

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
308**

Première édition
First edition
1970

**Code international d'essai des régulateurs
de vitesse pour turbines hydrauliques**

**International code for testing of speed
governing systems for hydraulic turbines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 308: 1970

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)*.

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*.

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
308**

First édition
Première édition
1970

**Code international d'essai des régulateurs
de vitesse pour turbines hydrauliques**

**International code for testing of speed
governing systems for hydraulic turbines**

© CEI 1970 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

X

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
INTRODUCTION	8
Figures 1 à 6	14
CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	
1. Types de régulateur et d'installation réglée	18
2. Essais de réception	18
3. Sujets exclus	18
CHAPITRE II — TERMINOLOGIE, DÉFINITIONS, SYMBOLES ET UNITÉS	
4. Unités	20
5. Terminologie	20
5.1 Définitions générales	20
5.2 Termes relatifs au régime établi	22
5.3 Termes relatifs au régime dynamique	24
5.4 Termes relatifs aux non-linéarités	30
5.5 Comportement sous de grandes perturbations	36
5.6 Termes relatifs à l'installation réglée	36
CHAPITRE III — NATURE ET ÉTENDUE DES GARANTIES TECHNIQUES	
6. Généralités	44
7. Caractéristiques des installations réglées	44
8. Caractéristiques d'un régulateur de vitesse pouvant être soumises à garantie	44
9. Garanties concernant la régulation de l'installation réglée	46
10. Garanties concernant les variations de vitesse et de pression	46
11. Durée limite des garanties	46
CHAPITRE IV — CONDITIONS À REMPLIR POUR LES ESSAIS	
12. Dispositions à prévoir pour les essais	48
13. Ecart admissible par rapport aux valeurs contractuelles	48
14. Ecart des valeurs moyennes par rapport aux conditions de fonctionnement spécifiées	48
14.1 Vitesse	48
14.2 Groupe générateur d'huile sous pression	48
14.3 Sources électriques	50
14.4 Turbine	50
15. Fluctuations pendant un essai individuel	50
CHAPITRE V — MODALITÉS D'EXÉCUTION DES ESSAIS	
16. Personnel	
16.1 Autorité pour les essais	52
16.2 Chef d'essai	52
16.3 Expérience	52
16.4 Observateurs	52
17. Directives pour les essais	52
17.1 Inspection sur place	52
17.2 Réglages et essais préliminaires	54
17.3 Mises au point	54
18. Accord sur le programme d'essais	54
18.1 Essais types	54
18.2 Programme général	54
19. Attitude en cas de contestation ou de répétition	56
20. Signature des relevés	56

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
INTRODUCTION	9
Figures 1 to 6	14
CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE	
1. Types of governor and controlled system	19
2. Acceptance tests	19
3. Excluded topics	19
CHAPTER II — TERMS, DEFINITIONS, SYMBOLS AND UNITS	
4. Units	21
5. Terms	21
5.1 General definitions	21
5.2 Terms relating to steady state operation	23
5.3 Terms relating to dynamic action	25
5.4 Terms relating to non-linearities	31
5.5 Performance under major disturbances	37
5.6 Terms relating to the controlled system	37
CHAPTER III — NATURE AND EXTENT OF TECHNICAL GUARANTEES	
6. General	45
7. Characteristics of the controlled systems	45
8. Characteristics of a speed governing system which may be subject to guarantee	45
9. Guarantees for the governing of the controlled system	47
10. Guarantees concerning speed and pressure variations	47
11. Limiting period of guarantees	47
CHAPTER IV — TEST CONDITIONS TO BE FULFILLED	
12. Adequate provision for test	49
13. Permissible deviation from specified values	49
14. Deviation of average values from specified operating conditions	49
14.1 Speed	49
14.2 Oil hydraulic system	49
14.3 Electrical sources	51
14.4 Turbine	51
15. Fluctuations during individual test runs	51
CHAPTER V — TEST PROCEDURE	
16. Personnel	53
16.1 Authority for the tests	53
16.2 Chief of test	53
16.3 Experience	53
16.4 Observers	53
17. Directions for tests	53
17.1 Inspection on site	53
17.2 Preliminary adjustments and tests	55
17.3 Adjustments	55
18. Agreement on test procedure	55
18.1 Type tests	55
18.2 General program	55
19. Action in case of dissatisfaction or repetition	57
20. Signing of records	57

CHAPITRE VI — MÉTHODES DE MESURE

Pages

21. Considérations générales	58
21.1 Mesures de vitesse	58
21.2 Mesures des temps de manœuvre du servomoteur principal	58
21.3 Incertitude de mesure	58
22. Mesures relatives aux paramètres caractéristiques décrits à l'article 8	58
22.1 Plage de variation du signal de commande	58
22.2 Coefficient de statisme vitesse/course	60
22.3 Constante de temps de la réaction transitoire, T_d	62
22.4 Temps de dosage de dérivation, T_n	64
22.5 Course maximale du servomoteur, Y_M	66
22.6 Force du servomoteur, F	66
22.7 Travail de réglage du servomoteur	68
22.8 Temps caractéristique du servomoteur, T_y	68
22.9 Temps caractéristique de la promptitude, T_x	70
22.10 Coefficient de statisme vitesse/puissance	70
22.11 Procédé d'essai pour les variations de charge de grande amplitude	72
22.12 Temps de manœuvre du servomoteur	76
22.13 Zones mortes et imprécisions du régulateur	76
23. Mesures des caractéristiques de l'installation réglée décrites à l'article 7	78
23.1 Coefficient d'autorégulation de la turbine, e_t	78
23.2 Coefficient d'autorégulation de la charge, e_g	80
23.3 Coefficient de couple de la turbine, e_y	80
23.4 Temps caractéristiques de l'inertie mécanique	80
24. Variations de vitesse et de pression	82
24.1 Ecart maximal de vitesse	82
24.2 Pression maximale (minimale).	82

CHAPITRE VII — CALCUL DES RÉSULTATS

25. Observations et enregistrements	84
25.1 Nombre de fiches d'observations et de copies	84
25.2 Enregistrements	84
25.3 Lectures	84
25.4 Courbes d'étalonnage	84
26. Incertitudes de mesure	84
26.1 Remarques générales	84
26.2 Incertitudes individuelles	84
26.3 Incertitudes calculées	84
26.4 Remarques relatives aux incertitudes dans le tracé des courbes	86
26.5 Points de mesure non valables	86
27. Comparaison avec les garanties	86

CHAPITRE VIII — RAPPORT FINAL

ANNEXE — Réponse harmonique

1. Définition générale	90
2. Réponse harmonique du régulateur	90
2.1 Transmittance relative à la vitesse $\frac{y}{x}(j\omega)$	90
2.2 Transmittance relative au signal de commande $\frac{y}{c}(j\omega)$	90
3. Réponse harmonique de l'installation réglée	94
3.1 Transmittance en couple du groupe $\frac{m}{y}(j\omega)$	94
3.2 Transmittance en vitesse du groupe $\frac{x}{y}(j\omega)$	94

CHAPTER VI — METHODS OF MEASUREMENT

Page

21. General considerations	59
21.1 Measurements of speed	59
21.2 Measurements of main servomotor travel times	59
21.3 Measuring inaccuracy	59
22. Measurements concerning the characteristic parameters described in Clause 8	59
22.1 Range of the command signal adjustment	59
22.2 Speed droop	61
22.3 Time constant of the damping device, T_d	63
22.4 Derivative time constant, T_n	65
22.5 Maximum servomotor stroke, Y_M	67
22.6 Servomotor force, F	67
22.7 Servomotor capacity	69
22.8 Servomotor response time, T_y	69
22.9 Promptitude time constant, T_x	71
22.10 Speed regulation	71
22.11 Large load change test procedure	73
22.12 Servomotor times	77
22.13 Dead bands and governor inaccuracies	77
23. Measurements of the characteristics of the controlled system described in Clause 7	79
23.1 Self-regulation factor of turbine, e_t	79
23.2 Self-regulation factor of the load, e_g	81
23.3 Control transmission ratio e_y of the turbine	81
23.4 Acceleration constants	81
24. Speed and pressure variations	83
24.1 Maximum speed rise	83
24.2 Maximum (minimum) pressure	83

