

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 84 B

Première édition — First edition

1967

Complément à la Publication 84 (1957)

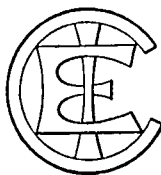
Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure

Convertisseurs à vapeur de mercure à puissance réversible

Supplement to Publication 84 (1957)

Recommendations for mercury-arc convertors

Mercury-arc convertors for reversible power



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60084B:1967

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 84 B

Première édition — First edition

1967

Complément à la Publication 84 (1957)

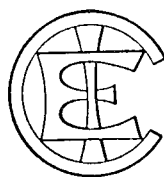
Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure

Convertisseurs à vapeur de mercure à puissance réversible

Supplement to Publication 84 (1957)

Recommendations for mercury-arc convertors

Mercury-arc convertors for reversible power



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
100 <i>Généralités</i>	6
110 Domaine d'application de ces recommandations	6
120 Définitions	6
130 Exemples d'applications	10
200 <i>Connexions des convertisseurs réversibles aux induits de moteurs à courant continu</i>	18
210 Principe de fonctionnement	18
220 Types de convertisseurs pour l'alimentation des induits des moteurs réversibles à courant continu	18
300 <i>Régime nominal du convertisseur</i>	22
310 Puissance nominale d'un convertisseur réversible	22
320 Régimes particuliers pour convertisseurs simples et doubles	24
330 Plaque signalétique	24
340 Mesures pour éviter des interruptions de service	24
350 Classes de charge	26
360 Essais de type et essais individuels à effectuer	28
400 <i>Remarques particulières</i>	32
410 Commutation de l'onduleur	32
420 Variations de fréquence	32
430 Transformateur pour convertisseurs à puissance réversible	32
440 Facteur de déphasage	32
450 Puissance et réglage de phase	32
460 Harmoniques du côté alternatif et du côté continu du convertisseur	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
100 <i>General</i>	7
110 Scope of these Recommendations	7
120 Definitions	7
130 Examples of applications	11
200 <i>Connections of reversible convertors to the armatures of d.c. motors</i>	19
210 Principle of operation	19
220 Types of convertors for supplying the armature of reversible d.c. motors	19
300 <i>Rating of the convertor</i>	23
310 Rating of a reversible convertor	23
320 Particular ratings for single and double convertors	25
330 Rating plate	25
340 Means for avoiding power interruptions	25
350 Rating classes	27
360 Type and routine tests to be applied	29
400 <i>Particular remarks</i>	33
410 Commutation of the inverter	33
420 Frequency variations	33
430 Transformer for convertors for reversible power	33
440 Displacement factor	33
450 Power and phase control	33
460 Harmonics on a.c. and d.c. side of the convertor	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 84 (1957)
RECOMMANDATIONS POUR LES CONVERTISSEURS A VAPEUR DE MERCURE

CONVERTISSEURS A VAPEUR DE MERCURE A PUISSANCE
RÉVERSIBLE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la CEI 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 CEI 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

Les présentes recommandations ont été établies par le Sous-Comité 22A Convertisseurs à vapeur de mercure, du Comité d'Etudes N° 22 de la CEI Convertisseurs statiques de puissance

Elles constituent le deuxième complément à la Publication 84 de la CEI Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure

Elles contiennent les articles se rapportant aux convertisseurs à vapeur de mercure à puissance réversible

Un premier projet fut établi lors de la réunion tenue à Londres en 1960 et fut discuté lors des réunions tenues à Interlaken en 1961, à Bucarest en 1962 et à Montreux en 1963. A la suite de cette dernière réunion, un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1964

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

Allemagne	Noirvège
Australie	Pays-Bas
Autriche	Roumanie
Belgique	Suède
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Italie	Yougoslavie
Japon	

Les observations présentées par l'Autriche, la France, l'Italie, le Japon, le Royaume-Uni et la Tchécoslovaquie ont été prises en considération par le Secrétariat du Sous-Comité 22A pour autant qu'elles ne changent pas le sens du texte approuvé par le Sous-Comité 22A. Les autres observations seront examinées à l'occasion de la première révision des présentes recommandations

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SUPPLEMENT TO PUBLICATION 84 (1957)
RECOMMENDATIONS FOR MERCURY-ARC CONVERTORS

MERCURY-ARC CONVERTORS FOR REVERSIBLE POWER

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense
- 3) In order to promote this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC 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

These Recommendations were prepared by Sub-Committee 22A, Mercury-arc Convertors, of IEC Technical Committee No 22, Static Power Convertors

They form the second supplement to IEC Publication 84, Recommendations for Mercury-arc Convertors

They give the clauses concerning mercury-arc convertors for reversible power

A first draft was established at the meeting held in London in 1960 and was discussed at the meetings held in Interlaken in 1961, in Bucharest in 1962 and in Montreux in 1963. As a result of this latter meeting, a revised draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1964.

The following countries voted explicitly in favour of this Supplement

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Romania
Czechoslovakia	Sweden
Denmark	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United States of America
Italy	Yugoslavia
Japan	

The comments submitted by Austria, Czechoslovakia, France, Italy, Japan and the United Kingdom have been taken into consideration by the Secretariat of Sub-Committee 22A in so far as they do not change the meaning of the text approved by Sub-Committee 22A. The remaining comments will be considered on the occasion of the first revision of these Recommendations.

COMPLÉMENT A LA PUBLICATION 84 (1957)
RECOMMANDATIONS POUR LES CONVERTISSEURS A VAPEUR DE MERCURE

**CONVERTISSEURS A VAPEUR DE MERCURE A PUISSANCE
RÉVERSIBLE**

100

GÉNÉRALITÉS

110 Domaine d'application de ces recommandations

Les présentes recommandations concernent l'utilisation des convertisseurs à vapeur de mercure qui fonctionnent soit comme redresseurs à vapeur de mercure (Publication 84 de la CEI) avec transfert de l'énergie du côté alternatif au côté continu, soit comme onduleurs à vapeur de mercure (Publication 84A de la CEI) avec transfert de l'énergie du côté continu au côté alternatif. Ces recommandations s'appliquent aux convertisseurs alimentant, en puissance réversible des entraînements avec moteur à courant continu, l'excitation de génératrices à courant continu ou alternatif à champ réversible et d'autres consommateurs de courant continu comme des grands électroaimants.

Elles concernent aussi les équipements de réglage de phase (voir article 1-154 de la Publication 84A de la CEI: Recommandations pour les onduleurs à vapeur de mercure) qui produisent et distribuent les impulsions de commande et modifient leur angle de phase. Toutefois, elles ne concernent pas les amplificateurs et appareils de régulation (habituellement du type à boucle fermée) qui agissent sur l'équipement de réglage de phase de manière à régler la grandeur ou le taux de variation du courant ou de la tension délivrés.

120 Définitions

Voir aussi les Publications 84 et 84A de la CEI.

121 Convertisseur réversible

C'est un équipement comprenant une ou plusieurs soupapes connectées de telle façon que le transfert de l'énergie soit possible du côté alternatif au côté continu et du côté continu au côté alternatif avec ou sans inversion du courant dans le circuit continu. La ou les soupape(s) de l'équipement est (sont) munie(s) d'électrodes de commande, de leurs moyens d'alimentation, de tous les auxiliaires nécessaires et des transformateurs fournissant le courant alternatif principal à l'ensemble des soupapes.

Note — Etant donné que les soupapes à vapeur de mercure ne conduisent le courant que dans un seul sens, il est impossible d'inverser le sens du courant dans le convertisseur. La tension du courant continu peut toutefois être inversée par un retard approprié de la phase des signaux de commande.

Les systèmes de convertisseurs à puissance réversible sont classés suivant leur utilisation en

- a) Convertisseurs simples — avec ou sans inverseurs côté continu
- b) Convertisseurs doubles

SUPPLEMENT TO PUBLICATION 84 (1957)
RECOMMENDATIONS FOR MERCURY-ARC CONVERTORS

MERCURY-ARC CONVERTORS FOR REVERSIBLE POWER

100

GENERAL

110 Scope of these Recommendations

These Recommendations relate to the use of mercury-arc convertors which act both as mercury-arc rectifiers (IEC Publication 84) with energy transfer from the a.c. to the d.c. side and as mercury-arc inverters (IEC Publication 84A) with energy transfer from the d.c. side to the a.c. side. The Recommendations apply to reversible power convertors for drives with d.c. motors, for reversible field excitation of d.c. and a.c. generators and for other duties such as large electromagnets.

