

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61124

Deuxième édition
Second edition
2006-03

**Essais de fiabilité –
Plan d'essais de conformité d'un taux de
défaillance constant et d'une intensité
de défaillance constante**

**Reliability testing –
Compliance tests for constant failure rate
and constant failure intensity**

© 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 **XF**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	14
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives.....	18
3 Termes, définitions, symboles et acronymes.....	20
3.1 Termes et définitions	20
3.2 Acronymes et symboles.....	20
4 Exigences générales et domaine d'applicabilité	24
4.1 Exigences	24
4.2 Applicabilité aux entités réparées et remplacées	24
4.3 Types de plans d'essais.....	26
5 Méthode générale d'essai.....	28
5.1 Conditions d'essai	28
5.2 Caractéristiques générales des plans d'essais	28
5.3 Données à enregistrer	30
5.4 Calcul du temps d'essai accumulé, T^*	30
5.5 Nombre de défaillances	32
6 Plans d'essais progressifs	32
6.1 Généralités.....	32
6.2 Méthode d'essai commune.....	32
6.3 Critères de décision	34
6.4 Vue d'ensemble des plans d'essais.....	34
7 Plans d'essais censurés – Plans d'essais à durée fixe.....	36
7.1 Généralités.....	36
7.2 Méthode d'essai commune	36
7.3 Critères de décision	36
7.4 Plans d'essais	38
8 Etude de plans d'essai tronqués/censurés alternatifs.....	38
8.1 Généralités.....	38
8.2 Procédure de conception.....	40
8.3 Méthode d'essai commune.....	40
8.4 Critères de décision	40
9 Plans d'essais à durée calendaire censurés pour entités non réparées	42
9.1 Généralités.....	42
9.2 Méthode d'essai commune.....	42
9.3 Critères de décision	42
9.4 Utilisation du Tableau 2 de la CEI 61123:1991 pour les essais à durée calendaire	44
10 Plans d'essais combinés	46
10.1 Généralités.....	46
10.2 Méthode d'essai commune.....	46
10.3 Critères de décision	46
10.4 Plans d'essais	48
11 Réalisation de l'essai	48
12 Présentation des résultats	48

CONTENTS

FOREWORD.....	15
1 Scope.....	19
2 Normative references.....	19
3 Terms, definitions, symbols and acronyms	21
3.1 Terms and definitions	21
3.2 Acronyms and symbols	21
4 General requirements and area of application.....	25
4.1 Requirements	25
4.2 Applicability to replaced and repaired items	25
4.3 Types of test plans.....	27
5 General test procedure.....	29
5.1 Test conditions	29
5.2 General characteristics of the test plans.....	29
5.3 Data to be recorded.....	31
5.4 Calculation of accumulated test time, T^*	31
5.5 Number of failures.....	33
6 Sequential test plans	33
6.1 General.....	33
6.2 Common test procedure.....	33
6.3 Decision criteria.....	35
6.4 Overview of test plans	35
7 Fixed time/failure terminated test plans - Fixed duration test plans.....	37
7.1 General.....	37
7.2 Common test procedure.....	37
7.3 Decision criteria.....	37
7.4 Test plans	39
8 Design of alternative time failure terminated test plans.....	39
8.1 General.....	39
8.2 Design procedures.....	41
8.3 Common test procedure.....	41
8.4 Decision criteria.....	41
9 Calendar time/failure terminated test plans for non-replaced items	43
9.1 General.....	43
9.2 Common test procedure.....	43
9.3 Decision criteria.....	43
9.4 Use of Table 2 of IEC 61123:1991 for fixed calendar time tests	45
10 Combined test plans	47
10.1 General.....	47
10.2 Common test procedure.....	47
10.3 Decision criteria.....	47
10.4 Test plans	49
11 Performing the test	49
12 Presentation of results	49