CHAPTER VII — COMPUTATION OF RESULTS

25. Observations and records	85
25.1 Number of observation sheets and copies	85
25.2 Records	85
25.3 Readings	85
25.4 Calibration curves	85
26. Inaccuracies in measurement	85
26.1 General remarks	85
26.2 Individual inaccuracies	85
26.3 Calculated inaccuracies	85
26.4 Consideration of inaccuracies for the plotting of the measured curve	87
26.5 Invalid measured points	87
27. Comparison with guarantees	87

CHAPTER VIII — FINAL REPORT

APPENDIX — Harmonic response

1. General definition	91
2. Harmonic response of the governing system	91
2.1 Response with respect to speed $\frac{y}{x}(j\omega)$	91
2.2 Response with respect to the command signal $\frac{y}{c}(j\omega)$	91
3. Harmonic response of the controlled system	95
3.1 Unit response with respect to torque $\frac{m}{y}(j\omega)$	95
3.2 Unit response with respect to speed $\frac{x}{y}(j\omega)$	95

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CODE INTERNATIONAL D'ESSAI
DES RÉGULATEURS DE VITESSE POUR TURBINES HYDRAULIQUES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 4 de la C E I: Turbines hydrauliques.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Madrid en 1959. Un nouveau projet fut discuté lors de la réunion tenue à Aix-les-Bains en 1964, à la suite de laquelle un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1965. Les commentaires reçus furent soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en septembre 1967.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie
Italie	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INTERNATIONAL CODE FOR TESTING
OF SPEED GOVERNING SYSTEMS FOR HYDRAULIC TURBINES**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by I E C Technical Committee No. 4, Hydraulic Turbines.

A first draft was discussed at the meeting held in Madrid in 1959. A new draft was discussed at the meeting held in Aix-les-Bains in 1964, as a result of which a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1965. Comments received were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in September 1967.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Japan
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Canada	Sweden
Czechoslovakia	Turkey
France	Union of Soviet Socialist Republics
Germany	United Kingdom
Hungary	United States of America
Israel	Yugoslavia
Italy	

CODE INTERNATIONAL D'ESSAI DES RÉGULATEURS DE VITESSE POUR TURBINES HYDRAULIQUES

INTRODUCTION

Les exigences imposées aux régulateurs de turbines hydrauliques se sont énormément accrues ces dernières années depuis qu'ils règlent fréquemment d'autres variables que la vitesse de la turbine. Le régulateur doit être capable de recevoir, en plus du signal de vitesse, d'autres signaux et doit les combiner de façon à assurer un fonctionnement convenable dans divers modes de réglage possibles. Le régulateur doit pouvoir à tous moments assurer la sécurité de la turbine et développer la puissance de réglage nécessaire. Il doit être d'une souplesse telle qu'il puisse répondre aux demandes de variation de charge du réseau.

De nombreux types de régulateurs, présentant des degrés de perfectionnement variables, ont été construits au cours des années passées. La figure 1, page 14, représente un schéma simplifié présentant de façon générale les éléments communs à tous les régulateurs. La vitesse peut être détectée par différents procédés. Dans les applications aux régulateurs, le tachymètre à masselotte a été le plus communément utilisé pour comparer la vitesse de rotation réelle à la valeur prescrite. De bonnes méthodes électriques ont été également développées; certaines sont basées sur la détection de la fréquence, d'autres de la tension, et elles délivrent un signal électrique proportionnel à la vitesse de la turbine.

La figure 2, page 14, représente un régulateur du type tachymétrique, sensible à l'écart de vitesse du groupe par rapport à sa valeur de consigne. Le signal mécanique ou électrique obtenu est ensuite combiné avec les signaux extérieurs de commande et avec le signal de réaction du statisme permanent, proportionnel à la position du servomoteur du vannage. Le signal résultant actionne, après amplification, le tiroir de distribution commandant le servomoteur principal.

Le régulateur accélérotachymétrique de la figure 3, page 15, détecte, en plus de la vitesse, l'accélération angulaire de la turbine et la combine avec les autres signaux; il amplifie le signal résultant et actionne ensuite le tiroir de distribution qui commande le servomoteur du vannage.

Le régulateur tachymétrique à statisme transitoire de la figure 4, page 15, reçoit un signal de réaction proportionnel à la vitesse de déplacement du servomoteur et dont l'effet s'évanouit exponentiellement en fonction du temps. Ce signal de statisme transitoire, combiné avec celui de l'écart de vitesse, est amplifié pour actionner le tiroir de distribution commandant le servomoteur principal. Avec ce type de régulateur, il est possible, en ajoutant un signal accélérométrique, d'obtenir un régulateur combinant les modes de régulation à statisme transitoire et accélérotachymétrique.

La figure 5, page 16, représente un autre arrangement possible d'un régulateur accélérotachymétrique. Sa particularité réside dans le fait que l'amplification de puissance s'effectue entre le servomoteur pilote et le servomoteur principal. Le signal de statisme permanent peut également provenir du servomoteur principal au lieu du servomoteur pilote. Enfin, la figure 6, page 16, montre un régulateur à statisme transitoire dont les signaux de réaction proviennent du servomoteur pilote. Dans ce cas aussi le signal de statisme permanent peut provenir du servomoteur principal.

Il existe quatre régimes de fonctionnement pour un régulateur. Ce sont:

1. le régime établi;
2. les régimes variables de faible amplitude;
3. les régimes variables de grande amplitude;
4. le vannage bloqué.

INTERNATIONAL CODE FOR TESTING OF SPEED GOVERNING SYSTEMS FOR HYDRAULIC TURBINES

INTRODUCTION

Hydraulic turbine governing system requirements have increased greatly in recent years since frequently variables other than turbine speed must be controlled. The governing system must be capable of accepting, in addition to speed, a variety of other signals and combine them to achieve suitable operation in various possible modes. The governing system must be reliable for the safety of the turbine and for the ability to develop power at times when needed. Flexibility is necessary to be able to adapt to changing power system demands.

Many types of governing systems of varying degrees of capability have been built during the past years. Figure 1, page 14, is a block diagram illustrating in a general manner elements common to all governing systems. Speed can be sensed many ways. For governing system applications, the set of flyweights have been the most common method for comparing the actual shaft speed with the desired speed. Electrical methods equally as good have evolved, some based on frequency with others on voltage to arrive at an electrical signal proportional to the turbine speed.

Figure 2, page 14, is a governing system of the tachometric type sensitive to speed deviations of the unit from the set speed value. The signal produced, mechanical or electrical, is then combined with the external command signals and with the permanent speed droop feedback signal proportional to gate servomotor position. The resulting signal, after amplification, moves the distributing valve controlling the main servomotor.

The accelero-tachometric governor of Figure 3, page 15, senses, in addition to speed, the acceleration of the turbine and combines it with the other signals, amplifies and then positions the distributing valve which controls the gate servomotor.

The tachometric governor with temporary speed droop, figure 4, page 15, has a temporary feedback signal proportional to the rate of travel of the servomotor whose effect decays exponentially as a function of time. This temporary droop signal, combined with the speed deviation signal, is amplified to position the main distributing valve to control the main servomotor. It is possible to add to this type of governing system an accelerometric signal, thereby obtaining a combined form of temporary droop and accelero-metric-tachometric governing system.

