and its application. For example, a production process will be required to be economically viable, and may be sensitive to strict environmental considerations, whereas an item of defence equipment should be operationally successful, but may have less stringent safety, economic and environmental criteria.

Maximum benefit can be obtained from an RCM analysis if it is conducted at the design stage, so that feedback from the analysis can influence design. However, RCM is also worthwhile during the operation and maintenance phase to improve existing maintenance tasks, make necessary modifications or other alternatives.

Successful application of RCM requires a good understanding of the equipment and structure, as well as the operational environment, operating context and the associated systems, together with the possible failures and their consequences. Greatest benefit can be achieved through targeting of the analysis to where failures would have serious safety, environmental, economic or operational effects.

---

2 Figures in square brackets refer to the bibliography.

# DEPENDABILITY MANAGEMENT –

# Part 3-11: Application guide – Reliability centred maintenance

## 1 Scope

This part of IEC 60300 provides guidelines for the development of failure management policies for equipment and structures using reliability centred maintenance (RCM) analysis techniques.

This part serves as an application guide and is an extension of IEC 60300-3-10, IEC 60300-3-12 and IEC 60300-3-14. Maintenance activities recommended in all three standards, which relate to preventive maintenance, may be implemented using this standard.

The RCM method can be applied to items such as ground vehicles, ships, power plants, aircraft, and other systems which are made up of equipment and structure, e.g. a building, airframe or ship's hull. Typically, equipment comprises a number of electrical, mechanical, instrumentation or control systems and subsystems which can be further broken down into progressively smaller groupings, as required.

This standard is restricted to the application of RCM techniques and does not include aspects of maintenance support, which are covered by the above-mentioned standards or other dependability and safety standards.

## 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 – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60300-3-2, *Dependability management – Part 3-2: Application guide – Collection of dependability data from the field*

IEC 60300-3-10, *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 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 50
INTRODUCTION ..... 52
1 Domaine d'application ..... 53
2 Références normatives ..... 53
3 Termes, définitions et abréviations ..... 54
3.1 Définitions ..... 54
3.2 Abréviations ..... 57
4 Vue d'ensemble ..... 57
4.1 Généralités ..... 57
4.2 Objectifs ..... 58
4.3 Types de maintenance ..... 60
5 Début et planification de la MBF ..... 61
5.1 Objectifs pour la réalisation d'une analyse de MBF ..... 61
5.2 Justification et hiérarchisation ..... 62
5.3 Liens entre la conception et le support de maintenance ..... 62
5.4 Connaissances et formation ..... 63
5.5 Contexte de fonctionnement ..... 64
5.6 Lignes directrices et hypothèses ..... 64
5.7 Exigences relatives aux informations ..... 65
6 Analyse des défaillances fonctionnelles ..... 66
6.1 Principes et objectifs ..... 66
6.2 Exigences relatives à la définition des fonctions ..... 66
6.2.1 Décomposition fonctionnelle ..... 66
6.2.2 Elaboration de la détermination des fonctions ..... 67
6.3 Exigences relatives à la définition des défaillances fonctionnelles ..... 67
6.4 Exigences relatives à la définition des modes de défaillance ..... 68
6.5 Exigences relatives à la définition des effets des défaillances ..... 68
6.6 Criticité ..... 69
7 Classement des conséquences et sélection des tâches de la MBF ..... 69
7.1 Principes et objectifs ..... 69
7.2 Processus décisionnel de la MBF ..... 70
7.3 Conséquences d'une défaillance ..... 72
7.4 Choix de la politique de gestion des défaillances ..... 72
7.5 Intervalle entre tâches ..... 73
7.5.1 Sources de données ..... 73
7.5.2 Surveillance de l'état ..... 74
7.5.3 Remplacement et remise en état programmés ..... 76
7.5.4 Localisation des défaillances ..... 76
8 Mise en œuvre ..... 76
8.1 Détails des tâches de maintenance ..... 76
8.2 Actions de gestion ..... 77
8.3 Retour du support de conception et de maintenance ..... 77
8.4 Rationalisation des tâches ..... 79
8.5 Mise en œuvre des recommandations de la MBF ..... 80
8.6 Evaluation de l'effet du vieillissement ..... 80
8.7 Amélioration continue ..... 81

8.8 Retour d'exploitation ..... 82
Annexe A (informative) Analyse de la criticité ..... 83
Annexe B (informative) Intervalles entre les tâches de localisation des défaillances ..... 87
Annexe C (informative) Modèles de défaillance ..... 89
Annexe D (informative) Application de la MBF aux structures ..... 91
Bibliographie ..... 94

Figure 1 – Présentation générale du processus de la MBF ..... 58
Figure 2 – Evolution d'un programme de maintenance MBF ..... 60
Figure 3 – Types de tâches de maintenance ..... 61
Figure 4 – Relation entre la MBF et d'autres activités de soutien ..... 63
Figure 5 – Diagramme décisionnel de MBF ..... 71
Figure 6 – Intervalle P-F ..... 75
Figure 7 – Processus de gestion du SLI et relation avec l'analyse de la MBF ..... 78
Figure 8 – Considérations des risques par rapport aux coûts pour la rationalisation des tâches ..... 79
Figure 9 – Cycle d'amélioration continue de la MBF ..... 81
Figure C.1 – Modèles de défaillance dominants ..... 89

Tableau A.1 – Exemple de matrice conséquences / probabilités ..... 85
Tableau C.1 – Catégories et fréquence d'apparition des modèles de défaillance ..... 90

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

# GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

## Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

## 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 60300-3-11 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1999, et elle constitue une révision technique.

