

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61078

Deuxième édition
Second edition
2006-01

**Techniques d'analyse pour la sûreté
de fonctionnement –
Bloc-diagramme de fiabilité et
méthodes booléennes**

**Analysis techniques for dependability –
Reliability block diagram
and boolean methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61078:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61078

Deuxième édition
Second edition
2006-01

**Techniques d'analyse pour la sûreté
de fonctionnement –
Bloc-diagramme de fiabilité et
méthodes booléennes**

**Analysis techniques for dependability –
Reliability block diagram and
boolean methods**

© 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	12
4 Symboles et termes abrégés	14
5 Hypothèses et limitations.....	16
5.1 Indépendance des événements	16
5.2 Événements séquentiels.....	16
5.3 Distribution des temps avant défaillance.....	16
6 Etablissement des définitions des états opérationnel/défaillant du système	16
6.1 Considérations générales	16
6.2 Considérations détaillées	18
7 Modèles élémentaires.....	20
7.1 Développement du modèle	20
7.2 Evaluation du modèle	24
8 Modèles plus complexes.....	30
8.1 Procédures générales	30
8.2 Modèles avec blocs communs	40
8.3 m de n modèles (dispositifs non identiques).....	44
8.4 Méthode de réduction.....	44
9 Extension des méthodes du bloc-diagramme de fiabilité aux calculs de la disponibilité	46
Annexe A (informative) Récapitulatif des formules	50
Annexe B (informative) Méthodes booléennes disjointes.....	58
Bibliographie.....	70
Figure 1 – Bloc-diagramme de fiabilité en série	20
Figure 2 – Bloc-diagramme de fiabilité en séries dupliquées (ou parallèles).....	20
Figure 3 – Bloc-diagramme de fiabilité dupliqué (ou parallèle) en série.....	22
Figure 4 – Bloc-diagramme de fiabilité mixte avec redondance	22
Figure 5 – Autre type de bloc-diagramme de fiabilité mixte avec redondance.....	22
Figure 6 – Redondance 2/3.....	22
Figure 7 – Redondance 2/4.....	22
Figure 8 – Bloc diagramme non représenté facilement par un arrangement de blocs série/parallèle	24
Figure 9 – Arrangement parallèle de blocs.....	26
Figure 10 – Redondance en attente	28
Figure 11 – Représentation de la Figure 8, quand l'entité A est défaillante	32
Figure 12 – Représentation de la Figure 8, quand l'entité A est opérationnelle	32

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 Symbols and abbreviated terms.....	15
5 Assumptions and limitations	17
5.1 Independence of events	17
5.2 Sequential events.....	17
5.3 Distribution of times to failure	17
6 Establishment of system success/failure definitions.....	17
6.1 General considerations.....	17
6.2 Detailed considerations	19
7 Elementary models	21
7.1 Developing the model.....	21
7.2 Evaluating the model.....	25
8 More complex models.....	31
8.1 General procedures.....	31
8.2 Models with common blocks	41
8.3 m out of n models (non-identical items).....	45
8.4 Method of reduction.....	45
9 Extension of reliability block diagram methods to availability calculations	47
Annex A (informative) Summary of formulæ	51
Annex B (informative) Boolean disjointing methods.....	59
Bibliography.....	71
Figure 1 – Series reliability block diagram.....	21
Figure 2 – Duplicated (or parallel) series reliability block diagram	21
Figure 3 – Series duplicated (or parallel) reliability block diagram	23
Figure 4 – Mixed redundancy reliability block diagram	23
Figure 5 – Another type of mixed redundancy reliability block diagram.....	23
Figure 6 – 2/3 redundancy	23
Figure 7 – 2/4 redundancy	23
Figure 8 – Diagram not easily represented by series/parallel arrangement of blocks.....	25
Figure 9 – Parallel arrangement of blocks	27
Figure 10 – Standby redundancy	29
Figure 11 – Representation of Figure 8 when item A has failed.....	33
Figure 12 – Representation of Figure 8 when item A is working	33

Figure 13 – Arrangement parallèle avec une entité opérationnelle nécessaire sur trois	34
Figure 14 – Bloc-diagramme de fiabilité utilisant une flèche pour aider à définir l'état réussi du système.....	40
Figure 15 – Variante de la Figure 14 utilisant des blocs communs	40
Figure 16 – 2 sur 5 système non identique.....	44
Figure 17 – Illustration de groupements de blocs avant réduction	46
Figure 18 – Bloc-diagramme bloc de fiabilité après réduction.....	46
Tableau 1 – Application de la table de vérité à l'exemple de la Figure 13.....	36
Tableau 2 – Application de la table de vérité à l'exemple de la Figure 8.....	38
Tableau 3 – Application de la table de vérité aux exemples des Figures 14 et 15	42