Annexe A (normative) Tableaux et graphiques relatifs aux plans d'essais progressifs.....	50
Annexe B (normative) Graphiques relatifs aux plans d'essais censurés systématiques	88
Annexe C (normative) Graphiques relatifs aux plans d'essais censurés alternatifs	106
Annexe D (normative) Tableaux et graphiques pour plan d'essais combinés et plans d'essais progressifs supplémentaires	120
Annexe E (informative) Exemple et référence mathématiques pour les plans d'essais progressifs.....	158
Annexe F (informative) Conception des plans d'essais progressifs en utilisant un tableur électronique.....	174
Annexe G (informative) Exemples et références mathématiques relatifs aux plans d'essais censurés à durée fixe.....	196
Annexe H (informative) Conception des plans d'essais progressifs en utilisant un tableur électronique.....	200
Annexe I (informative) Exemples et référence mathématiques relatifs à l'étude de plans d'essais censurés alternatifs.....	212
Annexe J (informative) Exemples et références mathématiques relatifs aux plans d'essais à durée calendaire censurés.....	228
Annexe K (informative) Déduction et référence mathématique pour les plans d'essais optimisés de GOST 27.402.....	232
 Bibliographie.....	 248
 Figure A.1 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.1.....	 50
Figure A.2 – Plan d'essais A.1 – Courbe d'efficacité.....	54
Figure A.3 – Plan d'essais A.1 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	54
Figure A.4 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.2.....	56
Figure A.5 – Plan d'essais A.2 – Courbe d'efficacité.....	58
Figure A.6 – Plan d'essais A.2 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	58
Figure A.7 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.3.....	60
Figure A.8 – Plan d'essais A.3 – Courbe d'efficacité.....	62
Figure A.9 – Plan d'essais A.3 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	62
Figure A.10 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.4.....	64
Figure A.11 – Plan d'essais A.4 – Courbe d'efficacité.....	66
Figure A.12 – Plan d'essais A.4 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	66
Figure A.13 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.5.....	68
Figure A.14 – Plan d'essais A.5 – Courbe d'efficacité.....	70
Figure A.15 – Plan d'essais A.5 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	70
Figure A.16 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.6.....	72
Figure A.17 – Plan d'essais A.6 – Courbe d'efficacité.....	74
Figure A.18 – Plan d'essais A.6 – Valeur moyenne du temps d'essai cumulé au moment de la décision.....	74
Figure A.19 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.7.....	76
Figure A.20 – Plan d'essais A.7 – Courbe d'efficacité.....	78

Annex A (normative) Tables and graphs for sequential test plans	51
Annex B (normative) Graphs for fixed time/failure terminated test plans	89
Annex C (normative) Graphs for alternative time/failure terminated test plans.....	107
Annex D (normative) Tables and graphs for combined test plans and additional sequential test plans.....	121
Annex E (informative) Examples and mathematical references for sequential test plans.....	159
Annex F (informative) Design of sequential test plans using a spreadsheet program.....	175
Annex G (informative) Examples and mathematical references for fixed duration time/failure terminated test plans	197
Annex H (informative) Design of fixed duration time/failure terminated test plans using a spreadsheet program.....	201
Annex I (informative) Examples and mathematical references for the design of alternative time/failure terminated test plans	213
Annex J (informative) Examples and mathematical references for the calendar time terminated test plans	229
Annex K (informative) Derivation and mathematical reference for the optimized test plans of GOST 27.402	233
 Bibliography.....	 249
 Figure A.1 – Accept and reject lines for test plan A.1	 51
Figure A.2 – Test plan A.1 – Operating characteristic curve.....	55
Figure A.3 – Test plan A.1 – Expected accumulated test time to decision.....	55
Figure A.4 – Accept and reject lines for test plan A.2	57
Figure A.5 – Test plan A.2 – Operating characteristic curve	59
Figure A.6 – Test plan A.2 – Expected accumulated test time to decision.....	59
Figure A.7 – Accept and reject lines for test plan A.3	61
Figure A.8 – Test plan A.3 – Operating characteristic curve	63
Figure A.9 – Test plan A.3 – Expected accumulated test time to decision.....	63
Figure A.10 – Accept and reject lines for test plan A.4.....	65
Figure A.11 – Test plan A.4 – Operating characteristic curve	67
Figure A.12 – Test plan A.4 – Expected accumulated test time to decision	67
Figure A.13 – Accept and reject lines for test plan A.5.....	69
Figure A.14 – Test plan A.5 – Operating characteristic curve	71
Figure A.15 – Test plan A.5 – Expected accumulated test time to decision	71
Figure A.16 – Accept and reject lines for test plan A.6.....	73
Figure A.17 – Test plan A.6 - Operating characteristic curve.....	75
Figure A.18 – Test plan A.6 – Expected accumulated test time to decision	75
Figure A.19 – Accept and reject lines for test plan A.7.....	77
Figure A.20 – Test plan A.7 – Operating characteristic curve	79