They include also the phase control equipment (see Clause 1–154 of IEC Publication 84A, Recommendations for Mercury-arc Inverters) which produces and distributes the control impulses and modifies their phase angle. However, they do not include the amplifiers and control apparatus (usually of the closed-loop type) which actuate the phase control equipment so as to regulate the magnitude or rate of change of the output current or voltage.

120 Definitions

See also IEC Publications 84 and 84A.

121 Reversible power convertor

An equipment containing one or more valves or valve sets connected in such a way that energy transfer is possible from the a.c. side to the d.c. side and from the d.c. side to the a.c. side, with or without reversing the current in the d.c. circuit. The valve or valves of the equipment are provided with control electrodes, the means of energizing the control electrodes, all necessary auxiliaries and any transformers required for the main a.c. supply to the valve assembly.

Note — Because mercury-arc valves are capable of current conduction in one direction only, it is impossible to reverse the direction of current flow through the convertor. The d.c. voltage can however be reversed by suitably delaying the phase position of the control signals.

Reversible power convertor systems are classified according to the manner of their use as

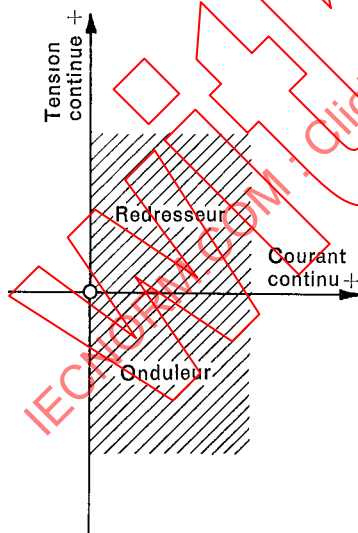
- a) Single convertors – with or without reversing switches on the d.c. side
- b) Double convertors

121-1 *Convertisseur simple* il est défini comme pouvant fonctionner soit comme redresseur, soit comme onduleur. Lorsqu'il est utilisé sans inverseur, il peut fonctionner en puissance réversible dans les cas où le circuit courant continu peut passer de récepteur à générateur d'énergie sans nécessiter d'inversion de courant, par exemple, une importante charge inductive, telle que le circuit d'excitation d'une machine ou l'induit d'un moteur qui est excité par un champ susceptible d'être inversé (Voir article 220A))

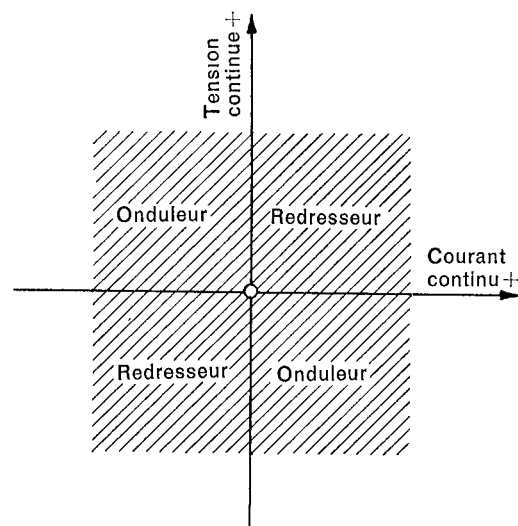
Quand il est utilisé avec un inverseur, il peut fonctionner en puissance réversible quand le changement de sens de l'énergie est accompagné d'une inversion de courant, c'est, par exemple, le cas du circuit d'induit d'un moteur dans lequel le champ n'est pas inversé (Voir article 220B))

121-2 *Convertisseur double* il comprend deux soupapes simples ou deux jeux de soupapes uniques (sans inverseurs) connectés en anti-parallèle ou en croix (voir article 220C)) Il remplit les mêmes fonctions qu'un convertisseur simple avec inverseur, mais peut passer de la fonction redresseur à la fonction onduleur rapidement, c'est-à-dire sans le retard inhérent à la manœuvre d'un inverseur.

Les modes de fonctionnement en convertisseur simple ou en convertisseur double peuvent être représentés par les schémas suivants



Convertisseur simple
sans inverseur



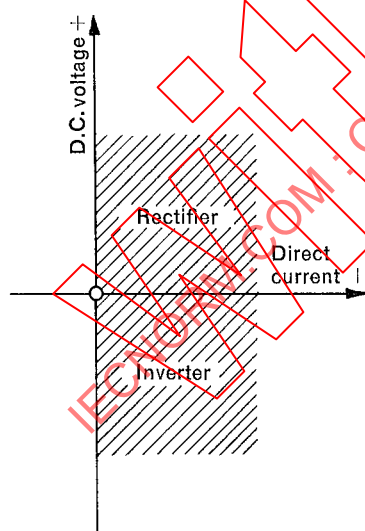
Convertisseur simple avec inverseur
ou convertisseur double

121-1 *Single convertor* is defined as one which can work both in the rectifier and inverter modes of operation. When used without a reversing switch, it can be used in a reversible power sense in those cases where the d.c. circuit can change from accepting energy, to giving up energy without the need for current reversal, e.g. a heavily inductive load such as a machine field or the armature circuit of a motor which is provided with a reversible field. (See Clause 220A))

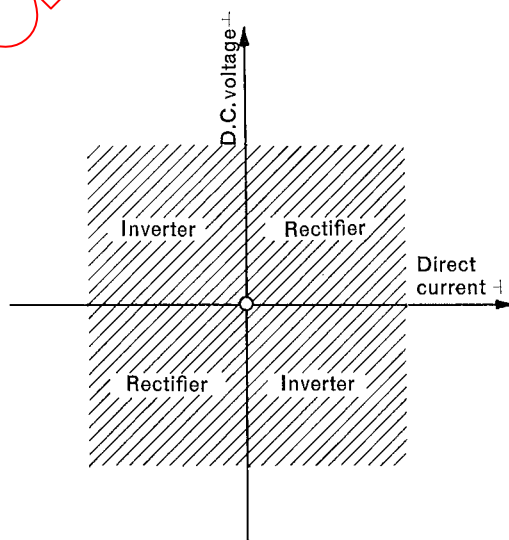
When used with a reversing switch, it can be used in a reversible power sense in those cases where the change of energy flow is accompanied by current reversal, e.g. the armature circuit of a motor in which the field is not reversed. (See Clause 220B))

121-2 *Double convertor* comprises two single valves or valve sets (without reversing switches) connected in inverse parallel or cross-connected (see Clause 220C)) It fulfils the same functions as a single convertor with reversing switch, but can change from the rectifying mode to the inverting mode quickly, that is, without the delay incurred in operating a reversing switch.

The modes of operation of single and double convertors can be exemplified by reference to the following diagrams



Single convertor without reversing switch



Single convertor with reversing switch, or double convertor

130 Exemples d'applications

131 Entraînement réversible pour laminoir à chaud

(Entraînements réversibles principaux)

Les entraînements des laminoirs réversibles à chaud sont définis comme étant des entraînements principaux accouplés à des laminoirs qui déforment le métal à chaud en le passant alternativement entre les cylindres du laminoir dans un sens et dans l'autre, le sens de rotation étant ainsi inversé pour chaque passe (Voir figure 2, page 12a)

La vitesse des entraînements peut être réglée par l'ajustage de la tension de l'induit et du courant d'excitation

Le réglage des convertisseurs, utilisé pour un tel entraînement, doit permettre, pour n'importe quelle tension continue, de passer sans à-coup du fonctionnement en redresseur au fonctionnement en onduleur (Exemple d'un cycle de charge, voir figure 1, page 10a)

Note — Quand un laminoir réversible à chaud réduit des lingots en billettes ou en brames, il doit habituellement être capable de fonctionner à une tension réduite (50 % à 70 % de la tension nominale) pendant 5 % à 15 % du temps de laminage. On exige normalement que l'entraînement puisse fonctionner pendant une ou plusieurs passes complètes à tension réduite et accélérer avec le courant maximal (en charge) en partant de la tension réduite jusqu'à la tension nominale

132 Entraînement des laminoirs à une cage avec bobineuses

Un train réversible avec bobineuses sert à réduire l'épaisseur de bandes métalliques que l'on fait passer à travers les cylindres du train situé entre deux bobineuses (voir figure 3, page 12a). Dans quelques cas de ce type, tels que les laminoirs skin-pass, où l'on n'effectue qu'une seule passe avec une réduction d'épaisseur très faible, on cherche surtout à améliorer la structure du métal. Dans d'autres cas, on fait passer des bandes métalliques, généralement froides ou parfois chaudes, dans l'un puis dans l'autre sens entre les cylindres pour obtenir une forte réduction d'épaisseur, par exemple au dixième de l'épaisseur initiale.

