

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
41**

Troisième édition
Third edition
1991-11

**Essais de réception sur place des turbines
hydrauliques, pompes d'accumulation et
pompes-turbines, en vue de la détermination
de leurs performances hydrauliques**

**Field acceptance tests to determine the
hydraulic performance of hydraulic turbines,
storage pumps and pump-turbines**

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XK**

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

**Essais de réception sur place des turbines
hydrauliques, pompes d'accumulation et
pompes-turbines,
en vue de la détermination
de leurs performances hydrauliques**

**Field acceptance tests to determine
the hydraulic performance of
hydraulic turbines, storage pumps and
pump-turbines**

CORRIGENDUM 1

Correction dans le texte anglais uniquement

Page 3

CONTENTS

In the title of subclause 4.1, instead of

... provision for the test ...

read

... provision for test ...

Page 13

Correction dans le texte anglais uniquement

*In clause 1, **Scope and object**, change the
numeration in order to obtain (as on page 12):*

1 Scope and object

1.1 *Scope*

1.1.1 This International Standard ...

1.1.2 Model tests, when used ...


1.1.3 Tests of speed ...

1.2 *Object*

1.3 *Types of machines*

Page 16


*Dans le tableau, au paragraphe 2.3.1.7 (Limites),
remplacer les signes représentatifs existants par
les nouveaux signes suivants:*



... ne pas dépasser 

... atteindre  ou 

Page 17

*In the table, subclause 2.3.1.7 (Limits), replace the
existing symbols by the following new symbols:*

... not to be exceeded 

... to be reached  or 

In the table, subclause 2.3.6.4, third column, in the sixth line, instead of

$$\dots \text{ and } \bar{g} = -\frac{g_3 + g_4}{2}$$

read

$$\dots \text{ and } \bar{g} = \frac{g_3 + g_4}{2}$$

Dans le tableau, au paragraphe 2.3.6.5, sous «Terme» (deuxième colonne), au lieu de

... pompe d bit

lire

... pompe d bit nul

Correction in the French text only.

Dans la partie supérieure du schéma, placer les deux équations existantes afin de les situer ensemble à droite, au-dessus du schéma décrivant un «Groupe axe horizontal», comme suit:

$$\begin{aligned} Z_1 &= z_1' - z_1 \\ Z_2 &= z_2' - z_2 \end{aligned}$$

In the upper part of the diagram, rearrange the two existing equations so as to place them together, on the right-hand side, above the diagram describing a "Horizontal shaft unit" as follows:

$$\begin{aligned} Z_1 &= z_1' - z_1 \\ Z_2 &= z_2' - z_2 \end{aligned}$$

Dans la bordure de droite du schéma, à la hauteur de la pointe de flèche, ajouter l'équation suivante:

$$z_1 = z_2$$

Add, at the right-hand side of the diagram, level with the arrowhead, the following equation:

$$z_1 = z_2$$

Page 84, figure 14

Correction in the French text only

Dans le schéma, au lieu de «constant», lire partout «constante».

Page 86

Correction in the French text only

6.2.3.2 Erreurs alatoires

Dans l'avant-dernière ligne de la page, au lieu de

. . . dépend de la combinaison des lectures et de la combinaison de l'erreur alatoire . . .

lire

. . . dépend de la combinaison de l'erreur alatoire . . .

Page 128

Page 129

10.2.3.2 Prescriptions complémentaires

10.2.3.2 Additional requirements

Au cinquième alinéa, au lieu de

In the fifth paragraph, instead of

Annexes F et G de l'ISO 3354:

Annexes F and G of ISO 3354:

lire

read

Annexes H et J de l'ISO 3354:

Annexes H and J of ISO 3354:

Correction dans le texte anglais uniquement

Page 141

10.2.5.6 Computation of discharge

In the eighth line of text, instead of

m is the coefficient . . .

read

m is a coefficient . . .