Figure A.21 – Plan d’essais A.7 – Valeur moyenne du temps d’essai cumulé au moment de la décision 78

Figure A.22 – Lignes d’acceptation et de rejet pour le plan d’essais A.8..... 80

Figure A.23 – Plan d’essais A.8 – Courbe d’efficacité..... 82

Figure A.24 – Plan d’essais A.8 – Valeur moyenne du temps d’essai cumulé au moment de la décision 82

Figure A.25 – Lignes d’acceptation et de rejet pour le plan d’essais A.9..... 84

Figure A.26 – Plan d’essais A.9 – Courbe d’efficacité..... 86

Figure A.27 – Plan d’essais A.9 – Valeur moyenne du temps d’essai cumulé au moment de la décision 86

Figure B.1 – Courbes d’efficacité pour les plans d’essais B.1, B.2, B.3 et B.4 87

Figure B.2 – Plan d’essais B.1 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision..... 90

Figure B.3 – Plan d’essais B.2 –Durée d’essai cumulée au moment de la décision 90

Figure B.4 – Plan d’essais B.3 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 92

Figure B.5 – Plan d’essais B.4 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 92

Figure B.6 – Courbes d’efficacité pour les plans d’essais B.5, B.6, B.7 et B.8 94

Figure B.7 – Plan d’essais B.5 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 94

Figure B.8 – Plan d’essais B.6 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 96

Figure B.9 – Plan d’essais B.7 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 96

Figure B.10 – Plan d’essais B.8 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 98

Figure B.11 – Courbes d’efficacité pour les plans d’essais B.9, B.10 et B.11 98

Figure B.12 – Plan d’essais B.9 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 100

Figure B.13 – Plan d’essais B.10 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 100

Figure B.14 – Plan d’essais B.11 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 102

Figure B.15 – Courbes d’efficacité pour les plans d’essais B.12 et B.13 102

Figure B.16 – Plan d’essais B.12 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 104

Figure B.17 – Plan d’essais B.13 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision 104

Figure C.1 – Rapport de discrimination, D , et nombre acceptable de défaillances $c = 0$ à 8, en fonction de l’espérance mathématique du nombre de défaillances, μ_0 , pour les valeurs recommandées de 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 % et 30 % de $\alpha = \beta$ 112

Figure C.2 – Courbes d’efficacité pour $c = 0$ à 8; probabilité d’acceptation, P_a en fonction de l’espérance mathématique du nombre (inconnu) vrai de défaillances, μ 114

Figure C.3 – Rapport de discrimination, D , en fonction de l’espérance mathématique du nombre de défaillances, μ_0 , pour les valeurs recommandées de 2,5 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 % et 30 % de $\alpha = \beta$ 116

Figure C.4 – Nombre acceptable de défaillance, c , moins l’espérance mathématique du nombre de défaillances, μ_0 $\Delta\mu_0 = c - \mu_0$ en fonction de l’espérance mathématique du nombre de défaillances μ_0 pour les valeurs recommandées 2,5 %, 5 %, 10 %, 20 %, et 30 % de $\alpha = \beta$ 118