Another possible arrangement may be seen in figure 5, page 16, which is an accelerometric-tachometric governing system. The distinguishing feature is that the power amplification occurs between the pilot servomotor and the main servomotor. The permanent droop can be obtained by feeding back a signal from the main servomotor instead of the pilot servomotor. Figure 6, page 16, finally shows a governor arrangement of the temporary speed droop type where the speed droop signals are derived from the pilot servomotor. In this case also the permanent speed droop could alternatively be derived from the main servomotor.

There are four modes of governing system operation. They are as follows:

1. steady state;
2. small transient conditions;
3. large transient conditions;
4. blocked gate.

Le fonctionnement en régime établi correspond en général au cas où toutes les grandeurs de l'installation réglée et du régulateur sont constantes. Le groupe fonctionne à charge, signal de commande et hauteur de chute constants. Dans ce régime, les mesures importantes concernent principalement la précision et l'étendue du domaine de fonctionnement du système. Les dérives ou écarts doivent être réduits par le régulateur à un niveau acceptable.

Le second régime apparaît lorsque l'ensemble du système, installation et régulateur, est soumis à de petites variations telles que des fluctuations de charge de l'alternateur, des modifications du signal de commande, etc. Ces variations sont d'amplitude suffisamment faible pour qu'aucun des éléments du régulateur n'atteigne de saturation. Dans ce cas, le bon comportement est caractérisé par un retour du système sans écart ni retard anormaux à un régime établi obtenu avec un minimum d'oscillations (amortissement convenable). C'est dans ce cas de fonctionnement que les concepts de stabilité sont prépondérants. Divers paramètres caractérisant le régulateur et l'installation réglée (constantes de temps et gains) permettent d'établir si le comportement désiré peut être obtenu. Il existe des critères, faisant souvent l'objet de spécifications, dépendant de ces paramètres mesurables et qui permettent d'assurer en pratique la stabilité du système.

Le troisième régime intervient lorsque les variations de la charge ou du signal de commande ont une amplitude suffisante pour que le comportement d'un élément interne quelconque du régulateur soit limité par une non-linéarité ou une saturation. Dans les régulateurs de turbines hydrauliques, ceci est habituellement dû à une limitation voulue du débit du fluide hydraulique alimentant les servomoteurs principaux pour fixer les temps minimaux de manœuvre. Les paramètres importants sont ici la valeur du signal nécessaire pour provoquer la saturation et le temps après lequel elle est atteinte. Les temps de manœuvre du servomoteur principal, le temps mort du régulateur et le temps de fermeture ralentie sont des valeurs normalement mesurées dans ce cas. Ensuite, il est important de connaître comment le système se comporte après le régime saturé. Les valeurs maximales de la pression dans la conduite et de la vitesse doivent être connues dans ce régime de fonctionnement pour des raisons de sécurité et sont habituellement déterminées lors des essais de la turbine.

Le quatrième régime représente probablement la situation la plus simple dans laquelle le servomoteur principal ne peut se déplacer dans une ou les deux directions; il en résulte que la machine fournit une puissance prédéterminée sans tenir compte des faibles variations de vitesse.

Le présent code est relatif aux essais de la régulation de vitesse d'une turbine hydraulique. Le but de ces essais est de vérifier le respect de certaines garanties techniques appropriées à une installation donnée. Par conséquent, le code traite des méthodes de mesure de celles des grandeurs qui sont le plus souvent à la base des garanties techniques.

En pratique, les garanties se rapportent:

- au régulateur de vitesse défini comme un équipement de réglage dans lequel la grandeur de sortie est la position du servomoteur principal et les grandeurs d'entrée sont la vitesse de rotation de la turbine et les signaux extérieurs de commande;
- et/ou à la qualité du réglage de fréquence d'un réseau électrique alimenté par le groupe équipé du régulateur de vitesse considéré;
- et/ou aux conséquences (variations de pression et de vitesse) d'une brusque variation de charge de grande amplitude.

Dans le premier cas, les méthodes de spécification actuellement les plus courantes consistent à indiquer le type du régulateur (c'est-à-dire accélérotachymétrique ou à statisme transitoire) et les valeurs numériques des paramètres caractéristiques principaux.

Le but principal des essais de réception est, dans ce cas, de déterminer expérimentalement les valeurs numériques effectives de ces paramètres. Par conséquent, le présent code définit la nature de ces paramètres caractéristiques et indique les méthodes de mesure correspondantes. L'ingénieur d'essais dispose

Steady state operation in general occurs when all variables of the controlled system and the governing system are at rest. The unit is operating under constant load, command signal and head. During steady state operation, measurements of importance deal mainly with the accuracy and the range of operation of the system. Drift or wander should be minimized to the degree capable by the governing system.

The second mode is when the combined system, controlled and governing, is subject to small changes such as generator load fluctuations, command signal changes, etc. The changes are sufficiently small that none of the governing system elements reach limits. Good operation in this mode is characterized by the system returning to a steady state condition without unreasonable deviation or time interval and to settle out with a minimum of swings (adequate damping). It is in this operation that stability concepts are predominant. Various parameters of the governing and the controlled systems (time constants and gain coefficients) are sufficient to establish whether the desired operation can be obtained. Criteria exist in terms of these measurable parameters, often specified, which nearly assure a stable system.

The third mode occurs when either load or command signal changes are of sufficient size to cause any of the internal portions of the governing system to reach some limit as evidenced by nonlinear or saturated performance. In hydraulic turbine governing systems, this usually occurs due to a planned restriction of flow of hydraulic fluid to the main servomotors to establish the servomotor timing. Here of importance is the size of deviation required to cause saturation and the time required to reach saturation. The timing of the main servomotors, the governor dead time and the cushioning time are normal measurements in this condition. Further, it is important to know how the system settles out following the saturated performance. Maximum pressure change in the penstock and maximum speed change for this type of performance need to be known for safety reasons and are usually determined in conjunction with turbine tests.

The fourth mode is probably the simplest situation in that the main servomotor is restrained from movement in one or both directions with the result that the machine supplies a predetermined amount of power to its connected system without regard for small speed fluctuations.

The present code concerns tests about control of the speed of a hydraulic turbine. The object of these tests is to verify the fulfilment of certain technical guarantees appropriate to a given installation. The code, therefore, deals with the methods of measuring those quantities which most frequently are the basis for technical guarantees.

In practice the guarantees relate to:

- the speed governing system, defined as a control system in which the output quantity is the position of the main servomotor and the input quantities are the turbine speed of rotation and external command signals;
- and/or the quality of the frequency control of an electric network fed by the generating unit, which is equipped with the speed governing system considered;
- and/or the consequences (variations of pressure and speed) of a sudden large-amplitude load variation.

In the first case, the most common methods of specification at the present time consist of indicating the operating principle of the governor (i.e. accelero-tachometric or temporary speed droop) and the required numerical values of the main characteristic parameters.

The main purpose of the acceptance tests in this case is to determine experimentally the effective numerical values of these parameters. The present code, therefore, defines the nature of these characteristic parameters and outlines methods of their measurement. Many methods are available to the test

de nombreuses méthodes pour déterminer les caractéristiques statiques et dynamiques du régulateur. Le présent code a essayé de citer la procédure d'essais la plus commune et la plus utilisée, qui soit applicable à tous les régulateurs. Les essais de réponse indicielle sont décrits là où ils sont jugés appropriés. Une autre méthode, connue sous le nom de réponse harmonique, peu utilisée actuellement, est décrite en annexe. Les techniques statistiques peuvent être employées, mais ne sont pas décrites dans ce code.

Dans le deuxième cas, c'est-à-dire quand la qualité du réglage de fréquence constitue la base des spécifications techniques, les essais du régulateur lui-même ne peuvent pas avoir de signification contractuelle.

D'autre part, le fournisseur du régulateur ne peut se charger d'obtenir une certaine qualité de la régulation de fréquence que si les conditions dans lesquelles le régulateur fonctionnera sont clairement définies. Ces conditions concernent d'abord la nature des variations de charge à considérer pour juger de la qualité de la régulation de fréquence. Elles concernent aussi les caractéristiques de l'installation réglée (ouvrages hydrauliques, turbine, alternateur, régulateur de tension, réseau).