Correction dans le texte anglais uniquement

Page 195, figure 34b

In the legends below the diagram, on the right-hand side; in the first line, instead of

. . . (geodesic . . .

read

. . . (geodetic . . .

third line, instead of

$$z_B' = z_B' - z_B \dots$$

read

$$Z_B' = z_B' - z_B \dots$$

Page 204, figure 37

Page 205, figure 37

M me correction qu'en page 34 (voir ci-dessus)

Same correction as on page 35 (see above)

Page 206, figure 38

Page 207, figure 38

M me correction qu'en page 36 (voir ci-dessus)

Same correction as on page 37 (see above)

Page 212

Page 213

Dans l' equation encadr e au haut de la page, apr s le H, ajouter un signe gal (=); au lieu de

In the framed equation at the top of the page, after the H add an equal sign (=); instead of

$$E = \bar{g} \cdot H \frac{(p_{abs_1} - p_{abs_2})}{2} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g} \cdot (z_1 - z_2)$$

lire

read

$$E = \bar{g} \cdot H = \frac{(p_{abs_1} - p_{abs_2})}{2} + \frac{(v_1^2 - v_2^2)}{2} + \bar{g} \cdot (z_1 - z_2)$$

Page 214

Page 215

Dans l' equation situe e juste au-dessous de la figure 41 au lieu de

In the equation following figure 41, instead of

$$NPSE = g_2 \cdot NPSH = \frac{(p_{abs_2} - p_{va})}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} + g_2 \cdot (z_r - z_2)$$

lire

read

$$NPSE = g_2 \cdot NPSH = \frac{(p_{abs_2} - p_{va})}{\rho_2} + \frac{v_2^2}{2} - g_2 \cdot (z_r - z_2)$$

Correction dans le texte anglais uniquement

Page 219, figure 42

In the legends under the diagram, instead of

d = 3 mm 6 mm

read

d = 3 mm to 6 mm

Page 228, figure 45a

Page 229, figure 45a

In the third line of the legends half-way up the diagram, instead of

Δp = differential-pressure

read

Δp = differential pressure

Sous le schéma, dans la formule pour p_M enlever un Δ afin de lire:

Under the diagram, in the formula for p_M , delete one Δ in order to read:

$$p_M = p_1 + \rho \cdot g \cdot h_1 = p + \rho_{\text{oil}} \cdot g \cdot (h_2 - h_1) + \rho \cdot g \cdot h_1 + \Delta p$$

Page 256

Page 257

Sous l'équation (4), dans la dernière formule de la page, aligner les indices; au lieu de

Under equation (4), in the last formula on the page, align indices; instead of

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}}(2w)}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

lire

read

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}(2w)}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

$$\cos \varphi_s = \frac{P_{\text{as}(2w)}}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot I_s}$$

Page 280

Correction in the French text only

Dans la légende de la figure 58, au lieu de

- Dimension du b ti . . .

lire

- Dimensions du b ti . . .

Correction dans le texte anglais uniquement

Page 303

In the penultimate line of the page:

instead of "ou", read "or".

Correction in the French text only

Page 308

14.4.2 Mesures auxiliaires

Dans la première ligne, au lieu de

. . . $\pm 5\%$ près, . . .

lire

. . . $\pm 5\%$ près environ, . . .

Page 322

Paragraphe 15.2.1.1, deuxième alinéa, dernière ligne, au lieu de

... n, théoriquement égal ...

lire

... n est théoriquement égal ...

Page 323

Subclause 15.2.1.1, second paragraph, last line, instead of

... n theoretically equal to ...

read

... n is theoretically equal to ...

Page 356

Dans les première et troisième lignes du texte juste au-dessous du tableau C1, au lieu de « \bar{Y} » et « \bar{Y}_r » lire Y_r

Page 357

In the first line and third line of text, just below table C.1, instead of " \bar{Y} " and " \bar{Y}_r " read Y_r