Figure D.1 – Lignes d’acceptation et de rejet..... 122

Figure D.2 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision T_e^* 124

Figure D.3 – Durée d’essai cumulée au moment de l’acceptation $T_e^*(+)$ 124

Figure D.4 – Courbe d’efficacité P_a 124

Figure D.5 – Lignes d’acceptation et de rejet..... 126

Figure D.6 – Durée d’essai cumulée au moment de la décision T_e^* 130

Figure A.21 – Test plan A.7 – Expected accumulated test time to decision	79
Figure A.22 – Accept and reject lines for test plan A.8.....	81
Figure A.23 – Test plan A.8 – Operating characteristic curve	83
Figure A.24 – Test plan A.8 – Expected accumulated test time to decision	83
Figure A.25 – Accept and reject lines for test plan A.9.....	85
Figure A.26 – Test plan A.9 – Operating characteristic curve	87
Figure A.27 – Test plan A.9 – Expected accumulated test time to decision	87
Figure B.1 – Operating characteristic curves for test plans B.1, B.2, B.3 and B.4	89
Figure B.2 – Test plan B.1 – Expected test time to decision	91
Figure B.3 – Test plan B.2 – Expected test time to decision	91
Figure B.4 – Test plan B.3 – Expected test time to decision	93
Figure B.5 – Test plan B.4 – Expected test time to decision	93
Figure B.6 – Operating characteristic curves for test plans B.5, B.6, B.7 and B.8	95
Figure B.7 – Test plan B.5 – Expected test time to decision	95
Figure B.8 – Test plan B.6 – Expected test time to decision	97
Figure B.9 – Test plan B.7 – Expected test time to decision	97
Figure B.10 – Test plan B.8 – Expected test time to decision	99
Figure B.11 – Operating characteristic curves for test plans B.9, B.10 and B.11.....	99
Figure B.12 – Test plan B.9 – Expected test time to decision	101
Figure B.13 – Test plan B.10 – Expected test time to decision.....	101
Figure B.14 – Test plan B.11– Expected test time to decision	103
Figure B.15 – Operating characteristic curves for test plans B.12 and B.13	103
Figure B.16 – Test plan B.12 – Expected test time to decision.....	105
Figure B.17 – Test plan B.13 – Expected test time to decision.....	105
Figure C.1 – Discrimination ratio, D , and the acceptable number of failures, $c = 0$ to 8, as a function of the expected number of failures, μ_0 , for recommended values, 2,5%, 5%, 10%, 20%, and 30% of $\alpha = \beta$	113
Figure C.2 – Operation characteristic curves for $c = 0$ to 8; probability of acceptance P_a as a function of the (unknown) true expected number of failures, μ	115
Figure C.3 – Discrimination ratio, D , as a function of the expected number of failures, μ_0 , for recommended values, 2,5%, 5%, 10%, 15%, 20% and 30% of $\alpha = \beta$	117
Figure C.4 – Acceptable number of failures c minus expected number of failures, μ_0 , $\Delta\mu_0 = c - \mu_0$ as a function of the expected number of failures μ_0 for recommended values 2,5%, 5%, 10%, 20%, and 30% of $\alpha = \beta$	119
Figure D.1 – Accept and reject lines	123
Figure D.2 – Expected test time to decision T_e^*	125
Figure D.3 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	125
Figure D.4 – Operating characteristic P_a	125
Figure D.5 – Accept and reject lines	127
Figure D.6 – Expected test time to decision T_e^*	131

Figure D.7 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 130

Figure D.8 – Courbe d'efficacité P_a 130

Figure D.9 – Lignes d'acceptation et de rejet 134

Figure D.10 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 136

Figure D.11 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 136

Figure D.12 – Courbe d'efficacité P_a 136

Figure D.13 – Lignes d'acceptation et de rejet 138

Figure D.14 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 140

Figure D.15 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 140

Figure D.16 – Courbe d'efficacité P_a 140

Figure D.17 – Lignes d'acceptation et de rejet 142

Figure D.18 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 144

Figure D.19 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 144

Figure D.20 – Courbe d'efficacité P_a 144

Figure D.21 – Lignes d'acceptation et de rejet 146

Figure D.22 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 148

Figure D.23 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 148

Figure D.24 – Courbe d'efficacité P_a 148

Figure D.25 – Lignes d'acceptation et de rejet 150

Figure D.26 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 152

Figure D.27 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 152

Figure D.28 – Courbe d'efficacité P_a 152

Figure D.29 – Lignes d'acceptation et de rejet 154

Figure D.30 – Durée d'essai cumulée au moment de la décision T_e^* 156

Figure D.31 – Durée d'essai cumulée au moment de l'acceptation $T_e^*(+)$ 156

Figure D.32 – Courbe d'efficacité P_a 156

Figure E.1 – Exemple d'essai progressif utilisant le plan d'essais A.3 – $\alpha = \beta = 10 \%$,
 $D = 3$, $m_0 = 11 \times 10^6$ h; r contre t^* 164

