

International Electrotechnical Commission.

President :—

1913. M. MAURICE LEBLANC (FRANCE.)

Past Presidents :—

1906. THE RT. HON. LORD KELVIN.

1908. PROF. ELIHU THOMSON (U.S.A.).

1911. PROF. DR. E. BUDDE (GERMANY).

Honorary Secretary :—

1906. COLONEL R. E. CROMPTON, C.B.

PRIME MOVERS FOR ELECTRICAL PLANT.

NOMENCLATURE OF HYDRAULIC TURBINES.



LONDON :

Published for the Commission by WATERLOW & SONS LIMITED,

Parliament Street, S.W.,

and to be obtained from the General Secretary,

28 Victoria Street, Westminster, S.W.

July, 1914.

COPYRIGHT.

ALL RIGHTS RESERVED.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60029:1974

Commission Electrotechnique Internationale.

Président :

1913. M. MAURICE LEBLANC (FRANCE).

Anciens Présidents :

1906. LE RT. HON. LORD KELVIN.

1908. M. LE PROF. ELIHU THOMSON (ETATS-UNIS
D'AMÉRIQUE).

1911. M. LE PROF. DR. E. BUDDE (ALLEMAGNE).

Secrétaire honoraire :

1906. M. LE COLONEL R. E. CROMPTON, C.B.

MOTEURS PRIMAIRES POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES.

NOMENCLATURE DES MOTEURS HYDRAULIQUES



LONDRES:

Publié, pour la Commission, par WATERLOW & SONS LIMITED,
Parliament Street, S.W.

S'adresser au Secrétaire général,
28 Victoria Street, Westminster, S.W.

Juillet, 1914.

DROITS DE REPRODUCTION RÉSERVÉS.

PREFACE.

During the discussions on the rating of electrical machinery, the Italian Committee drew the attention of the I.E.C. to the fact that the electrical engineer is often much inconvenienced by the lack of uniformity in the definitions of apparatus used in hydraulic and steam installations. Further consideration of the subject has shown how necessary it is that, in this branch of engineering so closely allied to electrotechnics, the meanings of words and expressions should be accurately defined and agreed to internationally.

The I.E.C. recommends the use of the definitions given in this report, which deal with hydro-electric plant, until sufficient information has been gathered to enable an extended report, covering the entire nomenclature of prime movers in connection with electrical plant, to be prepared.

The present definitions, based on the preliminary work of the Italian Committee, will be revised, where necessary, when the complete report is available.

At the Plenary Meeting of the I.E.C. held at Berlin in September, 1913, at which twenty-four nations were represented, the recommendations of the Special Committee on Prime Movers for Electrical Plant were ratified as given in this Report.

LONDON, *July*, 1914.

PRÉFACE.

Pendant les discussions relatives aux spécifications des machines électriques, le Comité italien attira l'attention de la C.E.I. sur les difficultés considérables rencontrées souvent par l'ingénieur électricien par suite du manque de précision et d'uniformité des définitions intéressant les machines et appareils utilisés dans les installations hydrauliques et thermiques. Un examen de la question montra combien il serait utile d'adopter internationalement des définitions précises et exactes pour ces installations si intimement liées à l'électrotechnique.

En attendant que l'on ait pu rassembler les documents nécessaires pour un travail d'ensemble sur la nomenclature des moteurs primaires, la C.E.I. recommande d'employer pour les installations hydro-électriques, les définitions données ci-après.

Ces définitions, qui sont basées sur les travaux préliminaires du Comité italien, seront revisées, si nécessaire, lorsque le travail d'ensemble aura été fait.

A Berlin en septembre 1913, vingt-quatre pays étant représentés, les recommandations du Comité spécial des Moteurs primaires pour installations électriques, furent ratifiées par la C.E.I. dans sa réunion plénière telles qu'elles sont données dans ce rapport.

LONDRES, juillet, 1914.

Special Committee on Prime Movers for Electrical Plant.

