

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 46

Deuxième édition — Second edition

1962

Recommandations concernant les turbines à vapeur

Deuxième partie: Règles pour les essais de réception

Recommendations for steam turbines

Part 2: Rules for acceptance tests



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	6
PRÉFACE	6
 Articles	
SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	
1. Objet	8
2. Domaine d'application	8
3. Autres types de turbines	10
 SECTION DEUX — TERMES, SYMBOLES, DÉFINITIONS ET UNITÉS CORRESPONDANTS	
4. Symboles, définitions et unités	10
5. Consommation de vapeur, de chaleur et débit de vapeur	22
 SECTION TROIS — PRINCIPES DIRECTEURS	
6. Points sur lesquels on doit obtenir un accord	24
7. Tolérances	24
8. Préparation d'un essai de réception	24
9. Essais préliminaires	26
10. Constance des conditions d'essai	26
11. Ecart maximal et fluctuations des conditions de fonctionnement	26
12. Conduite des essais	28
13. Constance de la puissance	30
14. Cohérence des essais	30
15. Mesures supplémentaires	30
16. Etat de la vapeur	32
17. Durée des essais	32
18. Fréquence des lectures	32
19. Rapports d'essai	32
20. Début et fin de l'essai	32
21. Appareils de mesure	32
22. Fuites au condenseur et aux réchauffeurs d'eau d'alimentation	32
23. Tables et diagrammes de vapeur et d'eau	32
 SECTION QUATRE — APPAREILS ET MÉTHODES DE MESURE	
24. Appareils de mesure	34
25. Etalonnage des appareils de mesure	34
26. Mesure de la puissance mécanique	36
27. Dynamomètres	36
28. Détermination de la puissance électrique	36
29. Mesure de la puissance électrique	38
30. Connexions des appareils de mesure électriques	38
31. Appareils de mesure électriques	38
32. Transformateurs de mesure	40
33. Reprise de l'étalonnage des appareils de mesure et transformateurs	40
34. Détermination des débits	40
35. Mesure du débit d'eau condensée	40
36. Précautions à prendre lorsqu'il est fait usage de cuves de pesée ou de cuves volumétriques	42
37. Etalonnage des cuves de mesure volumétriques	42
38. Mesure du débit de vapeur	44
39. Tuyères ou diaphragmes en paroi mince pour la mesure des débits de vapeur et d'eau	44
40. Détermination du débit de vapeur par bilan thermique	44
41. Eau emmagasinée dans le système	44
42. Joints à labyrinthes ou boîtes étanches	44
43. Vapeur de l'éjecteur	46
44. Vapeur d'échappement d'auxiliaires	46
45. Joints hydrauliques	46
46. Eau de désurchauffe	48
47. Fuites	48

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
Clause	SECTION ONE — OBJECT AND SCOPE
1. Object	9
2. Scope	9
3. Other types of turbines	11
	SECTION TWO — TERMS, THEIR SYMBOLS, DEFINITIONS AND UNITS
4. Symbols, definitions and units	11
5. Steam rates, heat rates and steam flows	23
	SECTION THREE — GUIDING PRINCIPLES
6. Items on which agreement shall be reached	25
7. Tolerances	25
8. Preparation for an acceptance test	25
9. Preliminary tests	27
10. Constancy of test conditions	27
11. Maximum deviation and fluctuation in operating conditions	27
12. Conduct of tests	29
13. Constancy of output	31
14. Consistency of tests	31
15. Additional measurements	31
16. Quality of steam	33
17. Duration of tests	33
18. Frequency of readings	33
19. Test records	33
20. Starting and stopping	33
21. Instruments	33
22. Condenser and feedwater heater leakage	33
23. Steam and water tables and charts	33
	SECTION FOUR — INSTRUMENTS AND METHODS OF MEASUREMENT
24. Measuring instruments	35
25. Calibration of instruments	35
26. Measurement of mechanical power	37
27. Dynamometers	37
28. Determination of electrical power	37
29. Measurement of electrical power	39
30. Electrical instrument connections	39
31. Electrical instruments	39
32. Instrument transformers	41
33. Re-calibration of instruments and transformers	41
34. Determination of flows	41
35. Measurement of condensate flow	41
36. Precautions to be observed in the use of weighing or volumetric measuring tanks	43
37. Calibration of volumetric tanks	43
38. Measurement of steam flow	45
39. Nozzles or thin plate orifices for measuring steam and water flows	45
40. Determination of steam flow by heat balance	45
41. Water stored in system	45
42. Glands or shaft seals	45
43. Ejector steam	47
44. Auxiliary exhaust steam	47
45. Water seals	47
46. Desuperheating water	49
47. Leakages	49