Page 398

Correction in the French text only

Annexe H

Dans le titre, la deuxième ligne, au lieu de

... DE L' ÉNERGIE MÉCANIQUE

lire

... DE L' ÉNERGIE MÉCANIQUE
MASSIQUE

SOMMAIRE

| | Pages |
|---------------------|-------|
| PRÉAMBULE | 8 |
| PRÉFACE | 8 |

SECTION UN – RÈGLES GÉNÉRALES

Articles

| | |
|---|----|
| 1. Domaine d'application et objet | 12 |
| 1.1 Domaine d'application | 12 |
| 1.2 Objet | 12 |
| 1.3 Types de machines | 12 |
| 1.4 Référence à des normes CEI et ISO | 14 |
| 1.5 Sujets exclus | 14 |
| 2. Terminologie, définitions, symboles et unités | 14 |
| 2.1 Généralités | 14 |
| 2.2 Unités | 14 |
| 2.3 Liste des termes, définitions, symboles et unités | 14 |
| 3. Nature et étendue des garanties de performances hydrauliques | 50 |
| 3.1 Généralités | 50 |
| 3.2 Garanties principales | 50 |
| 3.3 Autres garanties | 54 |
| 4. Organisation de l'essai | 58 |
| 4.1 Dispositions à prévoir pour l'essai | 58 |
| 4.2 Autorité pour l'essai | 58 |
| 4.3 Personnel | 58 |
| 4.4 Préparation de l'essai | 58 |
| 4.5 Accord sur le programme d'essai | 60 |
| 4.6 Appareils de mesure | 62 |
| 4.7 Relevés | 62 |
| 4.8 Inspection après l'essai | 64 |
| 4.9 Rapport final | 66 |

SECTION DEUX – EXÉCUTION DE L'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DES PERFORMANCES
DE LA MACHINE EN RÉGIME PERMANENT

| | |
|---|----|
| 5. Modalités d'exécution de l'essai et conditions à remplir | 70 |
| 5.1 Modalités générales d'exécution de l'essai | 70 |
| 5.2 Conditions à remplir pour l'essai | 76 |
| 6. Calcul et analyse des résultats | 80 |
| 6.1 Calcul des résultats d'essai | 80 |
| 6.2 Incertitudes de mesure et présentation des résultats | 86 |
| 6.3 Comparaison avec les garanties | 92 |

SECTION TROIS – EXÉCUTION DE L'ESSAI POUR LA DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES
DE LA MACHINE EN RÉGIME TRANSITOIRE

| | |
|---|-----|
| 7. Modalités d'exécution de l'essai et conditions à remplir | 108 |
| 7.1 Conditions d'essai | 108 |
| 7.2 Modalités d'exécution de l'essai et instrumentation | 110 |

CONTENTS

| | Page |
|--------------------|------|
| FOREWORD | 9 |
| PREFACE | 9 |

SECTION ONE – GENERAL RULES

Clause

| | |
|--|----|
| 1. Scope and object | 13 |
| 1.1 Scope | 13 |
| 1.2 Object | 13 |
| 1.3 Types of machines | 13 |
| 1.4 Reference to IEC and ISO standards | 15 |
| 1.5 Excluded topics | 15 |
| 2. Terms, definitions, symbols and units | 15 |
| 2.1 General | 15 |
| 2.2 Units | 15 |
| 2.3 List of terms, definitions, symbols and units | 15 |
| 3. Nature and extent of hydraulic performance guarantees | 51 |
| 3.1 General | 51 |
| 3.2 Main guarantees | 51 |
| 3.3 Other guarantees | 55 |
| 4. Organisation of test | 59 |
| 4.1 Adequate provision for the test | 59 |
| 4.2 Authority for test | 59 |
| 4.3 Personnel | 59 |
| 4.4 Preparation for test | 59 |
| 4.5 Agreement on test procedure | 61 |
| 4.6 Instruments | 63 |
| 4.7 Observations | 63 |
| 4.8 Inspection after test | 65 |
| 4.9 Final report | 67 |

SECTION TWO – EXECUTION OF TEST FOR THE DETERMINATION
OF THE STEADY STATE PERFORMANCE OF THE MACHINE

| | |
|---|----|
| 5. Test conditions and procedure | 71 |
| 5.1 General test procedure | 71 |
| 5.2 Test conditions to be fulfilled | 77 |
| 6. Computation and analysis of results | 81 |
| 6.1 Computation of test results | 81 |
| 6.2 Uncertainties in measurements and presentation of results | 87 |
| 6.3 Comparison with guarantees | 93 |