The Special Committee on Prime Movers for Electrical Plant, organised by the Central Office in conformity with the decision of the Plenary Meeting of the I.E.C. held at Turin in 1911, consisted of one Delegate from the National Committee of each of the eight countries as indicated below :—

<i>Austria</i>	...	...	...	...	Prof. Dr. K. Kobes.
<i>France</i>	...	...	...	...	M. Ad. Bochet (represented by M. Ch. David).
<i>Germany</i>	...	...	...	...	Direktor H. Tonnemacher.
<i>Great Britain</i>	...	...	...	...	Mr. Gerald Stoney.
<i>Italy</i>	...	...	...	...	Signor Guido Semenza.
<i>Norway</i>	...	...	...	...	Mr. W. Fougner.
<i>Switzerland</i>	...	...	...	...	Dr. H. Zoelly-Veillon.
<i>United States of America</i>	...	...	...	...	Mr. H. G. Stott (represented by Mr. C. O. Mailloux).

N.B.—At Berlin the Special Committee was re-appointed for two years, with the addition of a Delegate from the National Committee of Sweden.

Comité spécial des Moteurs primaires pour installations électriques.

Le Comité spécial des Moteurs primaires pour installations électriques, organisé par le Bureau Central conformément à la décision de l'Assemblée plénière tenue à Turin en 1911, comportait un délégué de chacun des Comités nationaux indiqués ci-après :

<i>Allemagne</i>	...	...	...	MM. le Direktor H. Tonnemacher.
<i>Autriche</i>	...	...	...	le Prof. Dr. K. Kobes.
<i>Etats-Unis d'Amérique</i>	...	...	...	H. G. Stott (représenté par M. C. O. Mailloux).
<i>France</i>	...	...	...	Ad. Bochet (représenté par M. Ch. David).
<i>Gde Bretagne</i>	...	...	...	Gerald Stoney.
<i>Italie</i>	...	...	...	Guido Semenza.
<i>Norvège</i>	...	...	...	W. Fougner.
<i>Suisse</i>	...	...	...	le Dr. H. Zoelly-Veillon.

N.B.—A Berlin le Comité spécial a été renommé pour deux ans avec l'addition d'un délégué du Comité national de la Suède.

International Electrotechnical Commission.

PRIME MOVERS FOR ELECTRICAL PLANT.

HYDRAULIC TURBINES.

UNITS AND NOTATION.

Unless otherwise stated, the following are the principal units to be employed in calculations relating to hydro-electric plant:—

Quantity.	Unit.	Abbreviation.	Observations.
Length	Metre	m	
Mass	Kilogramme	kg	
Force	Kilogramme	kg	
	Second	sec	
	Minute		
	Hour		
Time	Day		
	Month		
	Year		
Pressure	Kilogrammes per cm ²	kg/cm ²	
	Metres of water		
Speed (of rotation)	Revolutions per minute		
Power	Kilowatt	kW	{ The kilowatt is to be taken as equal to 102 kgm/sec.
	Kilogram-metre	kgm	
Energy	Kilowatt-hour	kWh	

NOTE.—The density of water is to be taken as 1, unless otherwise specified. In other cases the true value of the density is to be taken into account.

The acceleration due to gravity is to be taken as 9.81 m/sec².

I. FLOW AND DISCHARGE OF A STREAM.

1. The *volume of flow* is the volume of water which passes a given section of a stream in a given time.

2. The *discharge* of a stream at a given section and during a given time is the volume of flow which passes the portion of the stream considered, divided by the time, the flow being considered uniform.

Commission Électrotechnique Internationale.

MOTEURS PRIMAIRES POUR INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES.

MOTEURS HYDRAULIQUES.

UNITÉS ET NOTATIONS.

Les principales unités à employer dans les calculs relatifs aux installations hydro-électriques sont les suivantes, sauf indications contraires :

Grandeur.	Unité.	Abréviation.	Observations.
Longueur ...	Mètre ...	m	
Masse ...	Kilogramme ...	kg	
Force ...	Kilogramme ...	kg	
Temps ...	Seconde ...	sec	
	Minute ...		
	Heure ...		
	Jour ...		
	Mois ...		
	Année ...		
Pression ...	Kilogrammes par cm ²	kg / cm ²	
	Mètres d'eau ...		
Vitesse de rotation	Tours par minute ...		
Puissance ...	Kilowatt ...	kW	{ Le kilowatt sera considéré comme équivalent à 102 kgm/sec.
Énergie ...	Kilogrammètre ...	kgm	
	Kilowattheure ...	kWh	

NOTE.—La densité de l'eau est prise égale à 1, lorsqu'il n'y a pas d'indications contraires. Dans les autres cas, on devra tenir compte de la vraie valeur de la densité.