L'édition précédente était basée sur l'ATA[1]-MG-3; tandis que la présente édition est applicable à toutes les industries et elle définit un algorithme révisé du MBF et une méthode pour le processus d'analyse.

_____

1 The Air Transport Association of America.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | RVD |
|---|---|
| 56/1312/FDIS | 56/1320/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60300, sous le titre général *Sûreté de fonctionnement,* est disponible sur le site web de la CEI.

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.

# INTRODUCTION

La maintenance basée sur la fiabilité (MBF) est une méthode pour identifier et sélectionner les politiques de gestion des défaillances permettant d'atteindre réellement et efficacement la sécurité, la disponibilité et le fonctionnement à l'optimum économique requis. Les politiques de gestion des défaillances peuvent inclure des activités de maintenance, des modifications opérationnelles, des modifications de conception et d'autres actions afin de réduire les conséquences d'une défaillance.

La MBF fut initialement développée à la fin des années 1960 pour l'industrie aéronautique civile et elle a eu pour résultat la publication de l'ATA-MGS-3[1][2]. La MBF est désormais une méthodologie démontrée et acceptée, utilisée dans de larges domaines de l'industrie.

La MBF fournit un processus décisionnel destiné à identifier des exigences efficaces en matière de maintenance préventive ou des actions de gestion applicables pour des équipements, en fonction des conséquences opérationnelles et économiques ainsi que des conséquences sur la sécurité liées à chaque défaillance identifiable et à chaque mécanisme de dégradation responsable de ces défaillances. Le résultat final obtenu grâce à l'emploi du processus constitue un jugement sur la nécessité d'effectuer une opération de maintenance ou des alternatives de conception pour effectuer des améliorations.

Les étapes fondamentales d'un programme de MBF sont les suivantes:

a) début et planification;

b) analyse des défaillances fonctionnelles;

c) sélection des tâches;

d) mise en œuvre;

e) amélioration continue.

Toutes les tâches sont fondées sur des considérations relatives à la sécurité tant du personnel que de l'environnement et d'ordre opérationnel ou économique. Toutefois, il convient de noter que les critères pris en considération dépendent de la nature du produit et de ses applications. Par exemple, un processus de production doit être économiquement viable et peut être sensible à des considérations strictes relatives à l'environnement, alors qu'il convient qu'un matériel de défense soit fiable en opération mais peut supporter des critères de sécurité, économiques et environnementaux moins sévères.

Une analyse de MBF peut conduire à un bénéfice maximal si elle est conduite à l'étape de la conception de sorte que le retour de l'analyse peut influencer la conception. Cependant la MBF est aussi judicieuse en phases opérationnelles et de maintenance pour améliorer les tâches de maintenance existante et faire les modifications nécessaires ou mettre en place des alternatives.

La réussite de l'application de la MBF nécessite la connaissance des équipements et des structures, de l'environnement opérationnel, du contexte en exploitation et des systèmes associés ainsi que la compréhension de leurs défaillances et des conséquences de celles-ci. Le bénéfice le plus grand peut être obtenu quand l'analyse est menée là où les défaillances auraient des effets sévères sur la sécurité, l'environnement, l'économie ou l'exploitation.

---

2 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

# GESTION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT –

## Partie 3-11: Guide d'application – Maintenance basée sur la fiabilité

## 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60300 fournit des lignes directrices permettant l'élaboration d'une politique de gestion des défaillances pour des équipements et des structures, fondée sur une analyse de maintenance basée sur la fiabilité (MBF).

Cette partie sert comme guide d'application et est un prolongement des CEI 60300-3-10, CEI 60300-3-12 et CEI 60300-3-14. Les activités de maintenance recommandées dans les trois normes et qui se rapportent à la maintenance préventive peuvent être mises en œuvre en utilisant la présente norme.

La méthode MBF peut être appliquée à des entités telles que des véhicules terrestres, des bateaux, des centrales électriques, des avions, et d'autres systèmes, qui sont constituées d'équipements et de structures, tels qu'une construction, une structure d'avion ou la coque d'un bateau. Généralement, un équipement comprend un certain nombre de systèmes électriques, mécaniques, d'instrumentation ou de commande et des sous-systèmes qui peuvent encore être décomposés en sous-ensembles de plus en plus petits, selon le besoin.

La présente norme concerne seulement l'application des techniques de MBF et ne comprend pas les aspects relatifs au support de maintenance qui sont traités dans les normes mentionnées ci-dessus ou dans d'autres normes de sûreté de fonctionnement et de sécurité.

## 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 – Chapitre 191: Sûreté de fonctionnement et qualité de service*

CEI 60300-3-2, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-2: Guide d'application – Recueil de données de sûreté de fonctionnement dans des conditions d'exploitation*

CEI 60300-3-10, *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 60812, *Techniques d'analyse de la fiabilité du système – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*