SECTION THREE – EXECUTION OF TEST FOR THE DETERMINATION
OF THE TRANSIENT CHARACTERISTIC OF THE MACHINE

| | |
|--|-----|
| 7. Test conditions and procedure | 109 |
| 7.1 Test conditions | 109 |
| 7.2 Test procedure and instrumentation | 111 |

| Articles | Pages |
|--|-------|
| 8. Calcul et analyse des résultats | 110 |
| 8.1 Transposition des résultats | 110 |
| 8.2 Comparaison avec les garanties | 112 |

SECTION QUATRE – MÉTHODES DE MESURAGE

| | |
|---|-----|
| 9. Introduction | 114 |
| 9.1 Rendement | 114 |
| 9.2 Puissance hydraulique | 114 |
| 9.3 Puissance mécanique | 118 |
| 10. Débit | 118 |
| 10.1 Généralités | 118 |
| 10.2 Jaugeage aux moulinets | 122 |
| 10.3 Tubes de Pitot | 144 |
| 10.4 Méthode pression-temps | 146 |
| 10.5 Méthodes par traceur | 162 |
| 10.6 Déversoirs | 166 |
| 10.7 Appareils déprimogènes normalisés | 178 |
| 10.8 Méthode volumétrique | 180 |
| 11. Energie hydraulique massique de la machine | 186 |
| 11.1 Généralités | 186 |
| 11.2 Détermination de l'énergie hydraulique massique | 188 |
| 11.3 Détermination de l'énergie massique nette d'aspiration | 212 |
| 11.4 Mesurage de la pression | 216 |
| 11.5 Mesurage du niveau libre | 240 |
| 11.6 Incertitude de mesure | 250 |
| 12. Puissance | 252 |
| 12.1 Méthode indirecte de mesurage de la puissance | 252 |
| 12.2 Méthode directe de mesurage de la puissance | 282 |
| 12.3 Pertes dans les paliers | 284 |
| 13. Vitesse de rotation | 290 |
| 13.1 Généralités | 290 |
| 13.2 Mesurage de la vitesse dans la détermination directe de la puissance | 290 |
| 13.3 Mesurage de la vitesse dans la détermination indirecte de la puissance | 290 |
| 13.4 Incertitude de mesure | 290 |
| 14. Méthode thermodynamique de mesurage du rendement | 292 |
| 14.1 Généralités | 292 |
| 14.2 Rendement et énergie mécanique massique | 292 |
| 14.3 Méthodes de mesurage de l'énergie mécanique massique | 294 |
| 14.4 Appareillage | 304 |
| 14.5 Conditions à remplir pour les essais | 308 |
| 14.6 Corrections | 312 |
| 14.7 Incertitude de mesure | 318 |

| Clause | Page |
|--|------|
| 8. Computation and analysis of results | 111 |
| 8.1 Conversion of results | 111 |
| 8.2 Comparison with guarantees | 113 |

SECTION FOUR – METHODS OF MEASUREMENT

| | |
|--|-----|
| 9. Introduction | 115 |
| 9.1 Efficiency | 115 |
| 9.2 Hydraulic power | 115 |
| 9.3 Mechanical power | 119 |
| 10. Discharge | 119 |
| 10.1 General | 119 |
| 10.2 Current-meter method | 123 |
| 10.3 Pitot tubes | 145 |
| 10.4 Pressure-time method | 147 |
| 10.5 Tracer methods | 163 |
| 10.6 Weirs | 167 |
| 10.7 Standardized differential pressure devices | 179 |
| 10.8 Volumetric gauging method | 181 |
| 11. Specific hydraulic energy of the machine | 187 |
| 11.1 General | 187 |
| 11.2 Determination of the specific hydraulic energy | 189 |
| 11.3 Determination of the net positive suction specific energy | 213 |
| 11.4 Pressure measurements | 217 |
| 11.5 Free water level measurements | 241 |
| 11.6 Uncertainty of measurements | 251 |
| 12. Power | 253 |
| 12.1 Indirect method of power measurement | 253 |
| 12.2 Direct method of power measurement | 283 |
| 12.3 Bearing losses | 285 |
| 13. Rotational speed | 291 |
| 13.1 General | 291 |
| 13.2 Speed measurements in the case of direct measurement of power | 291 |
| 13.3 Speed measurements in the case of indirect measurement of power | 291 |
| 13.4 Uncertainty of measurement | 291 |
| 14. Thermodynamic method for measuring efficiency | 293 |
| 14.1 General | 293 |
| 14.2 Efficiency and specific mechanical energy | 293 |
| 14.3 Procedure for measurement of specific mechanical energy | 295 |
| 14.4 Apparatus | 305 |
| 14.5 Test conditions to be fulfilled | 309 |
| 14.6 Corrective terms | 313 |
| 14.7 Uncertainty of measurement | 319 |