L'accélération de la pesanteur sera prise égale à 9,81 m/sec².

I. VOLUME ET DÉBIT D'UN COURS D'EAU.

1. Le *volume* d'un cours d'eau est le volume d'eau qui passe à travers une section donnée du lit du cours d'eau pendant un temps déterminé.

2. Le *débit* d'un cours d'eau à une époque et à un endroit déterminés est le quotient du volume d'eau qui s'écoule à travers la section du lit à l'endroit considéré par le temps correspondant, l'écoulement étant supposé uniforme.

3. The *mean daily, monthly or annual discharge* is the ratio of the volume of flow during such a period to the duration of the period in seconds.

4. The *minimum discharge during "n" days* is the minimum available discharge during those "n" days.

5. The variations in the volume of flow of a stream, at any given section, and during a given time, are to be represented graphically by a diagram, preferably in stages, in which the values of time are given as abscissae and the discharges as ordinates.

The following are recommended as characteristic values of discharge for each year to be adopted in the diagrams :—

(a)	Minimum discharge during 365 days.			
(b)	"	"	"	274 "
(c)	"	"	"	182 "
(d)	"	"	"	91 "

II. HYDRAULIC HEAD.

1. The *total head* is the difference in level between the surfaces of the water above and below the installation (*see diagram*).

2. The *available head* is the difference in level, under specified conditions, between the surface of the water in the forebay and the surface of the water at the commencement of the tail race (*see diagram*).

3. The *loss of head* in uniform open channels, under specified conditions, is the difference between the levels of the surfaces at the two ends of the channel.

4. The *loss of head* in a pressure pipe between the entry and a fixed point, for a given discharge, is ascertained in the following manner : A pressure gauge is employed to measure the pressures at the section of the pipe under consideration when the water is flowing and when it is at rest, the difference between the two indications reduced to head of water is calculated, subtracting the height ($V^2/2g$) which corresponds to the velocity of the water at the section where the pressure gauge is placed.

5. The *working head* is the available head less the loss of head up to the entry of the turbine (*see diagram*). In reaction turbines which are placed in an open channel, or flume, the working head is equal to the available head. In the case of turbines receiving water through conduits under pressure the working head is obtained by taking the algebraic sum of the following quantities :—

(a) The pressure reduced to head of water indicated by a pressure gauge placed at the foot of the pipe at a point before it commences to converge in order to join the turbine.

(b) The distance between the centre of the pressure gauge and the level of the water in the tail race.

(c) The head ($V^2/2g$) corresponding to the velocity of the water in the section in which the pressure gauge is placed.

6. The variations in the different heads during a given time are to be represented by diagrams, preferably in stages, in which values of time are given as abscissae and the heights as ordinates.

3. Le *débit moyen quotidien, mensuel, annuel* ou pendant toute autre durée est le quotient du volume d'eau débité pendant un temps donné par ce temps exprimé en secondes.

4. Le *débit minimum pendant "n" jours* est la plus petite valeur du débit disponible pendant ces "n" jours.

5. Les variations du débit d'un cours d'eau en un endroit donné et pendant un temps déterminé doivent être représentées au moyen de diagrammes en étages, de préférence, où les temps sont portés en abscisses et les débits en ordonnées.

Il est recommandé de considérer, dans les diagrammes, les valeurs caractéristiques suivantes du débit pour chaque année :

(a)	Débit minimum pendant 365 jours.
(b)	" " " 274 "
(c)	" " " 182 "
(d)	" " " 91 "

II. CHUTE HYDRAULIQUE.

1. La *chute naturelle** est la différence entre les niveaux de l'eau à l'amont et à l'aval des ouvrages (voir schéma).

2. La *chute disponible* est la différence entre les niveaux de l'eau dans la chambre de mise en charge et à l'origine du canal de fuite, dans des conditions déterminées. (voir schéma).