Le présent code d'essais définit donc certains paramètres caractéristiques de l'installation réglée et indique les méthodes de mesure correspondantes.

Il est important d'attirer l'attention sur les difficultés de détermination expérimentale de certaines caractéristiques de l'installation réglée. C'est pourquoi de telles mesures devraient être limitées aux cas où de sérieuses difficultés de régulation apparaissent et ne peuvent être résolues par la modification des paramètres ajustables du régulateur. Il s'avère alors nécessaire de contrôler les valeurs réelles de certaines caractéristiques de l'installation réglée et de voir dans quelles mesures elles diffèrent de celles données initialement au constructeur du régulateur et qu'il a utilisées pour choisir et ajuster le régulateur.

Dans le troisième cas, c'est-à-dire quand les garanties techniques se rapportent à la valeur maximale atteinte par les variations de vitesse et de pression lors d'une brusque variation de charge, les essais du régulateur lui-même ne peuvent encore pas avoir de signification contractuelle. Ce cas est, par conséquent, complémentaire du second mentionné ci-dessus et le fournisseur du régulateur de vitesse ne peut se charger de donner des valeurs limites contractuelles aux variations de vitesse et de pression que si les caractéristiques de l'installation hydraulique qu'il juge nécessaire de connaître pour fixer celles du régulateur lui ont été communiquées et s'avèrent exactes.

Un problème de définition se pose du fait de l'existence de deux cas. Dans le premier, le constructeur du régulateur est aussi celui de la turbine hydraulique. Dans le second, le constructeur du régulateur fournit son équipement soit à celui de la turbine soit aux ingénieurs responsables de l'installation réglée. Par conséquent, il est possible, d'après le texte du code, que l'acquéreur du régulateur représente une autre division du constructeur de la turbine hydraulique. Le mot client se réfère par conséquent au groupe qui a directement passé contrat avec le constructeur du régulateur.

engineer to determine the static and dynamic characteristics of the governing system. The present code has attempted to cite the most common and most used test procedure applicable to all governing systems. Step response type of tests are described where deemed appropriate. Another method, known as harmonic response, at present little used, is described in the Appendix. Statistical techniques can be used, but are not discussed in this code.

In the second case, that is when the quality of the frequency control forms the basis of technical specifications, the tests on the governing system itself may not have contractual significance.

On the other hand, the supplier of the governing system can undertake to obtain a certain quality of the frequency control only if the conditions in which the governing system will operate are clearly defined. These conditions concern firstly the nature of the load variations which will be considered when judging the quality of frequency control. They also concern the characteristics of the controlled system (water passages, turbine, alternator, voltage regulator, network).

The present test code therefore defines certain characteristic parameters of the controlled system and outlines methods of their measurement.

It is important to draw the attention to the difficulties of experimental determination of certain characteristics of the controlled system and therefore such measurements should be limited to the cases when serious control difficulties occur and cannot be remedied by modification of the adjustable parameters of the governor. It then becomes necessary to ascertain the actual values of certain controlled system characteristics and to see in what measure they differ from those originally given to and used by the manufacturer of the governing system for selecting and adjusting the governor.

In the third case, that is when the technical guarantees cover the maximum value reached by speed and pressure variations in case of a sudden load variation, the tests on the speed governing system itself again may not have contractual significance. This case, therefore, is complementary to the second case mentioned above, and the supplier of the speed governing system may undertake to give contractual limit values of speed and pressure variations only if the hydraulic installation characteristics which he deems necessary for fixing the governing systems characteristics have been given to him and prove to be correct.

A definition problem arises because of two situations. The first is when the governing system manufacturer and the hydraulic turbine manufacturer are the same. The second is where the governing system manufacturer provides his equipment to either the turbine manufacturer or to the engineers responsible for controlled system. Therefore, it is possible, from the wording of the code, for the purchaser of the governing system to be a division of the same manufacturer of the hydraulic turbine. The word purchaser, therefore, refers to the group that has entered into contract directly with the manufacturer of the governing system.

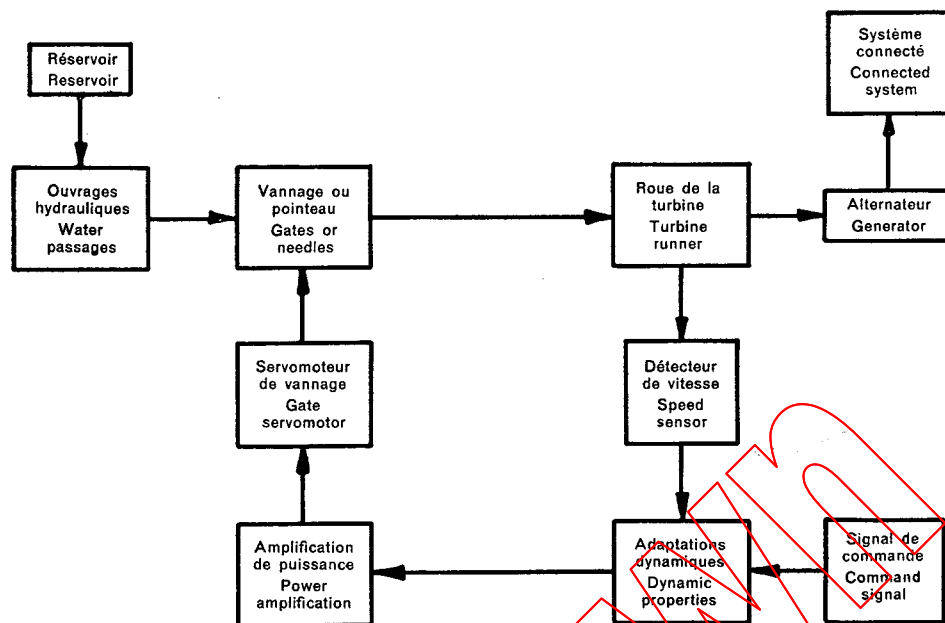


FIG. 1. — Schéma de principe du système réglé et du régulateur.
Diagram of controlled and governing system.

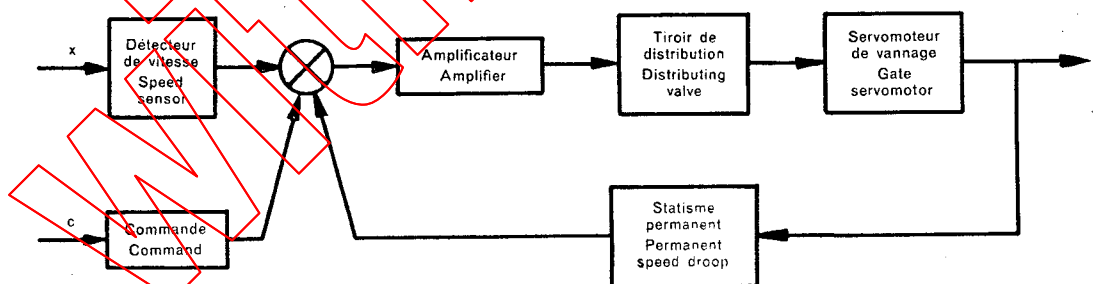


FIG. 2. — Régulateur de type tachymétrique.
Tachometric type governing system.