| Articles | Pages |
|--|-------|
| 15. Essais indiciels | 320 |
| 15.1 Généralités | 320 |
| 15.2 Mesurage relatif du débit | 322 |
| 15.3 Mesurage des autres grandeurs | 330 |
| 15.4 Calcul des résultats | 330 |
| 15.5 Incertitude de mesure | 332 |
| | |
| ANNEXE A – Incertitudes systématiques sur les mesures de performances en régime permanent . . | 336 |
| ANNEXE B – Elimination des résultats aberrants | 352 |
| ANNEXE C – Analyse des incertitudes aléatoires lors d'un essai dans des conditions de fonctionnement constantes | 354 |
| ANNEXE D – Analyse des incertitudes aléatoires lors d'un essai couvrant une gamme de conditions de fonctionnement | 362 |
| ANNEXE E – Données physiques | 368 |
| ANNEXE F – Établissement de l'équation définissant l'énergie hydraulique massique de la machine | 390 |
| ANNEXE G – Mesurage de la puissance électrique – Détermination de la correction pour un système de mesure monophasé | 394 |
| ANNEXE H – Méthode thermodynamique – Exemples de bilan des puissances et de calcul de l'énergie mécanique massique | 398 |
| ANNEXE J – Méthode acoustique de mesurage du débit | 404 |

| Clause | Page |
|--|------|
| 15. Index tests | 321 |
| 15.1 General | 321 |
| 15.2 Relative discharge measurement | 323 |
| 15.3 Measurement of other quantities | 331 |
| 15.4 Computation of results | 331 |
| 15.5 Uncertainty of measurement | 333 |
| | |
| APPENDIX A – Systematic uncertainties in performance measurements at steady state conditions . . | 337 |
| APPENDIX B – Rejection of outliers | 353 |
| APPENDIX C – Analysis of the random uncertainties for a test at constant operating conditions | 355 |
| | |
| APPENDIX D – Analysis of the random uncertainties for a test over a range of operating conditions . | 363 |
| | |
| APPENDIX E – Physical data | 369 |
| APPENDIX F – Derivation of the equation for the specific hydraulic energy of a machine | 391 |
| APPENDIX G – Measurement of electric power – Determination of the correction for a single-phase measuring system | 395 |
| APPENDIX H – Thermodynamic method – Examples for a balance of power and computation of the specific mechanical energy | 399 |
| APPENDIX J – Acoustic method of discharge measurement | 405 |

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS DE RÉCEPTION SUR PLACE DES TURBINES HYDRAULIQUES,
POMPES D'ACCUMULATION ET POMPES-TURBINES, EN VUE DE LA
DÉTERMINATION DE LEURS PERFORMANCES HYDRAULIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 4 de la CEI : Turbines hydrauliques. Elle remplace la deuxième édition de la CEI 41, la première édition de la CEI 198 et la première édition de la CEI 607.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| Règle des Six Mois | Rapport de vote |
|--------------------|-----------------|
| 4 (BC) 48 | 4 (BC) 52 |