3. La *perte de chute* dans un canal découvert uniforme est la différence entre les niveaux de l'eau à l'origine et à l'extrémité du canal, pour un débit déterminé.

4. La *perte de chute* dans une conduite forcée entre l'origine et un point déterminé, pour un débit donné, s'évalue de la façon suivante ; on mesure, au moyen d'un manomètre, les pressions au point considéré de la conduite quand l'eau est immobile et quand elle circule, on calcule la différence des deux indications, réduite en hauteur d'eau, et on en retranche la hauteur ($V^2/2g$) qui correspond à la vitesse de l'eau dans la section où le manomètre est installé.

5. La *chute motrice* est la chute disponible diminuée de la hauteur d'eau correspondant aux pertes de chute avant la turbine (voir schéma). Pour les turbines à réaction qui fonctionnent en chambre ouverte, la chute motrice est égale à la chute disponible. Pour les turbines alimentées par conduites forcées, la chute motrice est égale à la somme algébrique des quantités suivantes :

(a) Pression, réduite en hauteur d'eau, indiquée par un manomètre installé au pied de la conduite avant l'endroit où elle change de section pour se raccorder à la turbine.

(b) Distance entre le centre du cadran du manomètre et le niveau de l'eau dans le bief inférieur.

(c) Hauteur ($V^2/2g$) correspondant à la vitesse de l'eau dans la section où le manomètre est installé.

6. Les variations des hauteurs des différentes chutes pendant un temps déterminé doivent être représentées par des diagrammes en étages, de préférence, dans lesquels le temps est porté en abscisses et les chutes en ordonnées.

* Abréviation de l'expression "hauteur de la chute naturelle."

III.—ENERGY AND OUTPUT.

1. The *annual available hydraulic energy* of a plant is the sum, for each day of the year, of the daily energy obtained by multiplying the mean daily discharge by the mean available head for each day, multiplied by the length of the day (24 hours or 86 400 seconds) and multiplied by the acceleration due to gravity and by the density of the water.

2. The *available hydraulic output* of a plant, at any given moment, is equal to the product of the discharge multiplied by the available head, by the acceleration due to gravity and by the density of the water.

3. The *mechanical output* of an hydraulic plant is the power delivered to the coupling of the generator. It is equal to the available hydraulic output less the losses in power in the conduits, turbines and auxiliary apparatus.

4. The *electrical output* of an hydro-electric plant is the power given out by the electrical generators. It is equal to the mechanical output less the losses in the generators.

5. The *minimum hydraulic, mechanical or electrical output* available during "n" days of a plant is the minimum output available during those "n" days.

6. In diagrams intended to represent a variable output, it is recommended that the values for the following outputs be considered :—

(a)	The minimum output available during 365 days.					
(b)	"	"	"	"	"	274 "
(c)	"	"	"	"	"	182 "
(d)	"	"	"	"	"	91 "

IV. HYDRAULIC TURBINES.

1. The *hydraulic input* of a turbine is equal to the product of the discharge multiplied by the working head, by the acceleration due to gravity and by the density of the water.

2. The *normal output* of a turbine is the power which it is intended that the turbine shall develop continuously under specified working conditions.

3. The *maximum output* of a turbine is that power which it is capable of developing at the coupling of the generator under specified conditions of working head, when the valves and nozzles are completely open.

4. The *efficiency* of a turbine at any given output is the ratio between the mechanical output and the hydraulic input.

Note.—The efficiencies should be given for 25, 50, 75 and 100 per cent. of the normal output.

5. The *normal speed* of a turbine is its speed in revolutions per unit of time at normal output, under specified conditions of working head.

6. The *regulation* of the governor of a turbine is equal to the difference between the speed at no output and at normal output divided by the mean of these two values; the adjustment of the governor and of the available head remaining unaltered.

III.—ENERGIE ET PUISSANCE.