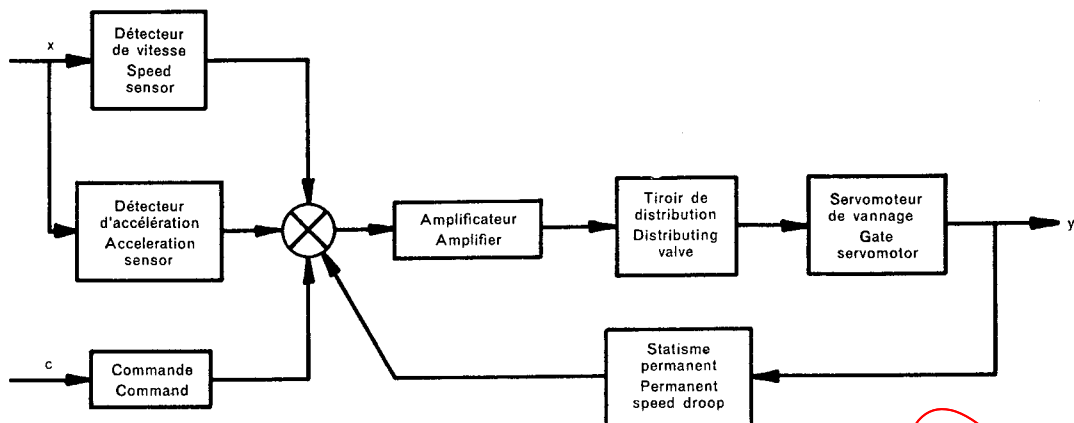


FIG. 3. — Régulateur accélérotachymétrique.
Accelero-tachometric governing system.

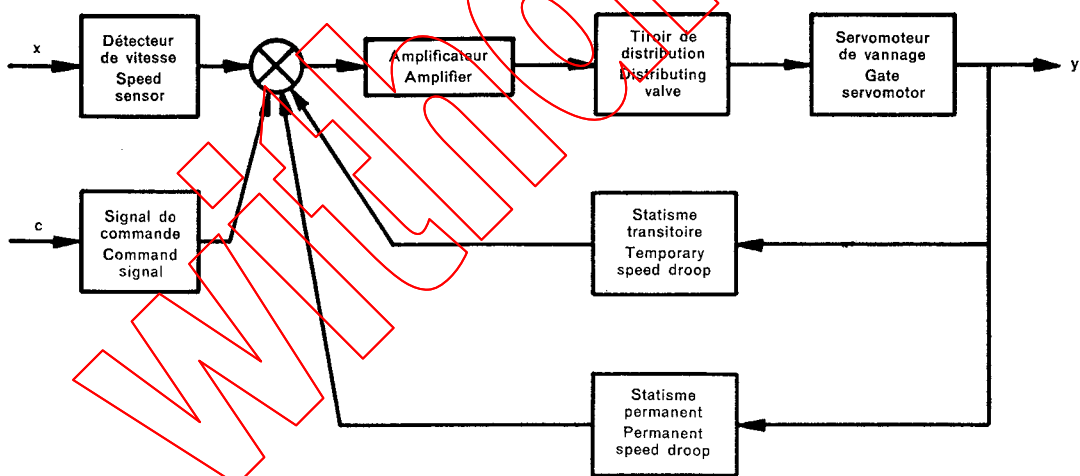


FIG. 4. — Régulateur à statisme transitoire.
Tachometric governor with temporary droop.

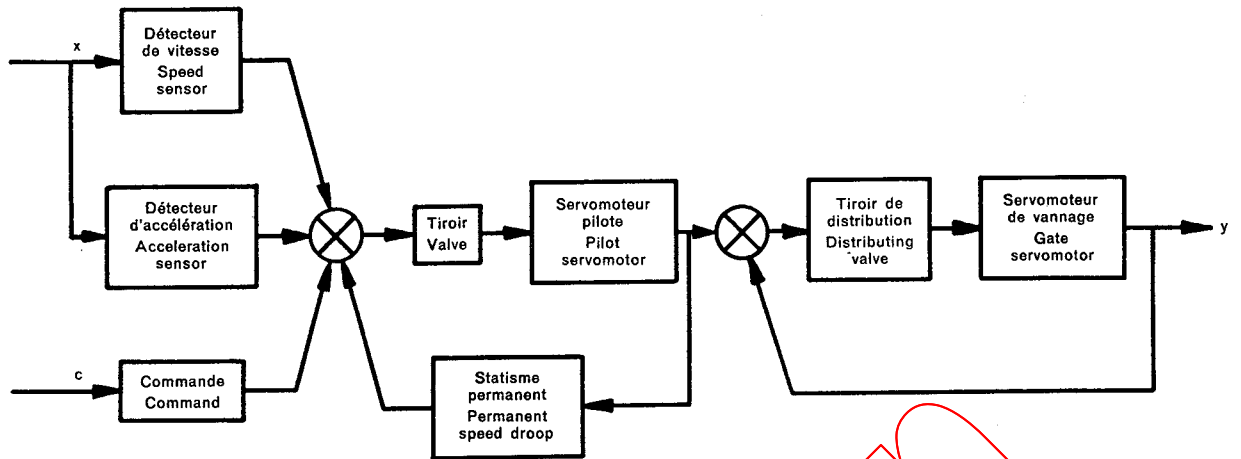


FIG. 5. — Régulateur accélérotachymétrique avec servomoteur pilote.
Accelero-tachometric governor with pilot servomotor.

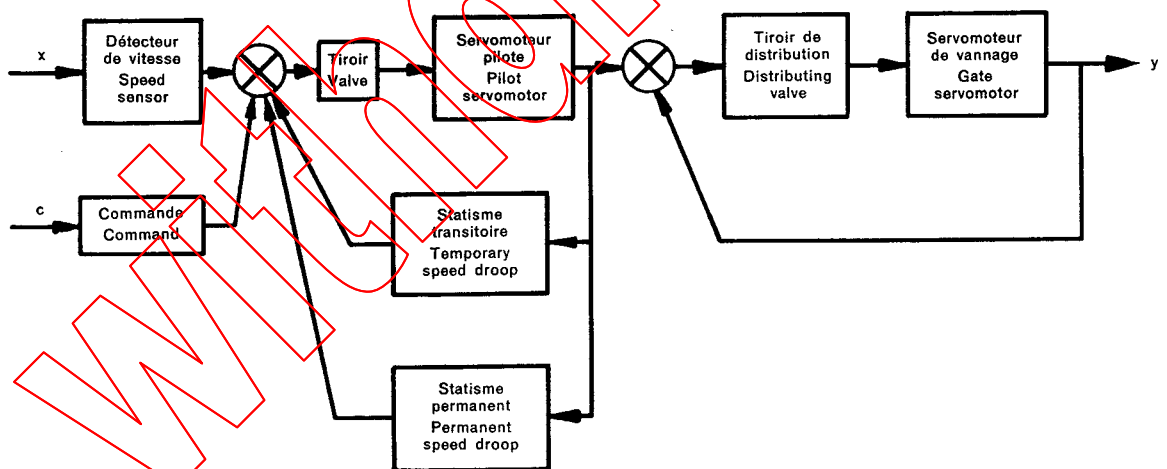


FIG. 6. — Régulateur à statisme transitoire provenant d'un servomoteur pilote.
Governor with temporary droop derived from a pilot servomotor.

Page blanche
Blank page

Withdrawn

CHAPITRE I — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Le présent code a pour objet de définir les termes et les grandeurs nécessaires à la description du comportement en régulation du régulateur de vitesse. Ce code présentera les méthodes d'essai et les moyens de mesure des grandeurs correspondantes de façon que les performances et le comportement du régulateur puissent être déterminés et les garanties vérifiées.

1. Types de régulateur et d'installation réglée

En général, ce code s'applique à tous les régulateurs de vitesse pour turbines hydrauliques. Il concerne aussi l'installation réglée qui comprend la turbine hydraulique, l'alimentation en eau, les ouvrages de fuite, l'alternateur, le régulateur de tension et le réseau d'énergie électrique connecté au groupe.

2. Essais de réception

Ce code couvre les dispositions relatives aux essais de régulateur de vitesse, effectués aussi bien dans les ateliers du constructeur qu'après installation en centrale, en vue de vérifier le respect des garanties données par le fournisseur du régulateur. Ce code contient les dispositions relatives aux essais sur place de l'installation réglée pour déterminer la validité des grandeurs caractéristiques données par le client et sur lesquelles les performances de l'installation ont été garanties.

