

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
1116

Première édition  
First edition  
1992-10

---

---

**Guide pour l'équipement électromécanique  
des petits aménagements hydro-électriques**

**Electromechanical equipment guide  
for small hydroelectric installations**

© CEI 1992 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

XA

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	6
<b>SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1.1 Domaine d'application et objet .....	8
1.2 Références normatives .....	10
1.3 Terminologie .....	12
1.4 Méthodologie .....	12
<b>SECTION 2 – DESCRIPTION DE L'AMÉNAGEMENT ET CONDITIONS D'EXPLOITATION DE LA CENTRALE HYDRO-ÉLECTRIQUE</b>	
2.1 Conditions d'implantation .....	12
2.2 Conditions hydrauliques de l'aménagement et critères de dimensionnement des groupes .....	14
2.3 Conditions d'exploitation électrique de la centrale .....	16
2.3.1 La centrale est prévue pour fonctionner en réseau isolé .....	16
2.3.2 La centrale est prévue pour fonctionner en parallèle avec un réseau (qui impose la fréquence) .....	18
2.3.3 Transport et distribution de l'énergie .....	18
2.4 Types de réglage et modes de fonctionnement .....	20
2.4.1 Régulation de fréquence .....	20
2.4.2 Asservissement au niveau .....	20
2.4.3 Restitution .....	20
2.4.4 Régulation simplifiée .....	20
2.5 Automatismes, télémesures, téléconduites, alarmes .....	20
<b>SECTION 3 – SPÉCIFICATION DES ÉQUIPEMENTS</b>	
3.1 Prestations techniques .....	22
3.2 Limites de la fourniture .....	22
3.2.1 Pour le circuit hydraulique .....	22
3.2.2 Pour le circuit électrique .....	22
3.2.3 Eléments qui ne font habituellement pas partie de la fourniture .....	22
3.3 Spécifications des éléments de l'aménagement .....	22
3.3.1 Grilles et dégrilleurs .....	24
3.3.2 Contrôle du niveau d'eau .....	24
3.3.3 Organes d'obturation du débit (voir figure 7) .....	24
3.3.4 Conduite forcée .....	26
3.3.5 Turbine (voir figure 8) .....	28
3.3.6 Génératrice .....	34
3.3.7 Système de commande automatique .....	38
3.3.8 Transformateur principal (voir CEI 76) .....	40

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	7
<b>SECTION 1 – GENERAL</b>	
Clause	
1.1 Scope and object .....	9
1.2 Normative references .....	11
1.3 Nomenclature .....	13
1.4 Methodology .....	13
<b>SECTION 2 – DESCRIPTION OF INSTALLATION AND OPERATING CONDITIONS OF POWER STATION</b>	
2.1 Site conditions .....	13
2.2 Hydraulic conditions for plant and design criteria for the units .....	15
2.3 Electrical conditions for plant operation .....	17
2.3.1 The plant is intended to operate in isolated network .....	17
2.3.2 The plant is intended to operate in parallel with a grid which imposes the frequency .....	19
2.3.3 Energy transport and distribution .....	19
2.4 Types of regulation and modes of operation .....	21
2.4.1 Frequency regulation .....	21
2.4.2 Level control .....	21
2.4.3 Flow regulation .....	21
2.4.4 Simplified governing .....	21
2.5 Automation, telemetry, remote control, alarms .....	21
<b>SECTION 3 – EQUIPMENT SPECIFICATIONS</b>	
3.1 Technical requirements .....	23
3.2 Limits of the supply .....	23
3.2.1 For the hydraulic system .....	23
3.2.2 For the electric system .....	23
3.2.3 Elements not normally included in the supply .....	23
3.3 Specifications of the elements of the plant .....	23
3.3.1 Trashrack and rack cleaner .....	25
3.3.2 Water-level control .....	25
3.3.3 Discharge closure devices (see figure 7) .....	25
3.3.4 Penstock .....	27
3.3.5 Turbine (see figure 8) .....	29
3.3.6 Generator .....	35
3.3.7 Automatic control system .....	39
3.3.8 Main transformers (reference can be made to IEC 76) .....	41

Articles	Pages
3.3.9	40
3.3.10	44
3.3.11	44
3.3.12	44
3.4	44
3.4.1	44
3.4.2	48
3.4.3	48
3.4.4	48
3.4.5	48
3.4.6	50
3.4.7	50
3.4.8	50
3.5	50
3.5.1	52
3.5.2	52
3.5.3	52

**SECTION 4 – CONTRÔLES D'EXÉCUTION, RÉCEPTION,  
EXPLOITATION ET ENTRETIEN**

4.1	54
4.1.1	54
4.1.2	54
4.1.3	54
4.1.4	56
4.1.5	56
4.2	58
4.2.1	58
4.2.2	60
4.2.3	60
4.2.4	62
4.3	62
4.3.1	62
4.3.2	64
4.3.3	68
4.4	68
4.5	68
Annexe A ( informative) – Définitions et nomenclature	74
Tableaux	82
Figures	88