1. L'énergie hydraulique disponible annuelle d'une installation est la somme, pour tous les jours de l'année, des énergies quotidiennes obtenues en multipliant le débit moyen quotidien par la chute moyenne disponible chaque jour, par la durée de la journée (24 heures ou 86 400 secondes) par l'accélération de la pesanteur et par la densité de l'eau.

2. La puissance hydraulique disponible d'une installation à un moment donné est égale au produit du débit par la chute disponible, par l'accélération de la pesanteur et par la densité de l'eau.

3. La puissance mécanique d'une installation hydro-électrique est celle reçue sur l'accouplement de la machine électrique. Elle est égale à la puissance hydraulique disponible diminuée des pertes de puissance dans les conduites, dans les turbines et dans les appareils auxiliaires.

4. La puissance électrique d'une installation hydro-électrique est celle fournie par les générateurs électriques. Elle est égale à la puissance mécanique diminuée des pertes de puissance dans ces générateurs.

5. La puissance hydraulique, mécanique ou électrique minimum pendant "n" jours d'une installation est la plus petite valeur de la puissance considérée pendant ces "n" jours.

6. Pour les diagrammes destinés à représenter les puissances variables des chutes, on recommande de considérer les valeurs des quatre puissances suivantes :

(a)	La puissance minimum pendant 365 jours.	
(b)	" " " " " "	274 "
(c)	" " " " " "	182 "
(d)	" " " " " "	91 "

IV. TURBINES HYDRAULIQUES.

1. La puissance hydraulique absorbée par une turbine est égale au produit du débit par la chute motrice, par l'accélération de la pesanteur et par la densité de l'eau.

2. La puissance normale d'une turbine est celle qu'elle doit pouvoir développer d'une façon continue dans des conditions déterminées.

3. La puissance maximum d'une turbine est celle qu'elle peut fournir sur l'accouplement, dans des conditions déterminées de chute motrice, lorsque les organes d'admission sont complètement ouverts.

4. Le rendement d'une turbine à une puissance donnée est le rapport entre sa puissance mécanique et la puissance hydraulique absorbée.

Note.—On devra indiquer les rendements pour 25, 50, 75 et 100 pour cent de la puissance normale.

5. La vitesse normale de rotation d'une turbine est le nombre de tours qu'elle fait par unité de temps dans les conditions déterminées de chute motrice et à la puissance normale.

6. L'écart relatif de réglage d'un régulateur d'une turbine est égal au rapport de la différence entre la vitesse de rotation à vide et à charge normale à la moyenne de ces deux valeurs, les conditions du régulateur et celles de la chute disponible restant fixes.

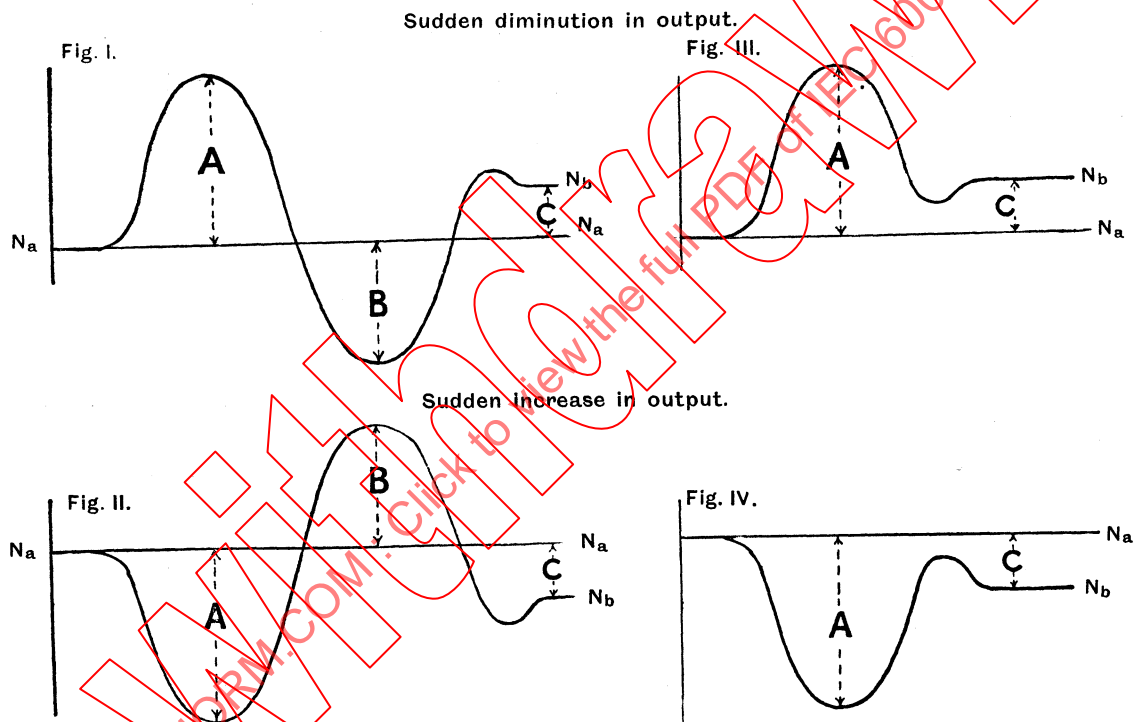
7. The *maximum instantaneous variation in speed* of a turbine is equal to the difference between the maximum or minimum speed reached during a sudden variation in output, and the speed corresponding to the new conditions.