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

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

| | | | |
|------------------------------|-------|---------|--|
| Publications n ^{os} | 34-2 | (1972): | Machines électriques tournantes, Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction). |
| | 34-2A | (1974): | Premier complément: Mesure des pertes par la méthode calorimétrique. |
| | 185 | (1987): | Transformateurs de courant. |
| | 186 | (1987): | Transformateurs de tension. Modification n°1 (1988). |
| | 193 | (1965): | Code international concernant les essais de réception sur modèle des turbines hydrauliques. Modification n°1 (1977). |
| | 193A | (1972): | Premier complément. |
| | 308 | (1970): | Code international d'essai des régulateurs de vitesse pour turbines hydrauliques. |
| | 497 | (1976): | Code international concernant les essais de réception sur modèle réduit des pompes d'accumulation. |
| | 545 | (1976): | Guide pour la réception, l'exploitation et l'entretien des turbines hydrauliques. |
| | 609 | (1978): | Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques. |
| | 805 | (1985): | Guide pour la réception, l'exploitation et l'entretien des pompes d'accumulation et des pompes-turbines fonctionnant en pompe. |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FIELD ACCEPTANCE TESTS TO DETERMINE
THE HYDRAULIC PERFORMANCE OF HYDRAULIC TURBINES,
STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 4: Hydraulic turbines. It replaces the second edition of IEC 41, the first edition of IEC 198 and the first edition of IEC 607.

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

| Six Months' Rule | Report on Voting |
|------------------|------------------|
| 4 (CO) 48 | 4 (CO) 52 |

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

The following IEC publications are quoted in this standard:

| | | |
|------------------------|---------|---|
| Publications Nos. 34-2 | (1972): | Rotating electrical machines. Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles). |
| 34-2A | (1974): | First supplement: Measurement of losses by the calorimetric method. |
| 185 | (1987): | Current transformers. |
| 186 | (1987): | Voltage transformers. Amendment No.1 (1988). |
| 193 | (1965): | International code for model acceptance tests of hydraulic turbines. Amendment No.1 (1977). |
| 193A | (1972): | First supplement. |
| 308 | (1970): | International code for testing of speed governing systems for hydraulic turbines. |
| 497 | (1976): | International code for model acceptance tests of storage pumps. |
| 545 | (1976): | Guide for commissioning, operation and maintenance of hydraulic turbines. |
| 609 | (1978): | Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines. |
| 805 | (1985): | Guide for commissioning, operation and maintenance of storage pumps and of pump-turbines operating as pumps. |

Normes ISO citées:

| | | | |
|------------------------------|--------|---------|--|
| Publications n ^{os} | 31-3 | (1978): | Grandeurs et unités de mécanique. Amendement 01-1985. |
| | 748 | (1979): | Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts-Méthodes d'exploration du champ des vitesses. |
| | 1438-1 | (1980): | Mesure de débit de l'eau dans les canaux découverts au moyen de déversoirs et de canaux Venturi - Partie 1: Déversoirs en mince paroi. |
| | 2186 | (1973): | Débit des fluides dans les conduites fermées. Liaisons pour la transmission du signal de pression entre les éléments primaires et secondaires. |
| | 2533 | (1975): | Atmosphère type. Additif 01-1985. |
| | 2537 | (1988): | Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Moulinets à élément rotatif. |
| | 2975: | | Mesure de débit de l'eau dans les conduites fermées - Méthodes par traceurs. |
| | 2975-1 | (1974): | Partie I: Généralités. |
| | 2975-2 | (1975): | Partie II: Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs non radioactifs. |
| | 2975-3 | (1976): | Partie III: Méthode d'injection à débit constant, utilisant des traceurs radioactifs. |
| | 2975-6 | (1977): | Partie VI: Méthode du temps de transit, utilisant des traceurs non radioactifs |
| | 2975-7 | (1977): | Partie VII: Méthode du temps de transit, utilisant des traceurs radioactifs. |
| | 3354 | (1988): | Mesure de débit d'eau propre dans les conduites fermées - Méthode d'exploration du champ des vitesses dans les conduites en charge et dans le cas d'un écoulement régulier, au moyen de moulinets. |
| | 3455 | (1976): | Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Etalonnage des moulinets à élément rotatif en bassins découverts rectilignes. |
| | 3966 | (1977): | Mesure du débit des fluides dans les conduites fermées - Méthode d'exploration du champ des vitesses au moyen de tubes de Pitot doubles. |
| | 4373 | (1979): | Mesure de débit des liquides dans les canaux découverts - Appareils de mesure du niveau de l'eau. |
| | 5167 | (1980): | Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans des conduites en charge de section circulaire. |
| | 5168 | (1978): | Mesure de débit des fluides - Calcul de l'erreur limite sur une mesure de débit. |
| | 7066: | | Evaluation de l'incertitude dans l'étalonnage et l'utilisation des appareils de mesure du débit. |
| | 7066-1 | (1989): | Partie 1: Relations d'étalonnage linéaires. |
| | 7066-2 | (1988): | Partie 2: Relations d'étalonnage non linéaires. |