Clause	Page
3.3.9 Auxiliary equipment .....	41
3.3.10 Spare parts and special tools .....	45
3.3.11 Mechanical handling .....	45
3.3.12 Corrosion protection .....	45
3.4 Guarantees .....	45
3.4.1 General .....	45
3.4.2 Discharge closure devices .....	49
3.4.3 Turbine .....	49
3.4.4 Generator .....	49
3.4.5 Governor .....	49
3.4.6 Speed increaser .....	51
3.4.7 Comments concerning the complete generating set .....	51
3.4.8 Main transformer .....	51
3.5 General conditions for tender enquiries and comparison of tenders .....	51
3.5.1 Instructions to tenderers .....	53
3.5.2 General conditions of contract .....	53
3.5.3 Technical comparison of tenders .....	53

#### SECTION 4 – INSPECTION, DELIVERY, OPERATION AND MAINTENANCE

4.1 Approval of the design and inspection of the work .....	55
4.1.1 Approval of design documents .....	55
4.1.2 Inspection of materials and sub-assemblies .....	55
4.1.3 Inspection at manufacturer's works .....	55
4.1.4 Delivery .....	57
4.1.5 Assembly at site .....	57
4.2 Commissioning .....	59
4.2.1 Preliminary checks before watering-up .....	59
4.2.2 Watering-up .....	61
4.2.3 Unit rotation .....	61
4.2.4 Preliminary checks and electrical load tests .....	63
4.3 Operation .....	63
4.3.1 Probationary period .....	63
4.3.2 Guarantee period .....	65
4.3.3 Normal operation .....	69
4.4 Training of personnel .....	69
4.5 Checking and maintenance .....	69
Annex A (informative) – Definitions and nomenclature .....	74
Tables .....	83
Figures .....	89

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### GUIDE POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTROMÉCANIQUE DES PETITS AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES

#### AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Études 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.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Études n° 4 de la CEI: Turbines hydrauliques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
4(BC)46	4(BC)51

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

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMECHANICAL EQUIPMENT GUIDE  
FOR SMALL HYDROELECTRIC INSTALLATIONS**

## 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.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 4: Hydraulic turbines.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
4(CO)46	4(CO)51

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

Annex A is for information only.

# GUIDE POUR L'ÉQUIPEMENT ÉLECTROMÉCANIQUE DES PETITS AMÉNAGEMENTS HYDRO-ÉLECTRIQUES

## SECTION 1 – GÉNÉRALITÉS

### 1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est utilisée comme guide. Elle est applicable aux aménagements hydro-électriques avec des groupes de puissance unitaire inférieure à 5 MW et des turbines ayant un diamètre de roue inférieur à 3 m. Ces valeurs ne représentent pas des limites absolues.

Le présent guide traite uniquement des relations directes entre acquéreur ou ingénieur-conseil et fournisseur. Il ne traite ni du génie civil ni des conditions administratives ou commerciales.

Ce guide est destiné à être utilisé par toutes les parties intéressées à l'installation de l'équipement électromécanique des petits aménagements hydro-électriques.

Le présent guide, élaboré sous l'aspect d'une information essentiellement pratique, a pour objet particulier de fournir à l'acquéreur de l'équipement des renseignements qui lui faciliteront:

- la préparation des appels d'offres;
- l'évaluation des offres;
- les contacts avec le fournisseur pendant le projet et la fabrication des équipements;
- le contrôle de qualité pendant la fabrication et les essais en usine;
- le suivi des montages sur le site;
- la mise en service;
- les essais de réception;
- l'exploitation et l'entretien.

Le guide comporte ce qui suit:

- a) des prescriptions générales pour l'équipement électromécanique des petits aménagements hydro-électriques;
- b) des spécifications techniques de l'équipement électromécanique, à l'exclusion de son dimensionnement et de toute normalisation dans ce domaine;
- c) des prescriptions pour la réception, l'exploitation et l'entretien.

Etant donné le type d'installation considéré, les documents doivent être aussi simples que possible, mais doivent définir convenablement les conditions particulières de fonctionnement. L'excès de spécifications est préjudiciable à la bonne économie du projet.



# **ELECTROMECHANICAL EQUIPMENT GUIDE FOR SMALL HYDROELECTRIC INSTALLATIONS**

## **SECTION 1 – GENERAL**

### **1.1 Scope and object**

This International Standard is used as a guide that applies to hydroelectric installations with units having power outputs less than 5 MW and turbines with nominal runner diameters less than 3 m. These figures do not represent absolute limits.

This guide deals only with the direct relations between the purchaser or the consulting engineer and the supplier. It does not deal with civil works, administrative conditions or commercial conditions.

This guide is intended to be used by all concerned in the installation of electromechanical equipment for small hydroelectric plants.

This guide, based essentially on practical information, aims specifically at supplying the purchaser of the equipment with information which will assist him with the following:

- preparation of the call for tenders;
- evaluation of the tenders;
- contact with the supplier during the design and manufacture of equipment;
- quality control during the manufacture and shop-testing;
- follow-up of site erection;
- commissioning;
- acceptance tests;
- operation and maintenance.