Afin de maintenir la production, l'ensemble est rapidement accéléré et rapidement décéléré par récupération au cours de chaque passe, tandis que la tension de la bande est maintenue constante entre la cage et les bobineuses. Les moteurs d'entraînement sont démarrés et amenés à la vitesse de laminage par accroissement de la tension d'induit parfois complété ensuite d'un affaiblissement du champ. Pour la décélération, on exécute les manœuvres suivant le processus inverse.

Dans les laminoirs «skin-pass», la réduction d'épaisseur étant faible, les puissances moyennes appelées sont faibles comparées aux pointes pendant l'accélération et la décélération.

133 Trains finisseurs à chaud pour bandes

(Entraînements par trains tandem)

Les trains finisseurs à chaud pour bandes comportent généralement 3 à 7 cages (voir figure 4, page 12a) travaillant en tandem et dans un seul sens de rotation pour réduire l'épaisseur des bandes de métal chaud de 12 mm à 40 mm jusqu'à 1 mm à 10 mm. Les cylindres de chaque cage sont normalement entraînés par un ou plusieurs moteurs à courant continu alimentés par des barres communes ou alimentés séparément ou par combinaison de ces deux modes. La vitesse des cylindres augmente de cage à cage en fonction de la réduction de l'épaisseur de la bande. La vitesse des cylindres de chaque cage est ajustée d'avance (approximativement) suivant la réduction d'épaisseur du métal désirée.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60084B:1967

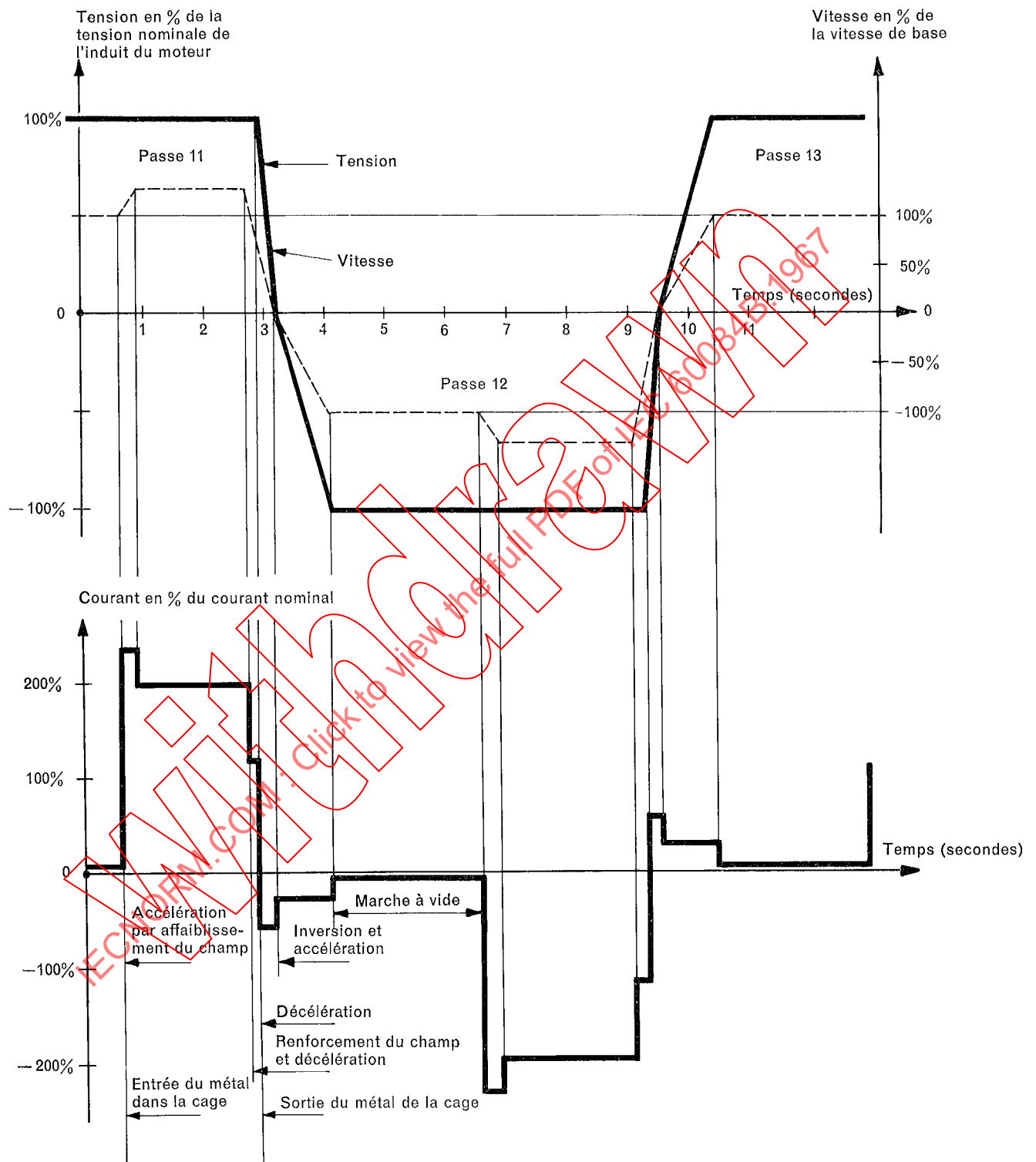


FIG 1 — Exemple d'un cycle de travail pour laminoir réversible à chaud pour tôles fortes

130 Examples of applications

131 Reversing hot mill drives

(Main reversing drives)

Reversing hot mill drives are defined as those main drives associated with metal rolling mills which change the physical form of hot metal by passing it back and forth between the mill rolls, whose senses of rotation are reversed for each pass (See Figure 2, page 12a)

The drives may be controlled in speed by adjusting armature voltage and field excitation

The control of the convertor for such a drive shall be capable of permitting reasonably smooth transition from rectifier to inverter operation and vice-versa, at all d c voltage levels (Example of load cycle, see Figure 1, page 11a)

Note — When a reversing hot mill is breaking down an ingot to blooms or slabs, the reversing drive is usually required to be capable of operation at reduced voltage (50% to 70% of rated voltage) in the order of 5% to 15% of the rolling time. The reversing drive is usually required to be capable of operation for one or more complete passes at reduced voltage and acceleration with peak current applied (under loaded conditions) from reduced voltage to rated voltage

132 Single stand mill drives with coilers

A reversing mill system with coilers is used to reduce the thickness of metal strip by passing it through a mill located between coilers (see Figure 3, page 12a). In some examples of this type, such as temper or skin pass mills, only one pass giving a small reduction in thickness is made to impart temper to the material. In other examples, the strip, usually cold but in some cases hot, may be passed back and forth through the mill to effect a large reduction in thickness, maybe to one-tenth of the original thickness.

In order to maintain output, the drive is accelerated rapidly and decelerated by regeneration during each pass, while the tension of the strip is maintained practically constant between the mill and the coilers. The drive motors are brought from standstill to rolling speed by raising the armature voltage followed sometimes by field weakening. The reverse pattern of speed control is used for deceleration.

In temper mills, where the reduction is small, the average power requirements are small compared with the peaks during acceleration and deceleration.

133 Hot strip finishing mill drives

(Tandem mill drives)

Hot strip finishing mills usually consist of a train of 3 to 7 rolling mills (see Figure 4, page 12a) operating in tandem and in a single direction of rotation to reduce hot slabs of metal from a thickness of 12 mm to 40 mm down to a thickness between 1 mm and 10 mm. Each mill stand is usually driven by one or more d c motors which may be supplied with d c power from common d c busbars, from individual power supplies or from combinations of a common busbars and individual power supplies. The rolling speeds of the mill stands increase from stand-to-stand in proportion to the reduction in metal thickness produced at each stand. Rolling speed of each stand is preset (approximately) in accordance with the desired reduction in metal thickness.