8. The *relative variation in speed* of a turbine is equal to the maximum variation divided by the speed corresponding to the new conditions.

NOTES.

1. The influence of moving masses must be specified in each case.
2. The maximum variations corresponding to a sudden diminution of output from 100 per cent., 50 per cent. and 25 per cent. of normal output to no output, are those usually indicated. A sudden variation in output is to be understood to mean that variation which is obtained by switching off the normal output of an electrical generator by means of a circuit breaker.
3. In the case of a regulation as shown in Figures I. and II. the variations in speed ($A - C$) and ($B + C$) shall be stated.

FIGURES IN EXPLANATION OF CLAUSES 7 & 8 ABOVE.



N_a = Speed before the change of load.

N_b = Speed after the change of load.

C = Change of speed due to the regulation.

$A - C$
 $B + C$ } = Maximum instantaneous variation of speed.

$\frac{A - C}{N_b}$
 $\frac{B + C}{N_b}$ } = Relative variation in speed.

7. L'écart maximum instantané de vitesse de rotation d'une turbine est égal à la différence entre la vitesse maximum ou la vitesse minimum atteintes à la suite d'une brusque variation de charge, et la vitesse au nouvel état de régime.

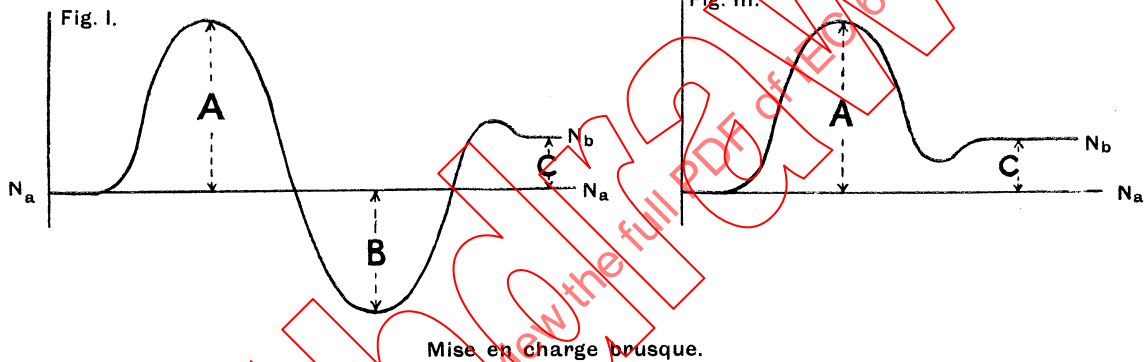
8. L'écart relatif de vitesse de rotation d'une turbine est égal à l'écart maximum divisé par la vitesse correspondant au nouvel état de régime.

NOTES.