Ce code traite de la méthode de calcul des résultats, de leur précision et du domaine de mesure considéré comme acceptable. Il donne un guide pour la teneur et le style du rapport final.

On effectuera seulement les essais nécessaires à la vérification du respect des garanties contractuelles ou ceux précisés par convention écrite entre les parties en vue d'obtenir une information complémentaire sur le régulateur ou l'installation réglée.

3. Sujets exclus

Ce code exclut tous les sujets d'intérêt purement commercial et d'exploitation, excepté ceux indiscutablement liés aux résultats satisfaisants des essais de réception.

3.1 Il ne traite pas des détails constructifs des régulateurs ni des propriétés mécaniques ou électriques de leurs composants. Il ne traite pas des conditions relatives au dispositif d'alimentation en huile sous pression, excepté que les niveaux minimal et maximal de pression doivent avoir les valeurs garanties, la qualité et la température de l'huile doivent être respectées (voir paragraphes 14.2.1 et 14.2.2) et les tolérances admises.

3.2 L'essai de divers dispositifs auxiliaires de protection et de contrôle n'est pas du domaine d'application de ce code, sauf disposition différente agréée ou jugée nécessaire.

CHAPTER I — OBJECT AND SCOPE

The object of this code is to define the terms and quantities necessary to describe the regulating behaviour of the speed governing system. This code will establish methods of testing and ways of measuring the quantities involved so that the performance and behaviour of the governing system can be ascertained and the guarantees verified.

1. Types of governor and controlled system

In general this code applies to any speed governing system for hydraulic turbines. It is also concerned with the controlled system consisting of the hydraulic turbine, water supply, discharge passages, generator, voltage regulator and connected electric power network.

2. Acceptance tests

This code covers the arrangements for tests on the speed governing system, both in the shops of the manufacturer and when installed at the site to determine the attainment of governor guarantees given by the supplier. This code covers the arrangements for tests on the controlled system at site to determine the validity of the controlled system characteristic values given by the purchasers upon which the system performance has been guaranteed.

This code deals with the way in which the results are to be computed along with the accuracies and range of measurement considered acceptable. The code gives guidance as to the content and style of the final report.

Only those tests should be performed which are necessary to verify the guarantees stipulated in the contract or such tests as set forth in a written agreement between the parties to the test for purposes of obtaining supplementary information about either the governing system or the controlled system.

3. Excluded topics

This code excludes all matters of purely commercial interest and enterprise, except those inextricably bound up with the successful issue of the acceptance tests.

3.1 It is not concerned with structural details of governors nor with the mechanical or electrical properties of their components. It is not concerned with the conditions prevailing in the oil pressure system, except that the maximum and minimum pressure levels must be as specified, the oil quality and temperature observed (see Sub-clauses 14.2.1 and 14.2.2) and the tolerances recognized.

3.2 The testing of various auxiliary protective and supervisory devices is not within the scope of this code, unless otherwise agreed or found necessary.

CHAPITRE II — TERMINOLOGIE, DÉFINITIONS, SYMBOLES ET UNITÉS

4. Unités

Le système international d'unités est adopté dans ce code pour les mesures, mais d'autres systèmes compatibles avec les spécifications du contrat doivent être permis en cas de préférence. Des valeurs relatives sans dimensions des variables sont utilisées pour le calcul et la présentation des résultats.

5. Terminologie

Les termes, définitions, symboles et remarques terminales utilisés dans ce document se conforment aussi rigoureusement que possible aux publications spéciales de la CEI sur les termes, définitions, symboles et remarques terminales. Lorsqu'il n'en est pas ainsi, ils ne doivent pas être considérés comme recommandations officielles de la CEI, mais seulement comme une aide pour exprimer le sens du présent document.

En général, il est recommandé d'affecter la lettre *b* aux symboles se rapportant au régulateur et la lettre *e* à ceux relatifs à l'installation réglée. Tous les coefficients homogènes à un temps sont représentés par la lettre capitale *T*.

Terme		Définition	Symbole pour		
			Gran- deur	Unité	Valeur relative
5.1	<i>Définitions générales</i>				
5.1.1	Régulateur	Combinaison d'appareillages et de mécanismes qui détecte l'écart de vitesse et le convertit d'une manière caractéristique en une variation de la course du servomoteur principal.			
5.1.2	Vitesse	Vitesse de rotation de la turbine.	n ω f	tr/min rad/s Hz	n/n_N ω/ω_N f/f_N
5.1.3	Vitesse nominale	Vitesse pour laquelle la turbine est commandée.	n_N ω_N f_N	tr/min rad/s Hz	
5.1.4	Ecart de vitesse	A un instant donné, la différence entre la vitesse réelle de rotation et une vitesse de référence.	Δn $\Delta \omega$ Δf	tr/min rad/s Hz	x
5.1.5	Signal de commande	Grandeur de référence qui peut être ajustée par un élément extérieur au régulateur.	C		
5.1.5.1	Ecart de signal de commande	Différence entre le signal de commande réel (C) et une valeur de référence (C_0), où C_0 est la valeur du signal de commande lorsque la turbine est à vide à la vitesse nominale et sous les conditions nominales d'alimentation en eau.	ΔC		c
5.1.5.2	Coefficient de proportionnalité du signal de commande	Pente de la courbe représentant la vitesse de rotation en fonction du signal de commande à une position donnée en régime établi du servomoteur.			b_c

CHAPTER II — TERMS, DEFINITIONS, SYMBOLS AND UNITS

4. Units

The international system of units is adopted throughout this code for measurement but other systems consistent with the contract specifications shall be allowed if preferred. Dimensionless relative values of variables are used for calculating and reporting the results.

5. Terms

The terms, definitions, symbols and terminal markings adopted in this document conform as closely as possible with the Special IEC Publications on terms, definitions, symbols and terminal markings. Where this is not so, they are not to be regarded as official recommendations of the IEC, but only as an aid to express the meaning of the present document.

In general, it is preferred that symbols referring to the governing system be denoted by the letter *b* and those referring to the controlled system be denoted by the letter *e*. All coefficients with dimension of time are denoted by the capital letter *T*.

Term	Definition	Symbol for the		
		Quantity	Unit	Relative quantity
5.1	<i>General definitions</i>			
5.1.1	Governing system	The combination of devices and mechanisms which detect the speed deviation and convert it into the main servomotor stroke deviation in a characteristic manner.		
5.1.2	Speed	The speed of rotation of the turbine.		
		n ω f	rev/min rad/s Hz	n/n_N ω/ω_N f/f_N
5.1.3	Guarantee speed	The speed for which the turbine is ordered.		
		n_N ω_N f_N	rev/min rad/s Hz	
5.1.4	Speed deviation	At a considered instant, the difference between the actual speed of rotation and a reference speed.		
		Δn $\Delta \omega$ Δf	rev/min rad/s Hz	x
5.1.5	Command signal	A reference quantity which can be set by external adjustment of the governing system.		
		C		
5.1.5.1	Command signal deviation	The difference between the actual command signal (C) and a reference value (C_0), where C_0 is the value of the command signal when the turbine rotates at guarantee speed under no load and guarantee conditions of water supply.		
		ΔC		c
5.1.5.2	Command signal proportionality factor	The slope of the curve representing the rotational speed versus the command signal at a given steady state servomotor position.		
				b_c