Le train est démarré et accéléré à la vitesse désirée sans métal entre les cylindres. Les moteurs sont démarrés à tension d'induit à peu près nulle et accélérés presque à la vitesse de base à pleine excitation. L'accélération à la vitesse de laminage désirée est obtenue si nécessaire par diminution du champ.

Quand le métal est introduit entre les cylindres des cages, l'augmentation de charge qui en résulte tend à faire baisser la vitesse. Cette variation est indésirable car elle peut provoquer un étirage du métal ou la formation de boucles entre les cages. Les installations modernes comportent des systèmes de réglage automatique qui corrigent ces variations de vitesse en ajustant la tension de l'induit des moteurs par réglage de phase des convertisseurs qui les alimentent.

La bande de métal chaud est enroulée sur des bobineuses placées à quelque distance de la sortie du laminoir. La vitesse de sortie de la bande de métal dans les trains modernes à chaud peut être si élevée que la fin de bande, lorsqu'elle n'est plus sous tension, ne peut pas être contrôlée sur les tables de sortie, de même le début de la bande ne peut pas être engagé sur la bobineuse. C'est pourquoi, dans ces conditions, il est nécessaire, entre chaque bobine, de ralentir le laminoir, les tables de sortie et la bobineuse jusqu'à une vitesse acceptable. Ceci se fait quelquefois après que le laminoir ait été engagé et que le début de la nouvelle bande se présente sur les tables de sortie. Dans certaines applications, on renforce le ralentissement par un freinage en récupération utilisant le fonctionnement en onduleur. Après que le début de la bande de la nouvelle bobine ait été engagé dans la bobineuse, on accélère simultanément le laminoir, les tables de sortie et la bobineuse jusqu'à la vitesse désirée.

Note — Dans d'autres applications, pour ralentir le laminoir, on utilise un freinage sur résistances au lieu d'un freinage par récupération. De telles applications sortent du cadre de ces recommandations.

134 Entraînements réversibles pour auxiliaires de laminoirs

Les entraînements auxiliaires servent à transporter, manipuler, couper, etc. le métal correctement pendant que l'entraînement principal exécute ses fonctions. Normalement les entraînements auxiliaires démarrent, s'arrêtent, marchent ou s'inversent pendant chaque cycle de l'entraînement principal (exemple d'un cycle de charge voir figure 5, page 13a).

135 Entraînements pour engins de levage

Ce sont les entraînements des appareils de levage qui servent à monter ou à descendre des charges pour le déplacement des matériaux dans l'industrie. Une machine d'extraction comporte des cages pour le transport vertical d'hommes, de minerai ou matériaux de divers. Ces cages sont reliées par des câbles aux tambours ou poulies qui peuvent être entraînés par des moteurs réversibles à courant continu. (Voir exemples, figure 6, page 14.)

Le cycle de fonctionnement prévoit l'accélération, la marche et la décélération dans les deux sens par la commande de la tension de l'induit du moteur à excitation constante. (Exemple d'un cycle de charge voir figure 7, page 15.)

136 Entraînements pour raboteuses et machines analogues, divers

La pièce à usiner est fixée sur une table qui fait un mouvement de va-et-vient pendant l'usinage de la pièce. Dans la marche avant, la pièce est usinée par un outil ajusté automatiquement, pendant la marche arrière normalement aucun usinage n'est effectué. L'entraînement de la table travaille à pleine charge pendant la marche avant et à faible charge pendant la marche arrière. La vitesse qui convient le mieux pour la table pendant la marche avant dépend du genre d'usinage, de la forme et de la grandeur de la pièce. Pour la marche arrière, on adopte la vitesse maximale pour gagner du temps.

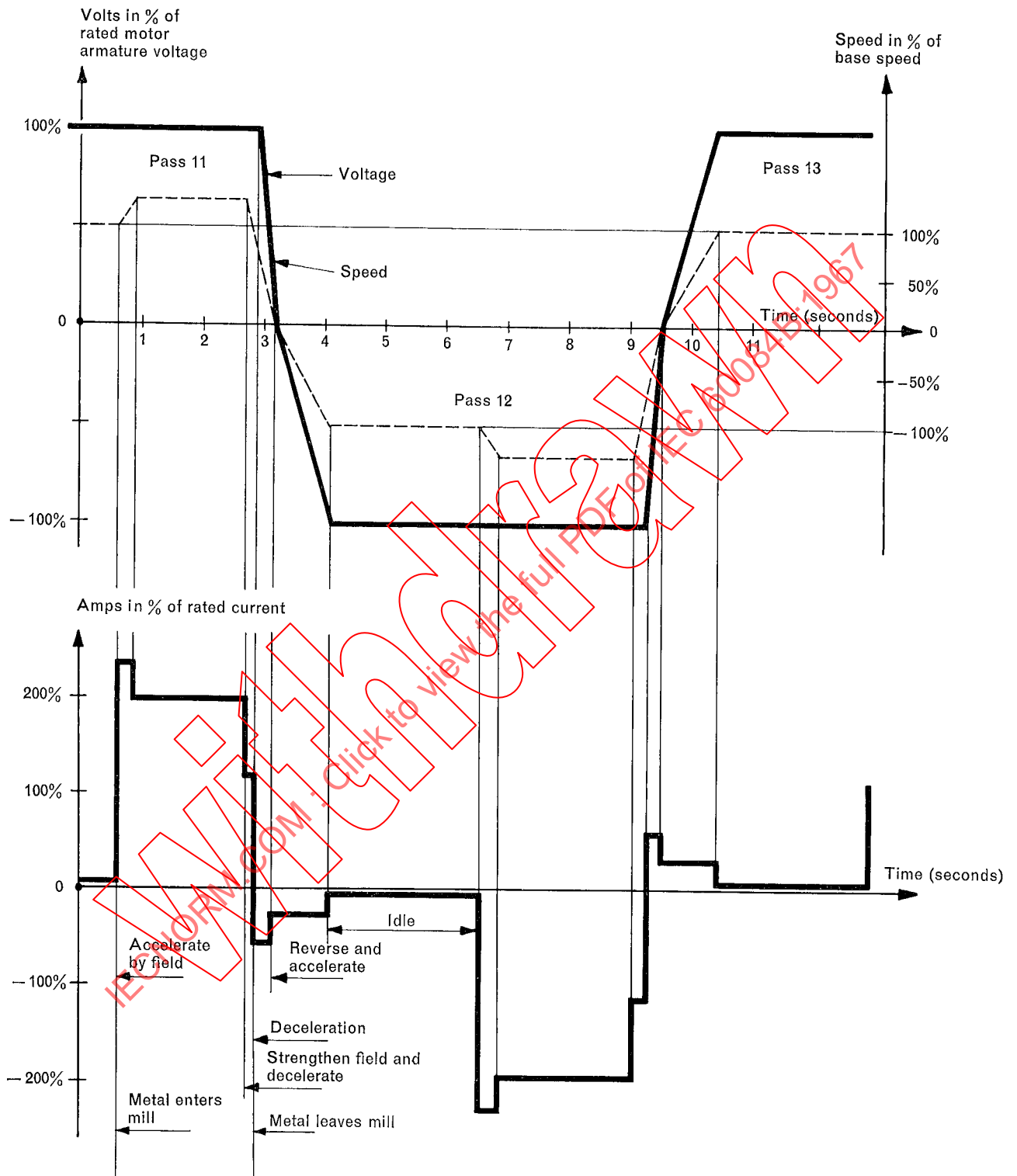


FIG 1 — Approximation of one duty cycle of typical reversing hot plate mill

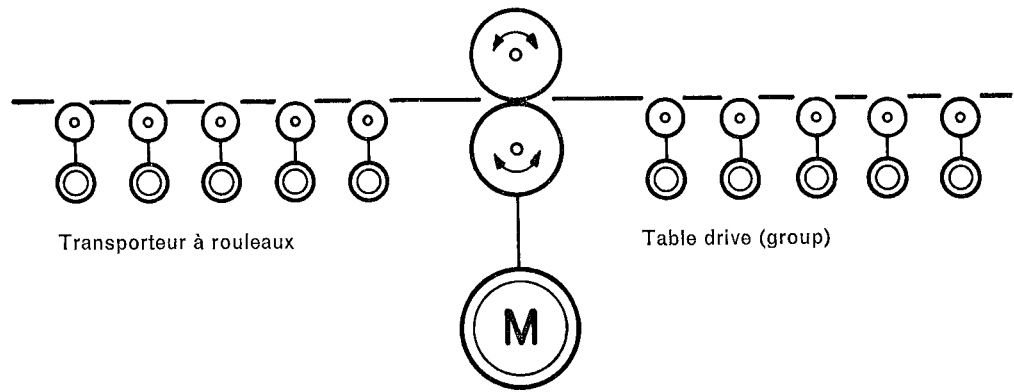


FIG 2 — Exemple d'un entraînement de laminoir réversible à chaud
Example of reversing hot mill drive