Articles	Pages
48. Débit d'eau d'appoint au système d'eau condensée ou à l'évaporateur	48
49. Mesure de l'eau d'alimentation des chaudières	48
50. Application des méthodes de mesure ou de détermination du débit	48
51. Point de mesure de la pression initiale	50
52. Appareil de mesure des pressions	50
53. Mesure des pressions supérieures à 2,5 kg/cm ² ou 35 lb/in ² absolu	52
54. Corrections pour la colonne d'eau	52
55. Mesure des pressions inférieures à 2,5 kg/cm ² ou 35 lb/in ² absolu mais supérieures à la pression atmosphérique	54
56. Mesure des pressions inférieures à la pression atmosphérique	54
57. Mesure des pressions d'échappement	54
58. Manomètres à mercure	58
59. Correction des manomètres et colonnes de mercure	58
60. Pression atmosphérique	60
61. Baromètre	60
62. Correction de baromètre	60
63. Points de mesure des températures	60
64. Appareils pour la mesure des températures	62
65. Précautions à observer lors des mesures de température	62
66. Doigts de gant pour thermomètres	64
67. Etalonnage des appareils de mesure des températures	64
68. Mesures sur l'eau de circulation du condenseur	64
69. Mesures de vitesse	66
70. Essais du régulateur de vitesse	66
71. Variation de vitesse permanente et transitoire maximale	68
72. Vitesse de déclenchement de sécurité	68
73. Mesure du temps	68
SECTION CINQ — CALCUL DES RÉSULTATS	
74. Généralités	70
75. Chaleur ajoutée au ou soustraite du cycle de la turbine	70
76. Correction pour la chaleur ajoutée ou retranchée	70
77. Débit de vapeur net	72
78. Correction des résultats d'essai pour les conditions de fonctionnement	72
79. Essais pour déterminer la valeur des corrections	74
80. Procédure des corrections	74
81. Essais de vitesse	74
82. Facteurs de conversion	76
Annexe: Notes complémentaires	78
Figures	84-94

Clause	Page
48. Make-up flow to condensate system or to evaporator	49
49. Measurement of boiler feed	49
50. Application of methods of flow measurement or flow determination	49
51. Point of initial pressure measurement	51
52. Pressure measuring instruments	51
53. Measurement of pressure above 2.5 kg/cm ² abs. or 35 lb/in ² abs.	53
54. Corrections for water head	53
55. Measurement of pressures below 2.5 kg/cm ² abs. or 35 lb/in ² abs. but above atmospheric pressure	55
56. Measurement of pressures below atmospheric pressure	55
57. Exhaust pressure measurements	55
58. Mercury manometers	59
59. Corrections of mercury manometers and columns	59
60. Atmospheric pressure	61
61. Barometer	61
62. Barometer corrections	61
63. Points of temperature measurement	61
64. Instruments for temperature measurement	63
65. Precautions to be observed in the measurement of temperature	63
66. Thermometer well	65
67. Calibration of temperature measuring devices	65
68. Condenser cooling water measurements	65
69. Speed measurements	67
70. Speed responsive governor tests	67
71. Permanent and maximum momentary speed variation	69
72. Emergency trip speed	69
73. Time measurements	69
SECTION FIVE — COMPUTATION OF RESULTS	
74. General	71
75. Heat added to or abstracted from the turbine cycle	71
76. Correction for added or abstracted heat	71
77. Net steam flow	73
78. Correction of test results for operating conditions	73
79. Tests to determine correction values	75
80. Correction procedure	75
81. Speed tests	75
82. Conversion factors	77
Appendix: Supplementary notes	79
Figures	85-95

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Deuxième partie — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION

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 publication constitue la deuxième partie, Règles pour les essais de réception, des recommandations de la C.E.I. concernant les turbines à vapeur.