Terme	Définition	Symbole pour		
		Grandeur	Unité	Valeur relative
5.1.6	Servomoteur principal	Elément du régulateur qui actionne le mécanisme de commande de la turbine. Le mécanisme de commande de la turbine ici considéré comprend la tringlerie de liaison actionnée par le régulateur et les organes de la turbine qui commandent l'écoulement de l'eau, tels que les aubes directrices, les pales de la roue, les pointeaux (aiguilles), les déflecteurs, les orifices compensateurs, etc., individuellement ou associés.		
5.1.7	Course du servomoteur	Y	m rad °	Y/Y_M
5.1.7.1	Ecart de position du servomoteur	ΔY	m rad °	y
5.2	<i>Termes relatifs au régime établi</i>			
5.2.1	Vitesse maximale à course nulle	n_{oM} ω_{oM} f_{oM}	tr/min rad/s Hz	n_{oM}/n_N ω_{oM}/ω_N f_{oM}/f_N
5.2.2	Vitesse minimale à course nulle	n_{om} ω_{om} f_{om}	tr/min rad/s Hz	n_{om}/n_N ω_{om}/ω_N f_{om}/f_N
5.2.3	Vitesse maximale à pleine ouverture	n_{yM} ω_{yM} f_{yM}	tr/min rad/s Hz	n_{yM}/n_N ω_{yM}/ω_N f_{yM}/f_N
5.2.4	Vitesse minimale à pleine ouverture	n_{ym} ω_{ym} f_{ym}	tr/min rad/s Hz	n_{ym}/n_N ω_{ym}/ω_N f_{ym}/f_N
5.2.5	Caractéristique de statisme vitesse/course	Courbe représentant la vitesse relative en fonction de la course relative du servomoteur quand le régulateur est en équilibre et le signal de commande constant (figure 7, page 24). Le statisme vitesse/puissance est défini au paragraphe 5.6.8.		

Term	Definition	Symbol for the		
		Quantity	Unit	Relative quantity
5.1.6	Main servomotor	The element of the governing system which moves the turbine-control mechanism. The turbine-control mechanism here referred to includes the system of connected linkage which is actuated by the governing system and those elements of the turbine which control the energy input to the turbine, that is wicket gates, runner blades, needles (spears), deflectors, relief valves, etc., individually or in combination.		
5.1.7	Servomotor stroke	Y	m rad	Y/Y_M
5.1.7.1	Servomotor stroke deviation	ΔY	m rad	y
5.2	<i>Terms relating to steady-state operation</i>			
5.2.1	Maximum speed at zero stroke	The value of the speed which causes the governor to be in a state of equilibrium for which the servomotor stroke is zero. The command signal is at its maximum setting and the permanent speed droop has a specified value.		
		n_{oM} ω_{oM} f_{oM}	rev/min rad/s Hz	n_{oM}/n_N ω_{oM}/ω_N f_{oM}/f_N
5.2.2	Minimum speed at zero stroke	Value of the speed which causes the governor to be in the state of equilibrium for which the servomotor stroke is zero. The command signal is at its minimum setting and the permanent speed droop has a specified value.		
		n_{om} ω_{om} f_{om}	rev/min rad/s Hz	n_{om}/n_N ω_{om}/ω_N f_{om}/f_N
5.2.3	Maximum speed at maximum stroke	Value of the speed which causes the governor to be in a state of equilibrium with the servomotor at maximum stroke. The command signal is at its maximum setting and the permanent speed droop has a specified value.		
		n_{yM} ω_{yM} f_{yM}	rev/min rad/s Hz	n_{yM}/n_N ω_{yM}/ω_N f_{yM}/f_N
5.2.4	Minimum speed at maximum stroke	Value of the speed which causes the governor to be in a state of equilibrium with the servomotor at maximum stroke. The command signal is at its minimum setting and the permanent speed droop has a specified value.		
		n_{ym} ω_{ym} f_{ym}	rev/min rad/s Hz	n_{ym}/n_N ω_{ym}/ω_N f_{ym}/f_N
5.2.5	Speed droop graph	A graph showing the relative speed as a function of the relative servomotor stroke, when the governor is in a state of equilibrium and the command signal is constant (Figure 7, page 25). Speed regulation is defined in Sub-clause 5.6.8.		

Terme	Définition	Symbole pour		
		Gran- deur	Unité	Valeur relative

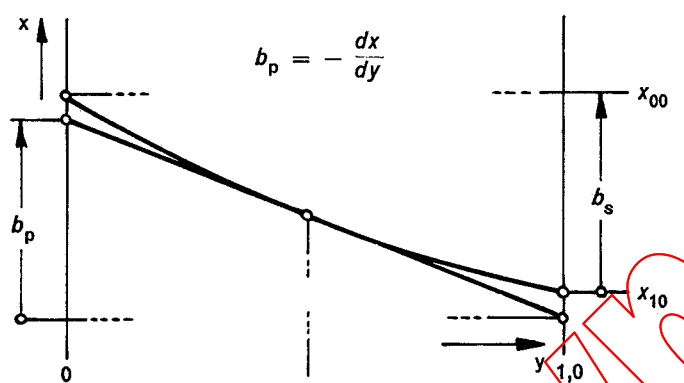


FIGURE 7

5.2.6	Coefficient de statisme permanent vitesse/course	Pente de la caractéristique de statisme vitesse/course en un point de fonctionnement déterminé (figure 7).			b_p
5.2.7	Coefficient global de statisme permanent vitesse/course	Différence entre les vitesses relatives lues sur la caractéristique de statisme vitesse/course pour la fermeture totale et la pleine ouverture du servomoteur, à un signal de commande spécifié (voir figure 7).			b_s
5.3	<i>Termes relatifs au régime dynamique (petits mouvements, voir le deuxième régime de fonctionnement dans l'introduction)</i>				
5.3.1	Temps caractéristique du servomoteur	Inverse de la pente de la courbe représentant la vitesse dy/dt du servomoteur en fonction du déplacement relatif, u , rapporté à un déplacement maximal spécifique, de son tiroir de distribution à partir de la position neutre. $T_y = \frac{du}{d(dy/dt)}$ (Voir figure 8, page 26.)	T_y	s	

Term	Definition	Symbol for the		
		Quantity	Unit	Relative quantity

Figure 7 shows a graph of relative travel x versus relative velocity y . The curve starts at the origin $(0,0)$ and rises to a point $(1.0, x_{10})$. The slope at this point is labeled $b_p = -\frac{dx}{dy}$. The vertical distance from the origin to the point $(1.0, x_{10})$ is labeled b_s . The horizontal axis is labeled y and the vertical axis is labeled x .

FIGURE 7

5.2.6	Permanent speed droop	Slope of the speed droop graph at a specific point of operation (Figure 7).		b_p
5.2.7	Maximum stroke speed droop	Difference between the relative speeds read from the speed droop graph at full closed and full open position of the servomotor for a specified command signal (see Figure 7).		b_s
5.3	<i>Terms relating to dynamic action (small movements, see second mode of operation in the Introduction)</i>			
5.3.1	Servomotor response time	The slope of the curve relating the servomotor velocity dy/dt to the relative travel, u , from the neutral position of its controlling valve, referred to a specific maximum displacement. $T_y = \frac{du}{d(dy/dt)}$ (See Figure 8, page 27.)	T_y	s

Terme	Définition	Symbole pour		
		Gran- deur	Unité	Valeur relative

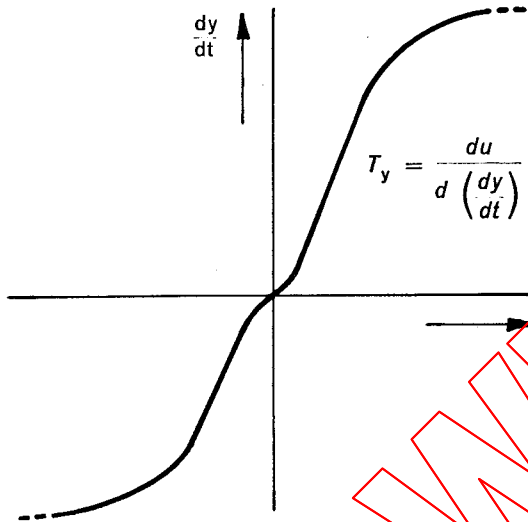


FIGURE 8

5.3.2	Temps caractéristique de la promptitude	Quand le déplacement du tiroir est proportionnel à un écart relatif, x, de vitesse et dans certaines circonstances proportionnel au signal de commande, la position u du tiroir devrait être exprimée de préférence en fonction de la vitesse relative. Pour un régulateur de vitesse, en l'absence de statisme permanent, à un écart permanent donné de la vitesse relative correspond en régime établi une valeur proportionnelle de la vitesse relative du servomoteur: $T_x = - \frac{dx}{d(dy/dt)}$ Le coefficient T_x est appelé le temps caractéristique de la promptitude (voir figure 9).	T_x	s
-------	---	--	-------	---