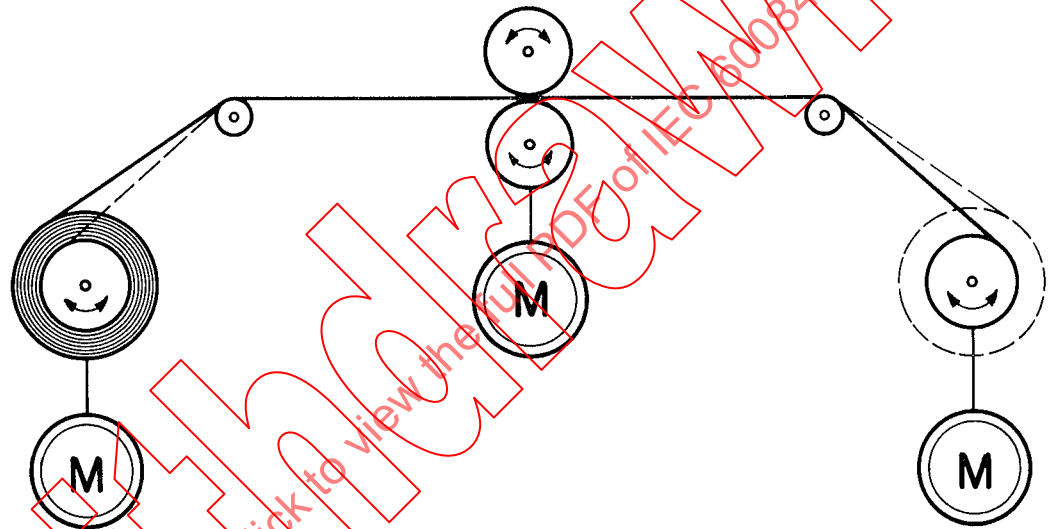


FIG 3 — Exemple d'un entraînement de laminoir à une seule cage avec bobineuses
Example of reversing single stand mill drive with coilers

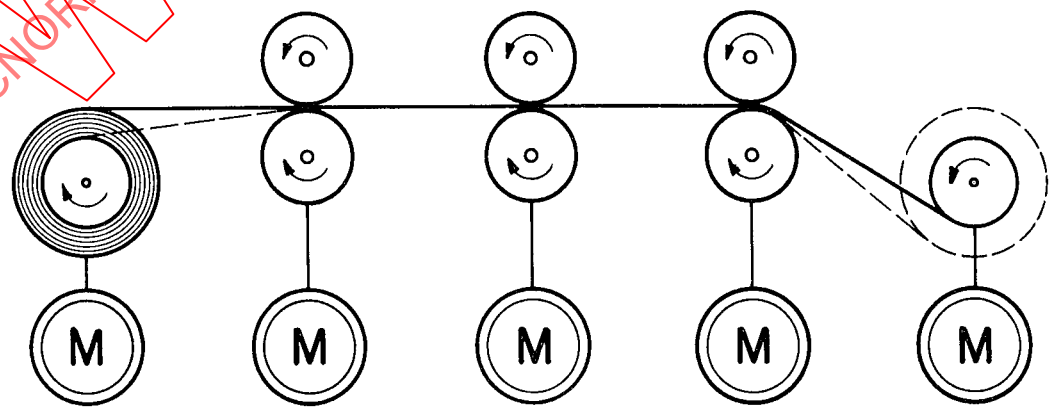


FIG 4 — Exemple d'un entraînement par train tandem avec bobineuses
Example of tandem mill drive with coilers

The motors are started without metal in the rolls at near zero armature voltage and first raised to near base speed at full field excitation. The range between base motor speed and desired rolling speed may, if necessary, be obtained by field weakening.

As metal enters each of the mills in the train, the impact load tends to cause speed reduction which is undesirable because of resulting stretching or looping of the metal between stands. In modern hot strip finishing mills, these speed changes are automatically corrected by highly responsive speed regulating systems which adjust motor armature voltage by phase controlling the power converters supplying them.

The hot strip is wound on motor-driven coilers at some distance from the delivery end of the mill. The delivery speed of the strip in modern hot strip mills may be so high that the loose strip cannot be controlled on the runout tables, nor can the leading end be threaded into the coiler. Under these conditions, it is therefore necessary to slow down the mill, the runout tables and the coiler, between coils, to an acceptable speed. This is sometimes done after the mill has been threaded and when the leading end of the new strip emerges on to the runout tables. In some applications, the slowing down is assisted by regenerative braking using inverter action. After the leading end of the new coil has been threaded into the coiler, the speeds of the mill, runout tables and coiler are accelerated in unison to the desired rolling speed.

Note — In other applications, dynamic braking is used for slowing down the mill instead of regenerative braking. Such applications are outside the scope of these Recommendations.

134 Reversing drives for mill auxiliaries

The auxiliary drives are those small drives associated with main drives which assist in the rolling of metal through the proper transporting, manipulating, cutting, etc. of metal as the mill performs its function. The auxiliary drives usually start, stop, run or reverse during every cycle of the main mill (for an example of a load cycle, see Figure 5, page 13a).

135 Hoist drives

Hoist drives operate a lifting apparatus for raising or lowering loads associated with the handling of materials in industry. A mine hoist system consists of conveyances for the vertical lift of men, ore or other material. These conveyances are connected by wire ropes to winding drums or wheels which may be driven by reversible direct current motors. (See examples, Figure 6, page 14.)

The drive is programmed to accelerate, run and decelerate the motion of the system in either sense by motor armature voltage control at constant motor field. (Example of load cycle, see Figure 7, page 15.)

136 Planers and similar drives, miscellaneous

The piece to be machined is fixed on a table which under operation moves to and fro. In the forward direction, the work piece is machined by the automatically set tool, and in the backward sense, usually no machining takes place. The drive for the table is on full load forward and is on light load in the opposite sense. The most suitable forward speed for the table depends upon the kind of the required machining and the form and size of the work piece. In the reverse sense, top speed is selected in order to save time.