Figure F.1 – Début du tableur préparé pour obtenir un essai progressif et un graphique 176

Figure F.2 – Poursuite du calcul des paramètres pour les lignes nécessaires au
 graphique PRST 178

Figure F.3 – Calcul de la ligne d'acceptation et de rejet pour le graphique PRST 178

Figure F.4 – Détermination du temps de fin de l'essai 180

Figure E.5 – Equations pour la ligne d'acceptation et de rejet avec la fin de l'essai 184

Figure F.6 – Exemple de graphique de tableur SPRT 186

Figure F.7 – Elaboration du tableur pour la réalisation des courbes d'efficacité pour le
 SPRT 190

Figure F.8 – Courbe d'efficacité pour probabilité d'acceptation, P_a 192

Figure D.7 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	131
Figure D.8 – Operating characteristic P_a	131
Figure D.9 – Accept and reject lines	135
Figure D.10 – Expected test time to decision T_e^*	137
Figure D.11 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	137
Figure D.12 – Operating characteristic P_a	137
Figure D.13 – Accept and reject lines	139
Figure D.14 – Expected test time to decision T_e^*	141
Figure D.15 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	141
Figure D.16 – Operating characteristic P_a	141
Figure D.17 – Accept and reject lines	143
Figure D.18 – Expected test time to decision T_e^*	145
Figure D.19 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	145
Figure D.20 – Operating characteristic P_a	145
Figure D.21 – Accept and reject lines	147
Figure D.22 – Expected test time to decision T_e^*	149
Figure D.23 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	149
Figure D.24 – Operating characteristic P_a	149
Figure D.25 – Accept and reject lines	151
Figure D.26 – Expected test time to decision T_e^*	153
Figure D.27 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	153
Figure D.28 – Operating characteristic P_a	153
Figure D.29 – Accept and reject lines	155
Figure D.30 – Expected test time to decision T_e^*	157
Figure D.31 – Expected test time to decision of acceptance $T_e^*(+)$	157
Figure D.32 – Operating characteristic P_a	157
Figure E.1 – Example of a sequential test using test plan A.3 – $\alpha = \beta = 10\%$, $D = 3$, $m_0 = 1,11 \times 10^6$, r versus t^*	165
Figure F.1 – Beginning of the spreadsheet prepared to obtain a sequential test and graph	177
Figure F.2 – Continuation of parameters calculation for the lines necessary for the SPRT graph	179
Figure F.3 – Calculations of accept and reject line for the SPRT graph	179
Figure F.4 – Determination of the test termination time	181
Figure F.5 – Equations for accept and reject line along with the test termination	185
Figure F.6 – SPRT spreadsheet graphing example	187
Figure F.7 – Spreadsheet set-up for construction of the OC curves for the SPRT	191
Figure F.8 – OC curve for probability of acceptance, P_a	193