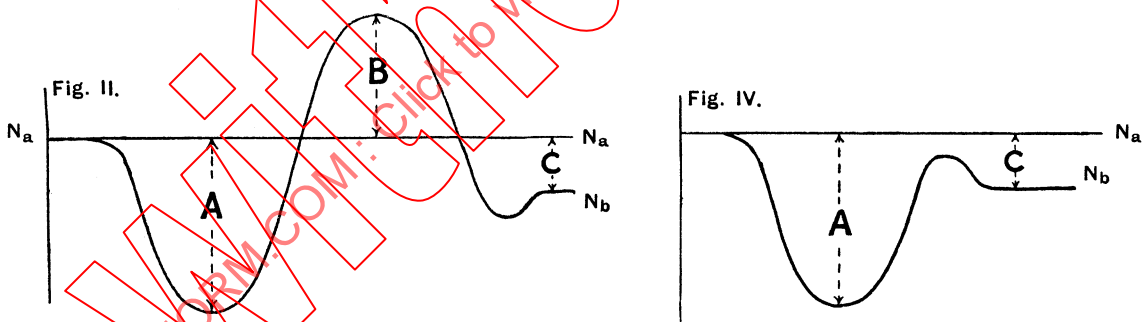
1. L'influence des masses en mouvement doit être spécifiée en chaque cas.
2. On indiquera d'ordinaire les écarts maxima correspondant aux diminutions brusques de charge depuis 100 pour cent, 50 pour cent et 25 pour cent jusqu'à charge nulle. On considérera comme variation brusque celle obtenue en coupant la charge d'un générateur électrique avec un interrupteur.
3. Dans le cas de réglage semblable à celui-ci indiqué dans les figures I. et II. les variations de vitesse ($A - C$) et ($B + C$) doivent être données.

FIGURES EXPLICATIVES DES ARTICLES 7 ET 8 CI-DESSUS.

Décharge brusque.



Mise en charge brusque.



N_a = Vitesse de rotation avant variation brusque de charge.

N_b = Vitesse de rotation après variation brusque de charge.

C = Variation de vitesse dû au réglage.

$A - C$
 $B + C$ } = Ecarts maxima instantanés de rotation.

$\frac{A - C}{N_b}$
 $\frac{B + C}{N_b}$ } = Ecarts relatifs de vitesse de rotation.

DIAGRAMS SHOWING THE VARIOUS HEADS.
SCHÉMAS DÉFINISSANT LES DIFFÉRENTES CHUTES.

F (Voir Fig. 2.) ←

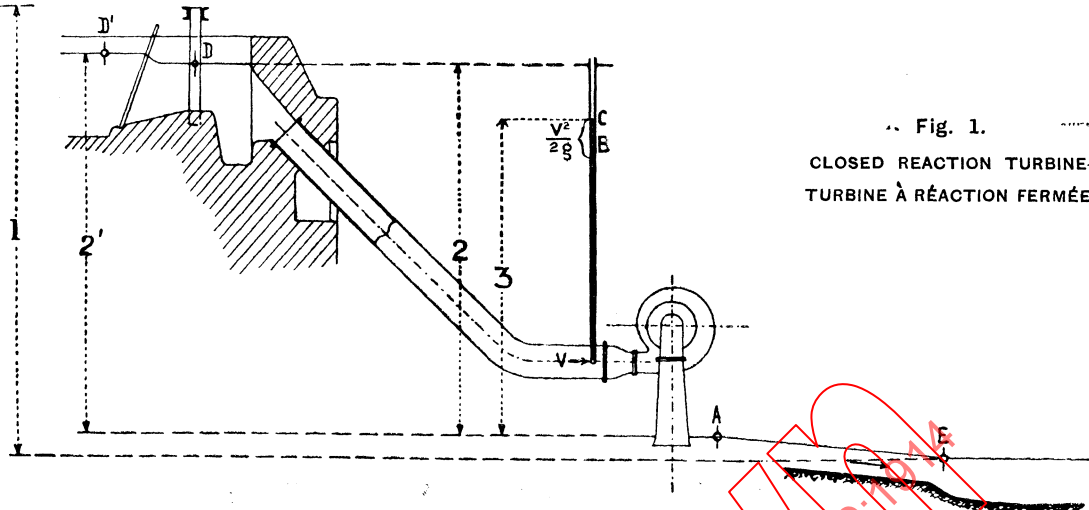


Fig. 1.