ISO standards quoted:

- Publications Nos. 31–3 (1978): Quantities and units of mechanics. Amendment 01–1985.
- 748 (1979): Liquid flow measurements in open channels – Velocity-area methods.
- 1438–1 (1980): Water flow measurement in open channels using weirs and Venturi flumes-Part 1: Thin-plate weirs.
- 2186 (1973): Fluid flow in closed conduits – Connections for pressure signal transmissions between primary and secondary elements.
- 2533 (1975): Standard Atmosphere. Addendum 01–1985.
- 2537 (1988): Liquid flow measurement in open channels – Rotating element current-meters.
- 2975: Measurement of water flow in closed conduits – Tracer methods.
- 2975–1 (1974): Part I: General.
- 2975–2 (1975): Part II: Constant rate injection method using non-radioactive tracers.
- 2975–3 (1976): Part III: Constant rate injection method using radioactive tracers.
- 2975–6 (1977): Part VI: Transit time method using non-radioactive tracers.
- 2975–7 (1977): Part VII: Transit time method using radioactive tracers.
- 3354 (1988): Measurement of clean water flow in closed conduits – Velocity area method using current-meters in full conduits and under regular flow conditions.
- 3455 (1976): Liquid flow measurement in open channels – Calibration of rotating-element current-meters in straight open tanks.
- 3966 (1977): Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity area method using Pitot static tubes.
- 4373 (1979): Measurement of liquid flow in open channels – Water level measuring devices.
- 5167 (1980): Measurement of fluid flow by means of orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full.
- 5168 (1978): Measurement of fluid flow – Estimation of uncertainty of a flow-rate measurement.
- 7066: Assessment of uncertainty in the calibration and use of flow measurement devices.
- 7066–1 (1989): Part 1: Linear calibration relationships.
- 7066–2 (1988): Part 2: Non-linear calibration relationships.
-

ESSAIS DE RÉCEPTION SUR PLACE DES TURBINES HYDRAULIQUES, POMPES D'ACCUMULATION ET POMPES-TURBINES, EN VUE DE LA DÉTERMINATION DE LEURS PERFORMANCES HYDRAULIQUES

SECTION UN – RÈGLES GÉNÉRALES

1. Domaine d'application et objet

1.1 *Domaine d'application*

1.1.1 La présente Norme internationale régit les modalités des essais sur place destinés à déterminer dans quelle mesure les garanties contractuelles principales (voir 3.2) sont respectées. Elle fixe les règles qui gouvernent la conduite de ces essais et prescrit les mesures à prendre en cas de contestation d'une phase quelconque des essais. Elle fixe également les méthodes de calcul des résultats ainsi que l'étendue, le contenu et le mode de présentation du rapport final.

1.1.2 Les essais sur modèle, lorsqu'ils sont effectués à titre d'essais de réception, font l'objet de la CEI 193, de sa Modification n° 1 et du premier complément 193 A ainsi que de la CEI 497.

1.1.3 Les essais des systèmes de régulation de vitesse font l'objet de la CEI 308.

1.2 *Objet*

L'objet de la présente norme pour les essais de réception sur place d'une turbine hydraulique, d'une pompe d'accumulation ou d'une pompe-turbine, que l'on appellera par la suite «la machine», est:

- de définir les termes et les grandeurs utilisés;
- de prescrire les méthodes d'essai et les façons de mesurer les grandeurs permettant d'évaluer les performances hydrauliques de la machine;
- de déterminer si les garanties contractuelles qui sont du domaine de cette norme sont respectées.