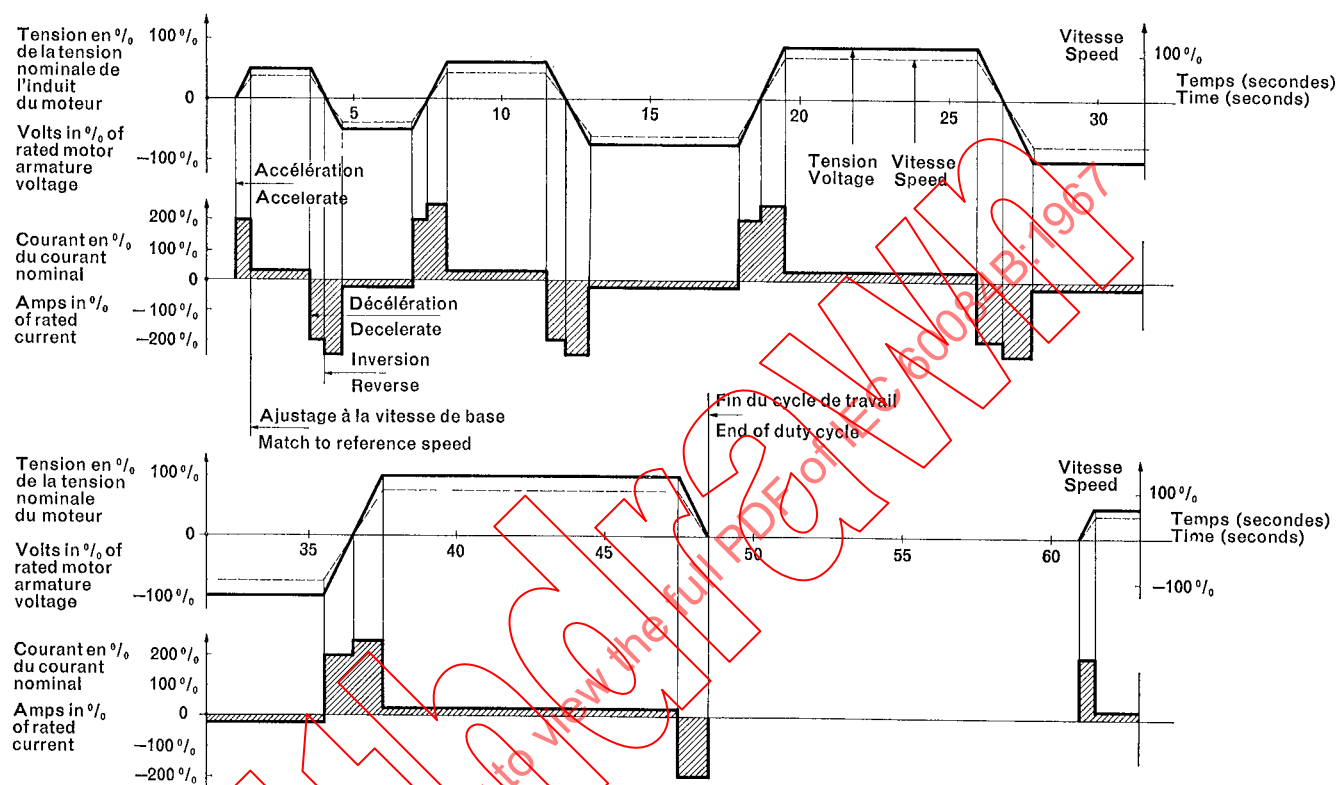


FIG 5 — Exemple de cycle de travail d'un transporteur à rouleaux* pour laminoir réversible
Example of table drive* duty cycle for a reversing mill

* Voir Figure 2 (page 12a)
See

The motors are started without metal in the rolls at near zero armature voltage and first raised to near base speed at full field excitation. The range between base motor speed and desired rolling speed may, if necessary, be obtained by field weakening.

As metal enters each of the mills in the train, the impact load tends to cause speed reduction which is undesirable because of resulting stretching or looping of the metal between stands. In modern hot strip finishing mills, these speed changes are automatically corrected by highly responsive speed regulating systems which adjust motor armature voltage by phase controlling the power converters supplying them.

The hot strip is wound on motor-driven coilers at some distance from the delivery end of the mill. The delivery speed of the strip in modern hot strip mills may be so high that the loose strip cannot be controlled on the runout tables, nor can the leading end be threaded into the coiler. Under these conditions, it is therefore necessary to slow down the mill, the runout tables and the coiler, between coils, to an acceptable speed. This is sometimes done after the mill has been threaded and when the leading end of the new strip emerges on to the runout tables. In some applications, the slowing down is assisted by regenerative braking using inverter action. After the leading end of the new coil has been threaded into the coiler, the speeds of the mill, runout tables and coiler are accelerated in unison to the desired rolling speed.

Note — In other applications, dynamic braking is used for slowing down the mill instead of regenerative braking. Such applications are outside the scope of these Recommendations.

134 Reversing drives for mill auxiliaries

The auxiliary drives are those small drives associated with main drives which assist in the rolling of metal through the proper transporting, manipulating, cutting, etc. of metal as the mill performs its function. The auxiliary drives usually start, stop, run or reverse during every cycle of the main mill (for an example of a load cycle, see Figure 5, page 13a).

135 Hoist drives

Hoist drives operate a lifting apparatus for raising or lowering loads associated with the handling of materials in industry. A mine hoist system consists of conveyances for the vertical lift of men, ore or other material. These conveyances are connected by wire ropes to winding drums or wheels which may be driven by reversible direct current motors. (See examples, Figure 6, page 14.)

The drive is programmed to accelerate, run and decelerate the motion of the system in either sense by motor armature voltage control at constant motor field. (Example of load cycle, see Figure 7, page 15.)

136 Planers and similar drives, miscellaneous

The piece to be machined is fixed on a table which under operation moves to and fro. In the forward direction, the work piece is machined by the automatically set tool, and in the backward sense, usually no machining takes place. The drive for the table is on full load forward and is on light load in the opposite sense. The most suitable forward speed for the table depends upon the kind of the required machining and the form and size of the work piece. In the reverse sense, top speed is selected in order to save time.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60084B:1967

Withdrawn

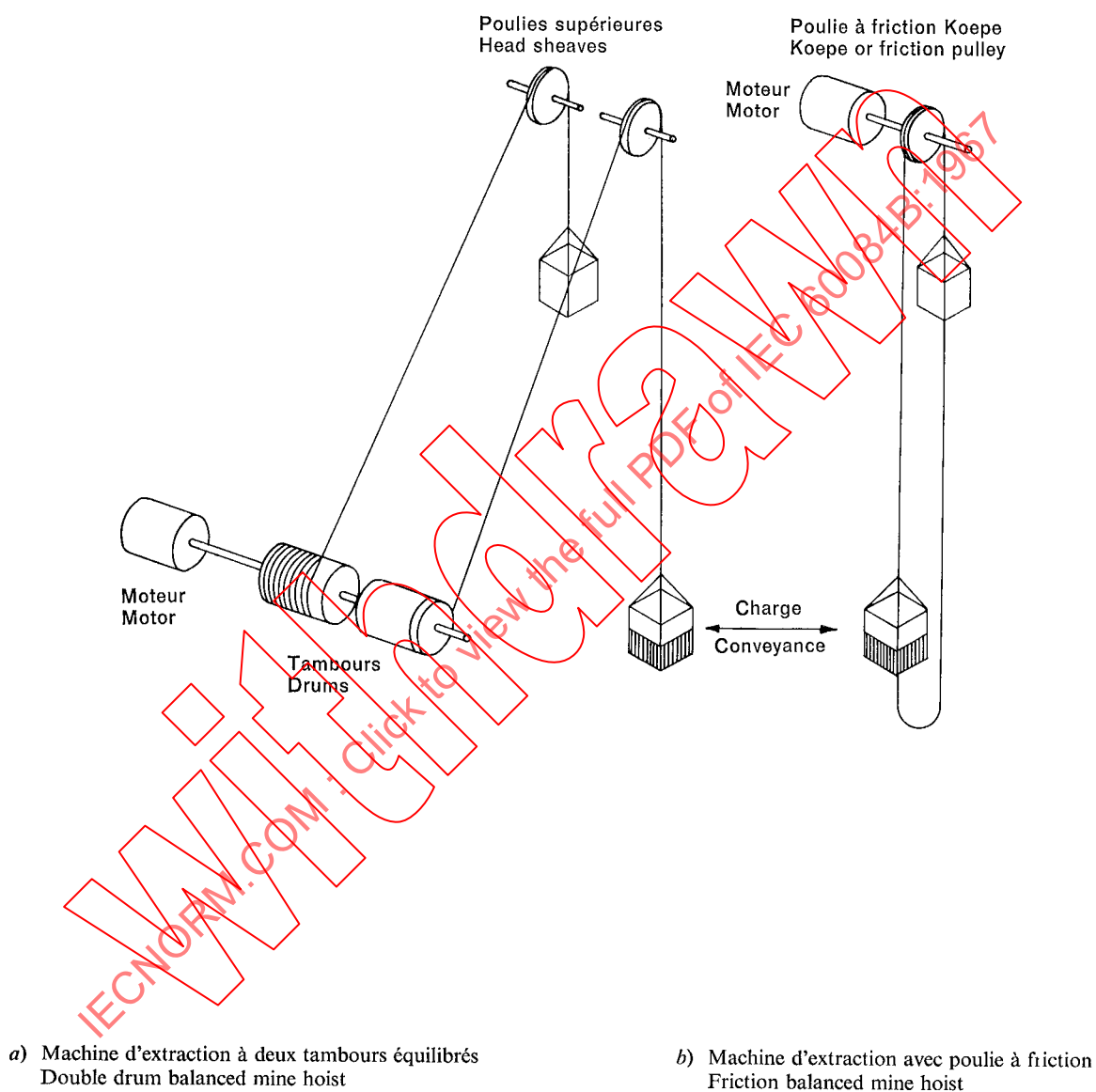


FIG 6 — Exemples d'entraînements pour machines d'extraction
Examples of hoist drives