La première édition de la Publication 46 de la C.E.I. Règles pour les essais de réception, a été publiée en 1931. Une annexe à cette publication, comportant des notes supplémentaires sur les « Appareils et méthodes de mesures » a été publiée en tant que Publication 46A de la C.E.I. en 1938. Depuis lors, la pratique des turbines à vapeur a fait de grands progrès en ce qui concerne l'application de pressions et de températures de vapeur plus élevées, de cycles de vapeur plus complexes, l'amélioration des méthodes et des appareils de mesure; l'exploitation des résultats d'essais, en particulier dans les cas les plus complexes, a exigé des prescriptions plus poussées de façon à assurer un degré de précision plus élevé. Pour tenir compte de cette évolution, le Comité d'Etudes N° 5, Turbines à vapeur, a révisé les Publications 46 et 46A lors de réunions tenues à Philadelphie en 1954, à Munich en 1956 et à Londres en 1959.

A la suite de la réunion de Londres, un projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1960.

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

Allemagne	Italie
Autriche	Japon
Belgique	Pays-Bas
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Royaume-Uni
France	Suède
Hongrie	Suisse

Le vœu est exprimé que, dans leur forme révisée, ces Règles pour les essais de réception puissent rendre service à l'industrie des turbines à vapeur dans le monde entier.

La première partie des recommandations de la C.E.I. pour les turbines à vapeur figure dans la Publication 45 de la C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part 2 — RULES FOR ACCEPTANCE TESTS

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 publication contains the second part, Rules for Acceptance Tests, of the I.E.C. Recommendations for Steam Turbines.

The first edition of I.E.C. Publication 46: Rules for Acceptance Tests, was issued in 1931. An appendix to this publication containing supplementary notes on "Instruments and Methods of Measurement" was issued as I.E.C. Publication 46A, in 1938. Since that time Steam Turbine practice has made great progress in the application of higher steam pressures, higher steam temperatures and more complicated steam cycles, in improved methods of measurement and improved measuring instruments; evaluation of test results particularly in the more complicated cases required more involved provisions to secure high degree of precision. To meet these developments Technical Committee No. 5, Steam Turbines, has revised Publication 46 and 46A at meetings held in Philadelphia in 1954, Munich in 1956 and London in 1959.

Following the London meeting, a draft text was submitted to the National Committees for approval under the 'Six Month' Rule in March 1960.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Austria	Japan
Belgium	Netherlands
Denmark	Romania
France	Sweden
Germany	Switzerland
Hungary	United Kingdom
Italy	United States of America

It is hoped that the revised Rules for Acceptance Tests will benefit the steam turbine industry all over the world.

Part I of the I.E.C. Recommendations for Steam Turbines is contained in I.E.C. Publication 45.

RECOMMANDATIONS CONCERNANT LES TURBINES A VAPEUR

Deuxième partie — RÈGLES POUR LES ESSAIS DE RÉCEPTION

SECTION UN — OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1. Objet

L'objet des essais de réception des turbines à vapeur consiste à vérifier toute garantie fournie par le constructeur de l'installation. Ces essais sont en général effectués pour vérifier les garanties portant sur un ou plusieurs des objets indiqués ci-dessous et il n'est indispensable de recourir qu'aux observations et mesures jugées nécessaires à cette fin.

- a) Puissance.
- b) Consommation spécifique de vapeur ou de chaleur ou débit de vapeur.
- c) Réglage de la vitesse.
- d) Fonctionnement du régulateur de sécurité.