La décision d'effectuer un essai de réception sur place, ainsi que la définition de la teneur d'un tel essai, doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur de la machine. Pour cela on doit examiner, dans chaque cas, si les conditions de mesure prescrites dans la présente norme peuvent être respectées. L'influence des conditions d'écoulement et de la conception des ouvrages sur les incertitudes de mesure doit être prise en compte.

Si les conditions réelles dans lesquelles l'essai de réception serait effectué sur place ne permettent pas de s'assurer du respect des garanties, il est conseillé d'effectuer l'essai de réception sur modèle (voir 1.1.2).

1.3 *Types de machines*

D'une façon générale, la présente norme est applicable à toutes les turbines à action ou à réaction, pompes d'accumulation et pompes-turbines, quels que soient leurs dimensions et leur type. En particulier, elle s'applique aux machines directement couplées à des générateurs, des moteurs ou des moteurs-générateurs électriques.

Dans le domaine de la présente norme, le terme «turbine» inclut une pompe-turbine fonctionnant en turbine et le terme «pompe» inclut une pompe-turbine fonctionnant en pompe. De même, le terme «générateur» inclut un moteur-générateur fonctionnant en générateur et le terme «moteur» inclut un moteur-générateur fonctionnant en moteur.

FIELD ACCEPTANCE TESTS TO DETERMINE THE HYDRAULIC PERFORMANCE OF HYDRAULIC TURBINES, STORAGE PUMPS AND PUMP-TURBINES

SECTION ONE – GENERAL RULES

Scope and object

1 *Scope*

- 1.1 This International Standard covers the arrangements for tests at the site to determine the extent to which the main contract guarantees (see 3.2) have been satisfied. It contains the rules governing their conduct and prescribes measures to be taken if any phase of the tests is disputed. It deals with methods of computation of the results as well as the extent, content and style of the final report.
- 1.2 Model tests, when used for acceptance purposes, are dealt with in IEC 193 with Amendment No. 1, first supplement 193 A, and in IEC 497.
- 1.3 Tests of speed governing systems are dealt with in IEC 308.

2 *Object*

The purpose of this standard for field acceptance tests of hydraulic turbines, storage pumps or pump-turbines, also called the machine, is:

- to define the terms and quantities which are used;
- to specify methods of testing and ways of measuring the quantities involved in order to ascertain the hydraulic performance of the machine;
- to determine if the contract guarantees which fall within the scope of this standard have been fulfilled.

The decision to perform field acceptance tests including the definition of their scope is the subject of an agreement between the purchaser and the supplier of the machine. For this, it has to be examined in each case, whether the measuring conditions recommended in this standard can be realized. The influence on the measuring uncertainties, due to hydraulic and civil conditions has to be taken into account.

If the actual conditions for field acceptance tests do not allow compliance with the guarantees to be proved, it is recommended that acceptance tests be performed on models (see 1.1.2).

3 *Types of machines*

In general, this standard applies to any size and type of impulse or reaction turbine, storage pump or pump-turbine. In particular, it applies to machines coupled to electric generators, motors or motor-generators.

For the purpose of this standard the term turbine includes a pump-turbine functioning as a turbine and the term pump includes a pump-turbine functioning as a pump. The term generator includes a motor-generator functioning as a generator and the term motor includes a motor-generator functioning as a motor.

1.4 *Référence à des normes CEI et ISO*

La liste des normes CEI et ISO auxquelles il est fait référence dans la présente norme est donnée en Préface. S'il apparaît une contradiction entre cette norme et une autre norme de la CEI ou de l'ISO, les dispositions de cette norme prévalent.

1.4 *Reference to IEC and ISO Standards*

IEC and ISO Standards referred to in this standard are listed in the preface. If a contradiction is found between this standard and another IEC or ISO standard, this standard shall prevail.