The guide comprises the following:

- a) general requirements for the electromechanical equipment of small hydroelectric installations;
- b) technical specifications for the electromechanical equipment, excluding its dimensioning and standardization;
- c) requirements for acceptance, operation and maintenance.

Bearing in mind the type of installation considered, the documents shall be as simple as possible but must satisfactorily define the particular operation conditions. Over-specification is harmful to the economy of the project.

## 1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 34-1: 1983, *Machines électriques tournantes – Première partie: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement.*

CEI 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).*

CEI 34-2A: 1974, *Premier complément: Mesure des pertes par la méthode calorimétrique.*

CEI 34-5: 1991, *Machines électriques tournantes – Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes électriques (code IP).*

CEI 41: 1991, *Essais de réception sur place des turbines hydrauliques, pompes d'accumulation et pompes-turbines, en vue de la détermination de leurs performances hydrauliques.*

CEI 50(602): 1983, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 602: Production, transfert et distribution de l'énergie électrique – Production.*

CEI 56: 1987, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.*

CEI 70: 1967, *Condensateurs de puissance.*

CEI 76-1: 1976, *Transformateurs de puissance – Première partie: Généralités.*

CEI 129: 1984, *Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.*

CEI 185: 1987, *Transformateurs de courant.*

CEI 186: 1987, *Transformateurs de tension.*

CEI 193: 1965, *Code international concernant les essais de réception sur modèle des turbines hydrauliques. Modification n° 1 (1977).*

CEI 193A: 1972, *Premier complément à la CEI 193 (1965).*

CEI 308: 1970, *Code international d'essai des régulateurs de vitesse pour turbines hydrauliques.*

CEI 545: 1976, *Guide pour la réception, l'exploitation et l'entretien des turbines hydrauliques.*

CEI 609: 1978, *Evaluation de l'érosion de cavitation dans les turbines, les pompes d'accumulation et les pompes-turbines hydrauliques.*

Etant donné l'objet du guide, celui-ci ne traite pas de la phase de recherche initiale, c'est-à-dire des études préliminaires et de faisabilité. Il ne traite pas non plus de l'aspect économique, avec l'étude de la demande potentielle et du placement de l'énergie.

## 1.2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 34-1: 1983, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance.*

IEC 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).*

IEC 34-2A: 1974, *First supplement: Measurement of losses by the calorimetric method.*

IEC 34-5: 1991, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP Code).*

IEC 41: 1991, *Field acceptance tests to determine the hydraulic performance of hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines.*

IEC 50(602): 1983, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 602: Generation, transmission and distribution of electricity – Generation.*

IEC 56: 1987, *High-voltage alternating-current circuit-breakers.*

IEC 70: 1967, *Power capacitors.*

IEC 76-1: 1976, *Power transformers – Part 1: General.*

IEC 129: 1984, *Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches.*

IEC 185: 1987, *Current transformers.*

IEC 186: 1987, *Voltage transformers.*

IEC 193: 1965, *International code for model acceptance tests of hydraulic turbines. Amendment No. 1 (1977).*

IEC 193A: 1972, *First supplement to IEC 193 (1965).*

IEC 308: 1970, *International code for testing of speed governing systems for hydraulic turbines.*

IEC 545: 1976, *Guide for commissioning, operation and maintenance of hydraulic turbines.*

IEC 609: 1978, *Cavitation pitting evaluation in hydraulic turbines, storage pumps and pump-turbines.*

Considering the scope of this guide, it does not cover the initial stage of investigations, that is to say the preliminary study and feasibility study. Neither does it deal with the economic study concerning the supply and demand of energy.

En résumé, ce guide ne remplace pas les études techniques nécessaires au choix, à l'étude, à la fabrication, à l'installation et aux essais de l'équipement. Il permet seulement d'attirer l'attention de l'acquéreur sur les principales données et indications à fournir, à spécifier et à considérer lors de la réalisation de petits aménagements hydro-électriques.

#### NOTES

1 Les normes de la CEI applicables pour la préparation des documents techniques sont énumérées en 1.2. Pour le cas de petits aménagements, on doit faire les simplifications nécessaires à ce type d'installation.

2 Les normes de la CEI ne couvrant pas tous les domaines de l'équipement et de l'appareillage, les normes ISO concernant les éléments spécifiques pourront être consultées, bien qu'en cas de conflit entre codes ou normes CEI et ISO, les règles de la CEI prévalent.

To conclude, the guide does not replace the necessary engineering studies for the selection, design, manufacture, installation and testing of the equipment. It is intended only to make the purchaser aware of the important points and data to be furnished, specified and kept in due consideration in the construction of small hydroelectric plants.

#### NOTES

- 1 The IEC standards applicable for the preparation of technical documents are given in clause 1.2. In the case of small hydro developments, the necessary simplification relevant to the type of installation shall be made.
- 2 Where IEC standards do not cover all areas of the equipment, ISO Standards concerning specific items can be consulted, although where there is conflict between the IEC codes and the ISO Standards those of the IEC will prevail.