Figure H.1 – Elaboration du tableur avec équations intégrées – Exemple	202
Figure H.2 – Equations intégrées dans le tableur indiqué à la Figure F.1.....	204
Figure H.3 – Courbe d'efficacité pour essai censuré à durée fixe.....	208
Figure H.4 – Courbe d'efficacité tracée à partir des calculs du tableur	210
Figure K.1 – Types de plan d'essais et terminologie.....	234
Figure K.2 – Principe des plans d'essais.....	238
Figure K.3 – Découpage du graphique correspondant au plan d'essais	238
Figure K.4 – Nœuds intérieurs et nœuds limites	238
Figure K.5 – Chemins vers la ligne d'acceptation.....	240
Figure K.6 – Chemins vers la ligne de rejet	240
Figure K.7 – Probabilités de transfert de chemins entre les nœuds.....	242
Figure K.8 – L'élément récurrent – Deux cas.....	246
Tableau 1 – Avantages et inconvénients des différents types de plan d'essai	26
Tableau 2 – Récapitulatif des plans d'essais progressifs indiqués à l'Annexe A et D.....	34
Tableau 3 – Plans d'essais tronqués/censurés systématiques.....	38
Tableau 4 – Plans d'essais combinés dans l'Annexe D.....	48
Tableau A.1 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.1	52
Tableau A.2 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.2	56
Tableau A.3 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.3	60
Tableau A.4 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.4	64
Tableau A.5 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.5	68
Tableau A.6 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.6	72
Tableau A.7 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.7	76
Tableau A.8 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.8	80
Tableau A.9 – Lignes d'acceptation et de rejet pour le plan d'essais A.9	84
Tableau D.1 – Plans d'essais progressifs dans l'Annexe D	120
Tableau D.2 – Plans d'essais combinés dans l'Annexe D.....	120
Tableau D.3 – Lignes d'acceptation et de rejet	122
Tableau D.4 – Valeur moyenne du temps d'essai au moment de la décision et courbe d'efficacité P_a	126
Tableau D.5 – Lignes d'acceptation et de rejet	128
Tableau D.6 – Valeur moyenne du temps d'essai au moment de la décision et courbe d'efficacité P_a	132
Tableau D.7 – Lignes d'acceptation et de rejet nombre.....	134
Tableau D.8 – Valeur moyenne du temps d'essai au moment de la décision et courbe d'efficacité P_a	136
Figure D.9 – Lignes d'acceptation et de rejet.....	138
Tableau D.10 – Valeur moyenne du temps d'essai au moment de la décision et courbe d'efficacité P_a	140
Tableau D.11 – Lignes d'acceptation et de rejet.....	142
Tableau D.12 – Valeur moyenne du temps d'essai au moment de la décision et courbe d'efficacité P_a	144
Tableau D.13 – Lignes d'acceptation et de rejet.....	146

Figure H.1 – Set-up of the spreadsheet with embedded equations – Example.....	203
Figure H.2 – Equations embedded into the spreadsheet shown in Figure F.1.....	205
Figure H.3 – OC curve for the time/failure terminated fixed duration test	209
Figure H.4 – OC curve plotted from the spreadsheet calculations	211
Figure K.1 – Test plan types and terminology	235
Figure K.2 – Principle of test plans.....	239
Figure K.3 – Partitioning of the test plan graph	239
Figure K.4 – Interior nodes and border nodes.....	239
Figure K.5 – Paths to the accept line	241
Figure K.6 – Paths to the reject line.....	241
Figure K.7 – Probabilities of paths transfer between nodes.....	243
Figure K.8 – The recurrent element – Two cases	247
Table 1 – Advantages and disadvantages for the different test plan types	27
Table 2 – Overview of the sequential test plans given in Annex A and D	35
Table 3 – Fixed time/failure terminated test plans	39
Table 4 – Combined test plans in Annex D.....	49
Table A.1 – Accept and reject lines for test plan A.1	53
Table A.2 – Accept and reject lines for test plan A.2	57
Table A.3 – Accept and reject lines for test plan A.3	61
Table A.4 – Accept and reject lines for test plan A.4	65
Table A.5 – Accept and reject lines for test plan A.5	69
Table A.6 – Accept and reject lines for test plan A.6	73
Table A.7 – Accept and reject lines for test plan A.7	77
Table A.8 – Accept and reject lines for test plan A.8	81
Table A.9 – Accept and reject lines for test plan A.9	85
Table D.1 – Sequential test plans in Annex D.....	121
Table D.2 – Combined test plans in Annex D.....	121
Table D.3 – Accept and reject lines	123
Table D.4 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a	127
Table D.5 – Accept and reject lines	129
Table D.6 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a	133
Table D.7 – Accept and reject lines	135
Table D.8 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a	137
Table D.9 – Accept and reject lines	139
Table D.10 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a	141
Table D.11 – Accept and reject lines	143
Table D.12 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a	145
Table D.13 – Accept and reject lines	147

Tableau D.14 – Valeur moyenne du temps d’essai au moment de la décision et courbe d’efficacité P_a	148
Tableau D.16 – Valeur moyenne du temps d’essai au moment de la décision et courbe d’efficacité P_a	152
Tableau D.17 – Lignes d’acceptation et de rejet.....	154
Tableau D.18 – Valeur moyenne du temps d’essai au moment de la décision et courbe d’efficacité P_a	156
Tableau E.1 – Exemple d’essai progressif utilisant le plan d’essais A.3 (avec donnée d’exemple).....	162
Tableau E. 2 – Constantes pour équations des limites et leurs coordonnées pour les plans d’essais progressifs A.1 à A.9.....	172
Tableau I.1 – Fonction de distribution normale pour des valeurs de u_γ déterminées.....	226
Tableau I.2 – Inverse de la fonction de distribution normale pour des valeurs de $1-\gamma$ déterminées.....	226