CLOSED REACTION TURBINE—
TURBINE À RÉACTION FERMÉE.

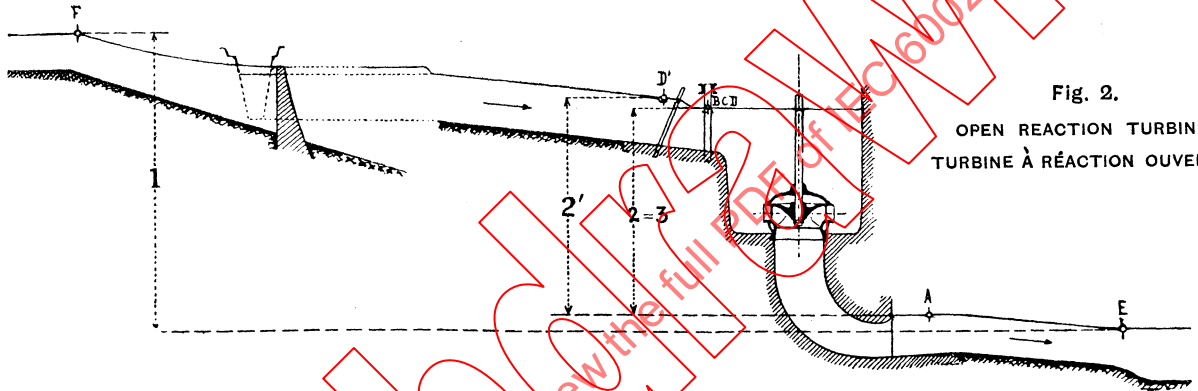


Fig. 2.

OPEN REACTION TURBINE—
TURBINE À RÉACTION OUVERTE.

F (Voir Fig. 2.) ←

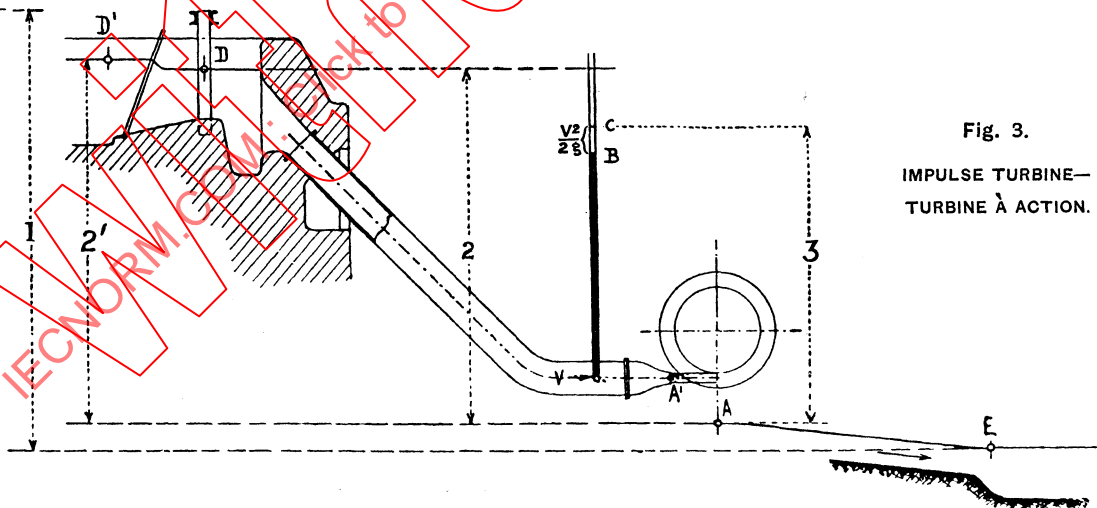


Fig. 3.

IMPULSE TURBINE—
TURBINE À ACTION.

- (1.) Total head (E F).
- (2.) Available head (A D).
- (3.) Working head (A C).

- (1.) Chute naturelle (E F).
- (2.) Chute disponible (A D).
- (3.) Chute motrice (A C).