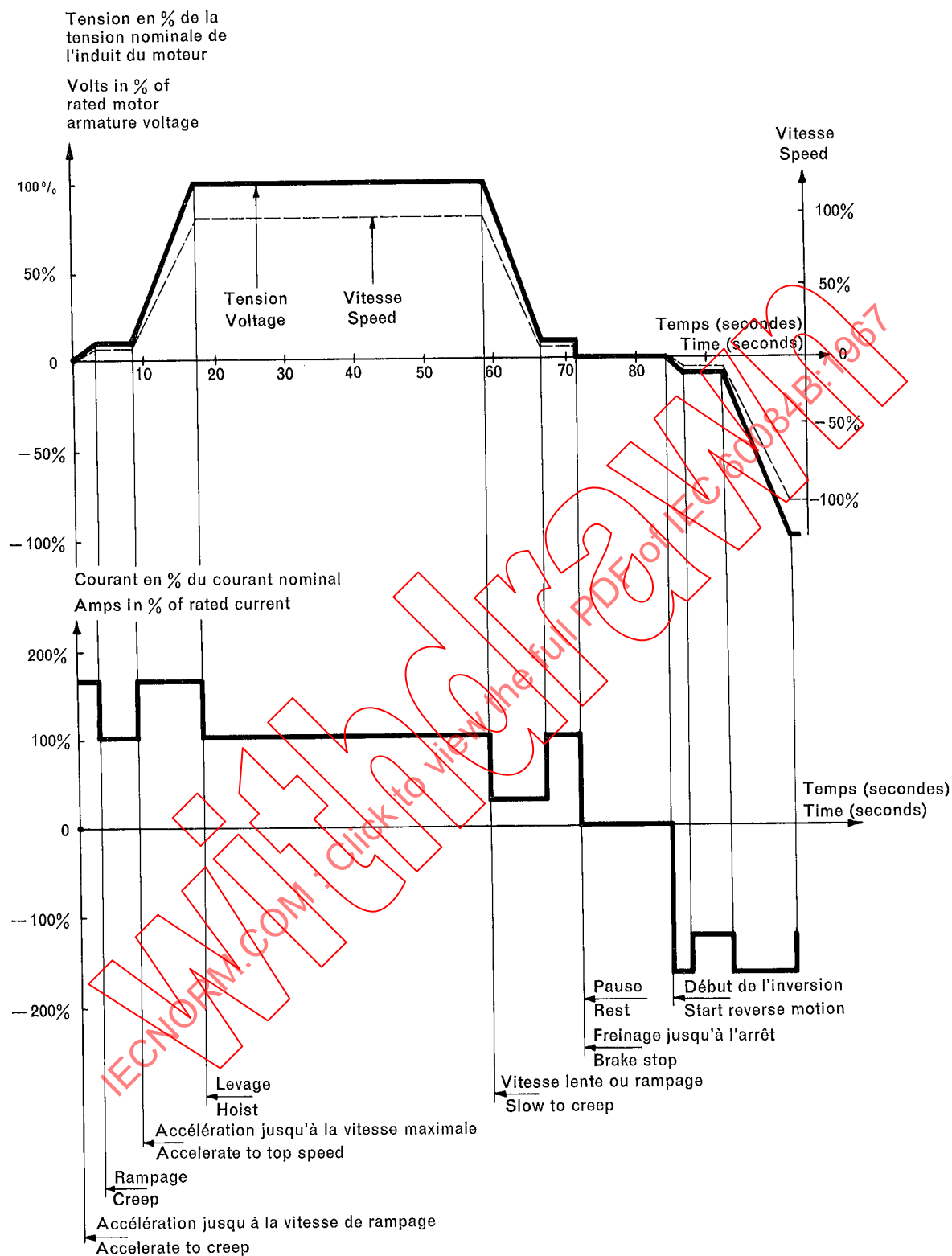


FIG 7 — Exemple de cycle de travail typique d'un levage compensé
Example of typical balanced hoist drive duty cycle

137 Entraînements de supercalandres et d'enrouleuses à papier

La figure 8, page 17a, représente un exemple d'une supercalandre dont l'équipement d'entraînement, ainsi que celui des enrouleuses, nécessite une récupération par onduleur pour absorber l'énergie cinétique pendant les décélérations

138 Excitation pour moteurs et génératrices à courant continu sans inversion du courant d'excitation

Les convertisseurs simples sont parfois utilisés pour l'excitation de moteurs et de génératrices à courant continu lorsqu'on désire une variation rapide du courant d'excitation. On utilise la récupération en onduleur pour réduire ce courant.

139 Excitation pour moteurs et génératrices à courant continu avec inversion du courant d'excitation

Les convertisseurs réversibles sont quelquefois utilisés pour l'excitation des moteurs et des génératrices à courant continu lorsqu'on a besoin d'inverser le courant d'excitation. On utilise généralement des convertisseurs doubles.

140 Excitation des machines synchrones de grande puissance sans inversion du courant

On a souvent besoin de variations rapides d'excitation pour les machines synchrones de grande puissance (alternateurs hydrauliques, turbo-alternateurs, moteurs et compensateurs synchrones) afin de régler la tension, limiter les surtensions, améliorer le facteur de puissance, ou maintenir la stabilité du réseau. Dans ce dernier cas, pour maintenir le flux désiré, on peut utiliser des convertisseurs capables de provoquer sur les enroulements d'excitation des variations de tension continue brusques et importantes dans les deux sens. Un convertisseur simple convient lorsque l'inversion de champ n'est pas nécessaire.

141 Excitation des machines synchrones de grande puissance avec inversion de courant

Dans certaines applications de convertisseurs pour l'excitation de machines synchrones de grande puissance, on peut avoir besoin d'inverser le courant, par exemple pour alimenter une ligne de transport faiblement chargée, ou bien pour la désexcitation rapide des machines elles-mêmes. Dans ce cas, on utilise habituellement un convertisseur double.

137 Entraînements de supercalandres et d'enrouleuses à papier

La figure 8, page 17a, représente un exemple d'une supercalandrie dont l'équipement d'entraînement, ainsi que celui des enrouleuses, nécessite une récupération par onduleur pour absorber l'énergie cinétique pendant les décélérations

138 Excitation pour moteurs et génératrices à courant continu sans inversion du courant d'excitation

Les convertisseurs simples sont parfois utilisés pour l'excitation de moteurs et de génératrices à courant continu lorsqu'on désire une variation rapide du courant d'excitation. On utilise la récupération en onduleur pour réduire ce courant.

139 Excitation pour moteurs et génératrices à courant continu avec inversion du courant d'excitation

Les convertisseurs réversibles sont quelquefois utilisés pour l'excitation des moteurs et des génératrices à courant continu lorsqu'on a besoin d'inverser le courant d'excitation. On utilise généralement des convertisseurs doubles.

140 Excitation des machines synchrones de grande puissance sans inversion du courant

On a souvent besoin de variations rapides d'excitation pour les machines synchrones de grande puissance (alternateurs hydrauliques, turbo-alternateurs, moteurs et compensateurs synchrones) afin de régler la tension, limiter les surtensions, améliorer le facteur de puissance, ou maintenir la stabilité du réseau. Dans ce dernier cas, pour maintenir le flux désiré, on peut utiliser des convertisseurs capables de provoquer sur les enroulements d'excitation des variations de tension continue brusques et importantes dans les deux sens. Un convertisseur simple convient lorsque l'inversion de champ n'est pas nécessaire.

141 Excitation des machines synchrones de grande puissance avec inversion de courant

Dans certaines applications de convertisseurs pour l'excitation de machines synchrones de grande puissance, on peut avoir besoin d'inverser le courant, par exemple pour alimenter une ligne de transport faiblement chargée, ou bien pour la désexcitation rapide des machines elles-mêmes. Dans ce cas, on utilise habituellement un convertisseur double.