Table D.14 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a 149

Table D.16 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a 153

Table D.17 – Accept and reject lines 155

Table D.18 – Expected test time to decision and operating characteristic P_a 157

Table E.1 – Example for a sequential test using test plan A.3 (with example data) 163

Table E.2 – Constants for border line equations and their coordinates for sequential test plans A. 1 to A. 9 173

Table I.1 – Cumulative normal distribution for fixed u_γ value 227

Table I.2 – Inverse cumulative normal distribution for fixed $1-\gamma$ values 227

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS DE FIABILITÉ – PLAN D'ESSAIS DE CONFORMITÉ D'UN TAUX DE DÉFAILLANCE CONSTANT ET D'UNE INTENSITÉ DE DÉFAILLANCE CONSTANTE

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 61124 a été établie par le comité d'étude 56: Sûreté de fonctionnement.

Cette deuxième édition de la CEI 61124 annule et remplace la première édition publiée en 1997 dont elle constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

De nouveaux plans d'essais sont ajoutés, basés sur la Norme russe GOST 27.402 et son objectif est d'être cohérente avec la nouvelle édition de MIL-HDBK-781. Elle comprend les algorithmes pour l'optimisation des plans d'essais en utilisant un tableur électronique, ainsi qu'une liste de plan d'essais. En outre l'accent est mis sur le fait qu'il convient de réitérer l'essai à la suite des modifications de conception.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RELIABILITY TESTING – COMPLIANCE TESTS FOR CONSTANT FAILURE RATE AND CONSTANT FAILURE INTENSITY

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 61124 has been prepared by IEC technical committee 56: Dependability.

This second edition of IEC 61124 cancels and replaces the first edition published in 1997 and constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are as follows:

A number of new test plans have been added based on the Russian standard GOST 27.402 and it is intended to align the new edition of MIL-HDBK-781 with this edition. Algorithms for optimizing test plans using a spreadsheet program are given and a number of optimized test plans are listed. Furthermore, emphasis is laid on the fact that the test should be repeated following design changes.

Les écarts dans les plans d'essais A, B et les Annexes A et B qui provenaient de la CEI 60605-7 ont été corrigés et ces plans sont donc différents de ceux donnés dans la première édition de la CEI 61124. Comme demandé par les comités nationaux, les informations concernant la base mathématique et le tableur électronique ont été déplacées aux annexes informatives. De plus, les listes de symboles ont été divisées, pour obtenir des listes de symboles séparées dans certaines annexes.

Des lignes directrices sur la manière de choisir les plans d'essais ont été ajoutées de même que sur la manière d'utiliser les tableurs électroniques pour les créer. Les plans d'essais A.1 à A.9 et B.1 à B.13 ont été corrigés.

Les paragraphes 8.1, 8.2, 8.3, l'Article 9 et l'Annexe C, les Articles G.2, I.2, I.3 et l'Annexe J ne changent pas, sauf pour la terminologie et les références mises à jour.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
56/1081/FDIS	56/1095/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.

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.

Discrepancies in test plans A, B as well as Annexes A and B that originated in IEC 60605-7 have been corrected so these test plans differ from those given in the first edition of IEC 61124. As requested by the national committees, mathematical background material and spreadsheet program information have been moved to informative annexes. In addition, the symbol lists have been divided, so that some annexes have separate lists of symbols.

Guidance on how to choose test plans has been added as well as guidance on how to use spreadsheet programs to create them. Test plans A.1 to A.9 and B.1 to B.13 have been corrected.

Subclauses 8.1, 8.2, 8.3, Clause 9, Annex C, Clauses G.2, I.2, I.3 and Annex J are unchanged, except for updated terminology and references.

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

FDIS	Report on voting
56/1081/FDIS	56/1095/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.

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.