This document is a preview generated by EVS

Figure 13 – One-out-of-three parallel arrangement	35
Figure 14 – Reliability block diagram using an arrow to help define system success	41
Figure 15 – Alternative representation of Figure 14 using common blocks	41
Figure 16 – 2-out-of-5 non-identical system	45
Figure 17 – Illustrating grouping of blocks before reduction	47
Figure 18 – Reduced reliability block diagrams	47
Table 1 – Application of truth table to the example of Figure 13	37
Table 2 – Application of truth table to the example of Figure 8	39
Table 3 – Application of truth table to the examples of Figures 14 and 15	43

This document is a preview generated by EVS

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNIQUES D'ANALYSE POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT – BLOC-DIAGRAMME DE FIABILITÉ ET MÉTHODES BOOLÉENNES

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 61078 a été établie par le comité d'études 56 de la CEI: Sûreté de fonctionnement.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition publiée en 1991. Elle constitue une révision technique complète. La principale modification par rapport à la précédente édition porte sur l'ajout d'un article concernant les méthodes disjointes booléennes (Annexe B).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1071/FDIS	56/1089/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ANALYSIS TECHNIQUES FOR DEPENDABILITY – RELIABILITY BLOCK DIAGRAM AND BOOLEAN METHODS

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardisation comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardisation 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 61078 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1991, and constitutes a full technical revision. The major change with respect to the previous edition is that an additional clause on Boolean disjointing methods (Annex B) has been added.

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

FDIS	Report on voting
56/1071/FDIS	56/1089/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.

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.

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

Différentes méthodes analytiques de sûreté de fonctionnement sont disponibles, dont le Bloc-diagramme de fiabilité (BDF) fait partie. Avant de commencer un travail sur le BDF, il convient que l'analyste examine l'objet de chaque méthode et de leur pertinence individuelle ou combinée dans l'évaluation de la fiabilité et de la disponibilité d'un système ou d'un composant donné. Il est recommandé que les résultats pouvant être obtenus par chaque méthode soient pris en considération, ainsi que les données exigées pour mener l'analyse, la complexité de celle-ci, et les autres facteurs identifiés dans cette norme.

Un Bloc-diagramme de fiabilité (BDF) est une représentation picturale de la performance de fiabilité d'un système. Il montre la connexion logique de composants nécessaires au fonctionnement réussi du système (ci-après appelé «état opérationnel du système»).

INTRODUCTION

Different analytical methods of dependability analysis are available, of which the reliability block diagram (RBD) is one. The purpose of each method and their individual or combined applicability in evaluating the reliability and availability of a given system or component should be examined by the analyst prior to starting work on the RBD. Consideration should also be given to the results obtainable from each method, data required to perform the analysis, complexity of analysis and other factors identified in this standard.

A reliability block diagram (RBD) is a pictorial representation of a system's reliability performance. It shows the logical connection of (functioning) components needed for successful operation of the system (hereafter referred to as "system success").

TECHNIQUES D'ANALYSE POUR LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT – BLOC-DIAGRAMME DE FIABILITÉ ET MÉTHODES BOOLÉENNES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les procédures de modélisation de la sûreté de fonctionnement d'un système et l'utilisation du modèle pour calculer la fiabilité et la disponibilité.

La technique de modélisation BDF est destinée à être appliquée principalement aux systèmes sans réparation et où l'ordre d'apparition des défaillances n'a pas d'importance. Pour les systèmes où l'ordre des défaillances est à prendre en compte, ou lorsque des réparations sont effectuées, d'autres techniques de modélisation, telle que l'analyse de Markov conviennent mieux.

Il convient de noter que, bien que le mot «réparer» soit fréquemment utilisé dans cette norme, le mot «restaurer» est également applicable. Il est à noter également que les mots «entité/dispositif» et «bloc» sont beaucoup utilisés dans cette norme: le plus souvent de façon interchangeable.

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 61025, *Analyse par arbre de panne (AAP)*

ISO 3534-1:1993, *Statistiques – Vocabulaire et symboles – Partie 1: Probabilité et termes statistiques généraux*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions fournis dans la CEI 60050-191 et l'ISO 3534-1 s'appliquent.

ANALYSIS TECHNIQUES FOR DEPENDABILITY – RELIABILITY BLOCK DIAGRAM AND BOOLEAN METHODS

1 Scope

This International Standard describes procedures for modelling the dependability of a system and for using the model in order to calculate reliability and availability measures.

The RBD modelling technique is intended to be applied primarily to systems without repair and where the order in which failures occur does not matter. For systems where the order of failures is to be taken into account or where repairs are to be carried out, other modelling techniques, such as Markov analysis, are more suitable.

It should be noted that although the word “repair” is frequently used in this standard, the word “restore” is equally applicable. Note also that the words “item” and “block” are used extensively throughout this standard: in most instances interchangeably.

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 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

ISO 3534-1:1993, *Statistics – Vocabulary and symbols – Part 1: Probability and general statistical terms*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60050-191 and ISO 3534-1 apply.