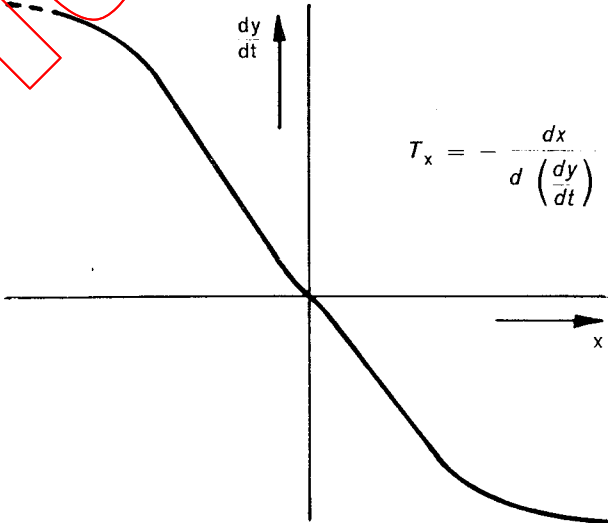


FIGURE 9

Term	Definition	Symbol for the		
		Quantity	Unit	Relative quantity

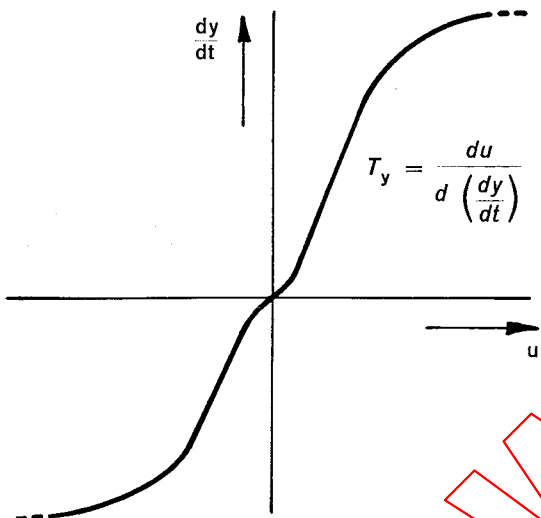


FIGURE 8

5.3.2	Promptitude time constant	When the valve displacement is proportional to relative speed deviation, x, and under certain circumstances proportional to command signal, the valve position u should preferably be expressed in terms of relative speed. For a speed governing system, considered without permanent speed droop, with a given steady-state value of relative speed deviation, there will be a proportionate relative steady-state servomotor velocity: $T_x = - \frac{dx}{d(dy/dt)}$ The coefficient T_x is known as the promptitude time constant. (See Figure 9.)	T_x	s
-------	---------------------------	--	-------	---

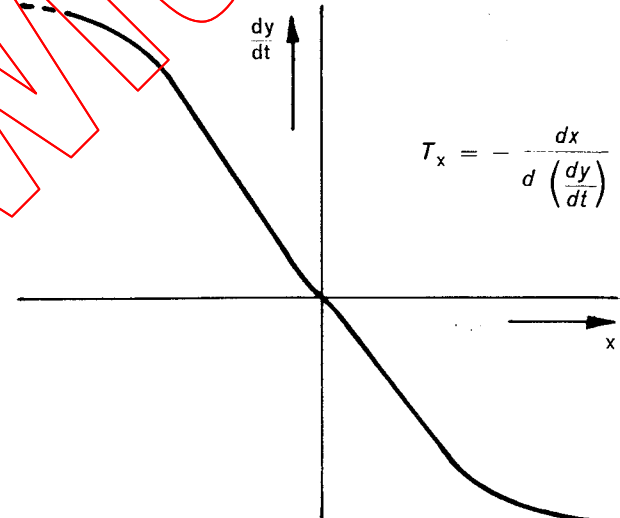
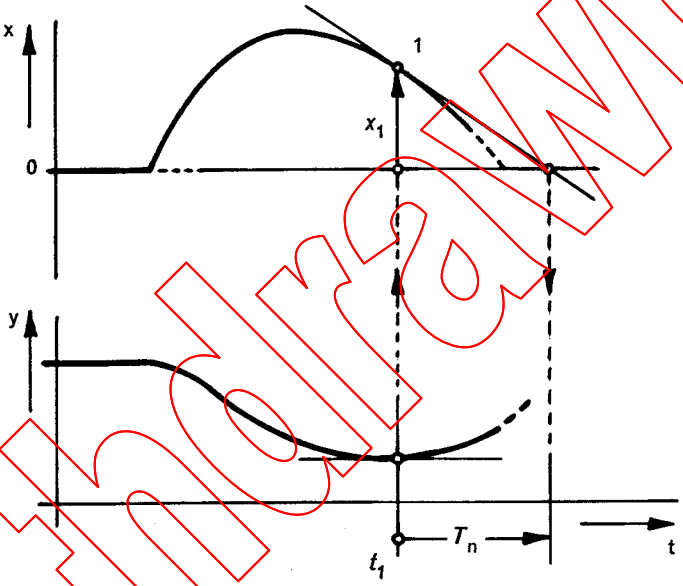
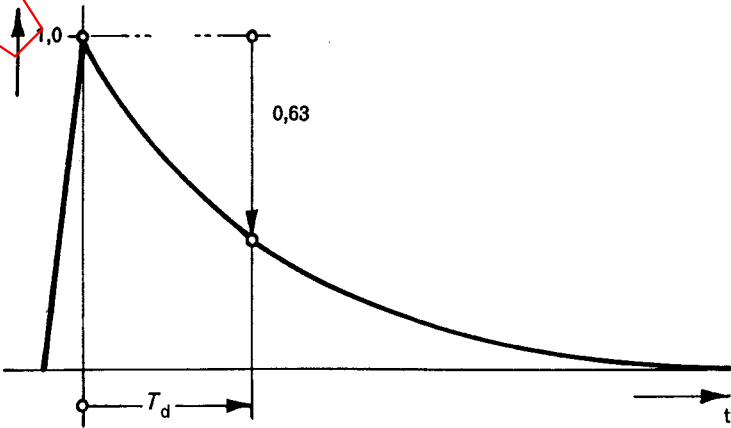


FIGURE 9

Terme	Définition	Symbole pour		
		Gran- deur	Unité	Valeur relative
5.3.3	Temps de dosage de dérivation Pour un régulateur à statisme transitoire, le temps caractéristique de la promptitude est numériquement équivalent au produit du coefficient de statisme transitoire vitesse/course b_t par la constante de temps T_d de la réaction transitoire. Valeur, changée de signe, du rapport de l'écart de vitesse, x_1, à l'accélération $(dx/dt)_1$, en l'absence de réactions permanente et transitoire et à l'instant où le mouvement du servomoteur s'inverse (figure 10). $T_n = \frac{-x_1}{(dx/dt)_1}$	T_n	s	
 FIGURE 10				
5.3.4	Constante de temps de la réaction transitoire Constante de temps traduisant l'amortissement du signal de réaction transitoire provenant de la position du servomoteur (voir figure 11).	T_d	s	
 FIGURE 11				