2. Domaine d'application

Les présentes règles concernent la conduite des essais et le calcul de leurs résultats pour les turbines des types suivants:

- a) Turbines à condensation à détente complète dans lesquelles toute la vapeur est admise à une seule pression et s'échappe à une pression inférieure à celle de l'atmosphère et maintenue par un condenseur.
- b) Turbines à condensation analogues à a), mais dans lesquelles la vapeur est resurchauffée après détente partielle.
- c) Turbines à condensation analogues à a), mais fonctionnant suivant un cycle à récupération de chaleur, c'est-à-dire dans lesquelles de la vapeur est soutirée d'un ou plusieurs étages, uniquement dans le but de réchauffer l'eau d'alimentation de l'unité elle-même. Cette classe peut aussi comprendre des turbines qui fournissent de la vapeur de soutirage pour réchauffer l'eau d'appoint, ainsi que pour alimenter des évaporateurs et dégazeurs faisant fonction de réchauffeurs d'eau d'alimentation.
- d) Turbines à condensation analogues à a), mais comportant à la fois les caractéristiques spéciales décrites en b) et c).
- e) Turbines sans condensation et turbines à contre-pression, dans lesquelles toute la vapeur est admise à une seule pression, et dans lesquelles toute la vapeur d'échappement est utilisée dans d'autres appareils ou évacuée à l'air libre.
- f) Turbines à condensation dont on extrait la vapeur à une ou plusieurs pressions, pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction et à condensation).
- g) Turbines analogues à e), si ce n'est qu'on en extrait de la vapeur à une ou plusieurs pressions pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction sans condensation).
- h) Turbines à condensation dans lesquelles on admet de la vapeur à plus d'une pression et dans lesquelles toute la vapeur sort à une seule pression maintenue par le condenseur (turbines à condensation à plusieurs pressions).
- i) Turbines analogues à h), si ce n'est qu'on en extrait de la vapeur à une ou plusieurs pressions pour des besoins extérieurs au cycle de vapeur (turbines à extraction à condensation à plusieurs pressions).

Note: Les turbines e), f), g), h) et i) peuvent être disposées pour fonctionner en cycle à soutirage de vapeur.

RECOMMENDATIONS FOR STEAM TURBINES

Part 2 — RULES FOR ACCEPTANCE TESTS

SECTION ONE — OBJECT AND SCOPE

1. Object

The purpose of acceptance tests of steam turbines is to verify any guarantees given by the manufacturer of the plant. Such tests will generally be carried out to verify guarantees regarding one or more of the following objects and only such observations and measurements need be taken as are necessary for this purpose:

- a) Capacity.
- b) Steam or heat rate or steam flow.
- c) Speed regulation.
- d) Emergency governor operation.

2. Scope

These rules provide for the conduct of tests and for the computation of the results for turbines of the following types:

- a) Complete expansion condensing turbines in which all of the steam enters at one pressure and all of the steam leaves at a pressure less than that of the atmosphere and maintained by a condenser.
- b) Condensing turbines similar to *a*), except that the steam is reheated after partial expansion.
- c) Condensing turbines similar to *a*), but operating on a regenerative cycle, i.e. steam being bled from one or more stages solely for heating the unit's own feedwater. This class may also include turbines that supply bled steam for heating make-up feedwater, also evaporators and de-aerators serving as feedwater heaters.
- d) Condensing turbines similar to *a*), but provided with both the special features described in *b*) and *c*).
- e) Non-condensing and back pressure turbines in which all steam enters at one pressure and all the exhaust steam is used in other devices or discharged into the atmosphere.
- f) Condensing turbines from which steam is extracted at one or more pressure for extraneous purposes (condensing extraction turbines).
- g) Turbines similar to *e*), except that steam is extracted at one or more pressures for extraneous purposes (non-condensing extraction turbines).
- h) Condensing turbines in which the steam is admitted at more than one pressure and all the steam leaves at one pressure maintained by the condenser (condensing mixed pressure turbines).
- i) Turbines similar to *h*), except that steam is extracted at one or more pressures for extraneous purposes (condensing mixed pressure extraction turbines).

Note: Turbines *e*), *f*), *g*), *h*) and *i*) may be arranged for operation on a regenerative cycle.