ESSAIS DE FIABILITÉ – PLAN D'ESSAIS DE CONFORMITÉ D'UN TAUX DE DÉFAILLANCE CONSTANT ET D'UNE INTENSITÉ DE DÉFAILLANCE CONSTANTE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit un certain nombre de plans d'essais optimisés, les courbes d'efficacité associées et les valeurs moyennes des temps d'essais. De plus, les algorithmes pour la conception de plans d'essais à l'aide d'un tableur électronique sont également fournis avec des lignes directrices sur la manière de choisir les plans d'essais.

La présente norme spécifie les méthodes utilisées pour vérifier qu'une valeur observée

- d'un taux de défaillance,
- d'une intensité de défaillance,
- d'un temps moyen avant défaillance (MTTF),
- d'un temps moyen de fonctionnement entre défaillances (MTBF),

est conforme à une exigence donnée.

Il est supposé, sauf spécification contraire, que pendant le temps d'essai cumulé, les durées de fonctionnement avant défaillance ou les durées de fonctionnement entre défaillances sont indépendantes et réparties de façon identique et exponentielle. Cette hypothèse implique que le taux de défaillance ou l'intensité de défaillance est constant.

Les quatre types de plans d'essais suivants sont décrits:

- essais progressifs tronqués;
- plans d'essais censurés (par la durée ou la défaillance);
- essais censurés à durée calendaire déterminée sans remplacement;
- les plans d'essais combinés.

La présente norme ne couvre pas les lignes directrices sur la manière de planifier, réaliser, analyser et faire un rapport sur un essai. Ces informations sont données dans la CEI 60300-3-5.

La présente norme ne couvre pas les conditions d'essais. Ces informations sont données dans la CEI 60605-2 et la CEI 60605, Parties 3-1 à 3-6.

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

CEI 60300-3-5:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

RELIABILITY TESTING – COMPLIANCE TESTS FOR CONSTANT FAILURE RATE AND CONSTANT FAILURE INTENSITY

1 Scope

This International Standard gives a number of optimized test plans, the corresponding operating characteristic curves and expected test times. In addition the algorithms for designing test plans using a spreadsheet program are also given, together with guidance on how to choose test plans.

This standard specifies procedures to test whether an observed value of

- failure rate,
- failure intensity,
- mean time to failure (MTTF),
- mean operating time between failures (MTBF),

conforms to a given requirement.

It is assumed, except where otherwise stated, that during the accumulated test time, the times to failure or the operating times between failures are independent and identically exponentially distributed. This assumption implies that the failure rate or failure intensity is constant.

Four types of test plans are described as follows:

- truncated sequential tests;
- time/failure terminated tests;
- fixed calendar time terminated tests without replacement;
- combined test plans.

This standard does not cover guidance on how to plan, perform, analyse and report a test. This information can be found in IEC 60300-3-5.

This standard does not describe test conditions. This information can be found in IEC 60605-2 and in IEC 60605, Parts 3-1 to 3-6.

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

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

CEI 60605-2, *Essai de fiabilité des équipements – Partie 2: Conception des cycles d'essais*

CEI 60605-3 (toutes les parties), *Essai de fiabilité des équipements – Partie 3: Conditions d'essais préférentielles*

CEI 60605-4:2001, *Essai de fiabilité des équipements – Partie 4: Méthodes statistiques de distribution exponentielle – Estimateurs ponctuels, intervalles de confiance, intervalles de prédiction et intervalles de tolérance*

CEI 60605-6, *Essai de fiabilité des équipements – Partie 6: Test de validité des l'hypothèses du taux de défaillance constant ou de l'intensité de défaillance constante*

CEI 61123:1991, *Essai de fiabilité – Plans d'essai de conformité pour une proportion de succès*

IEC 60605-2, *Equipment reliability testing – Part 2: Design of test cycles*

IEC 60605-3 (all parts), *Equipment reliability testing – Part 3: Preferred test conditions*

IEC 60605-4:2001, *Equipment reliability testing – Part 4: Statistical procedures for exponential distribution – Point estimates, confidence intervals, prediction intervals and tolerance intervals*

IEC 60605-6, *Equipment reliability testing – Part-6: Tests for the validity of the constant failure rate or constant failure intensity assumptions*

IEC 61123:1991, *Reliability testing – Compliance test plans for success ratio*