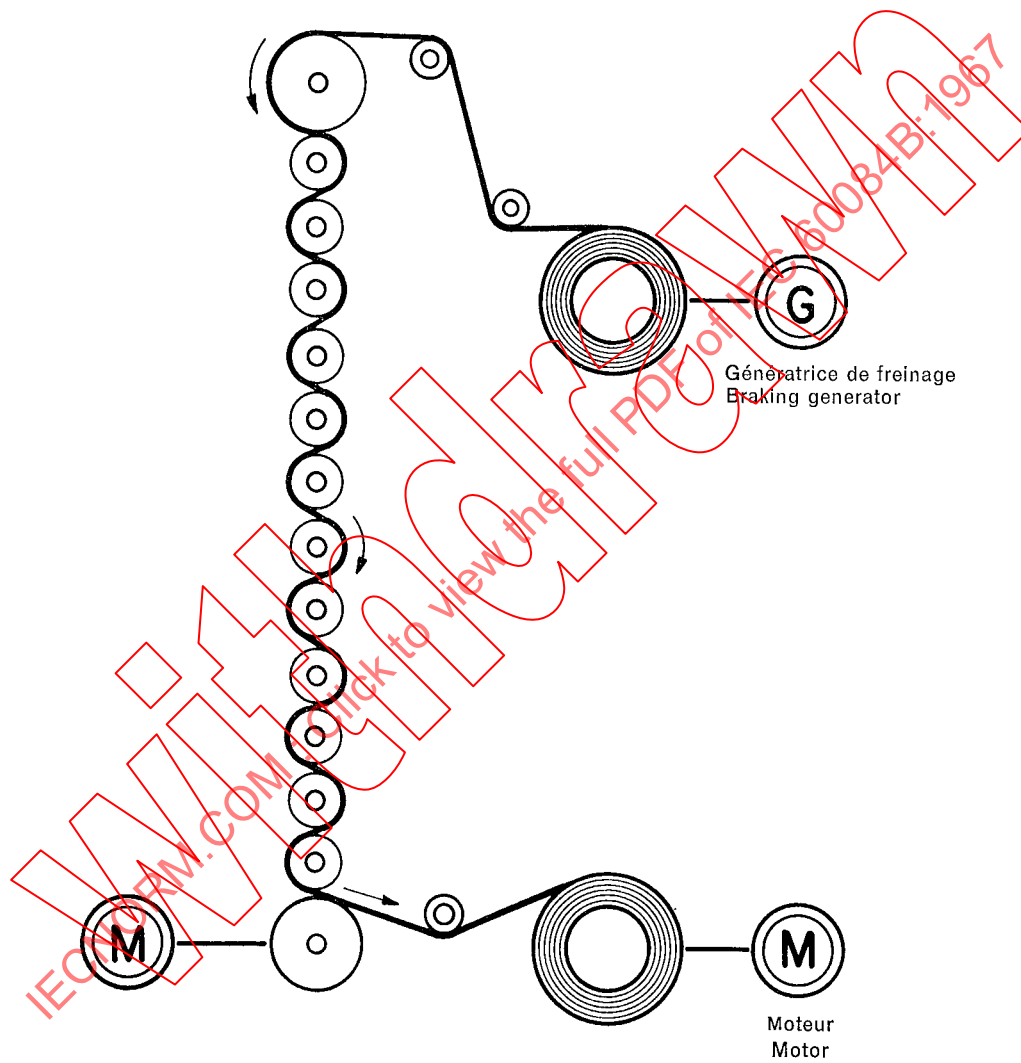


FIG 8 — Exemple d'une supercalandre
Example of super-calender

137 Super-calender and paper winder drives

Figure 8, page 17a, shows an example of a super-calender drive for which regeneration by inversion is required to absorb the high kinetic energy during deceleration

138 Field excitation for d.c. motors and generators without reversal of the field current

Single converters are sometimes used for field excitation of d.c. motors and generators when a rapid change of the field current is required. Regeneration by inversion is used for reducing the field current.

139 Field excitation for d.c. motors and generators with reversal of the field current

Reversible converters are sometimes used for the field excitation of d.c. motors and generators when reversal of the field current is required. A double converter is usually required.

140 Field excitation for large synchronous machines without reversal of field current

Rapid changes in field excitation of large synchronous a.c. machines, such as hydrogenerators, turbogenerators, synchronous condensers and motors to regulate the voltage, limit overvoltages, improve the power-factor or stabilize the connected a.c. system are frequently required. Converters capable of impressing sudden large changes of d.c. voltage in either direction on the field windings of such machines may be used to maintain the desired level of field magnetization during such a.c. system changes. When field reversal is not necessary, a single converter is adequate.

141 Field excitation for large synchronous machines with reversal of field current

In some applications of converters for the field excitation of large synchronous machines, reversal of field current may be required, e.g. for supplying a lightly loaded transmission line or for rapid demagnetization. A double converter is usually required.

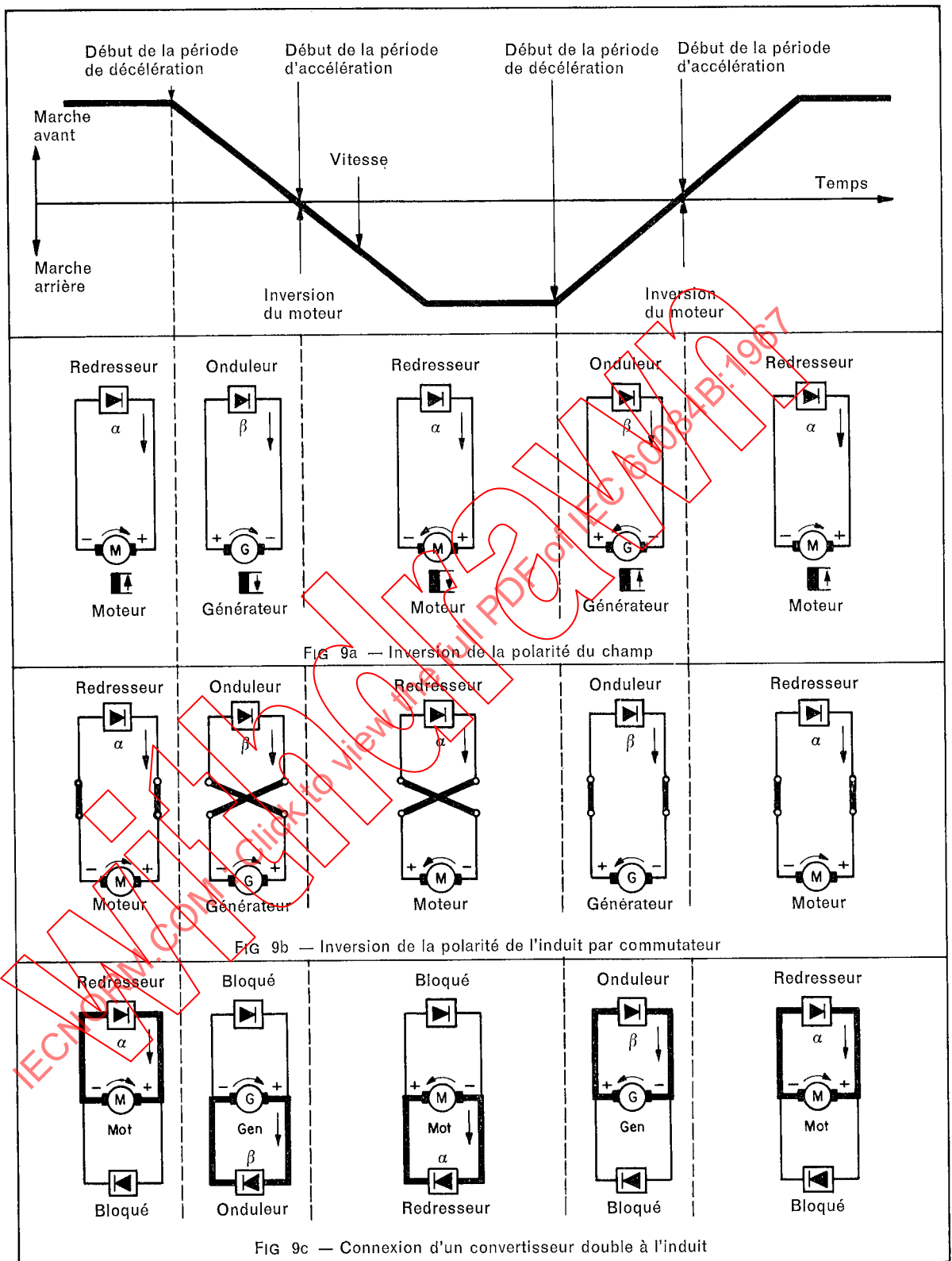


FIG 9 — Opérations successives de convertisseurs servant à commander un moteur réversible à courant continu

200 CONNEXIONS DE CONVERTISSEURS RÉVERSIBLES AUX INDUITS DE MOTEURS A COURANT CONTINU

210 Principe de fonctionnement

La figure 9, page 18a, montre les séquences de fonctionnement de plusieurs circuits typiques de convertisseurs réversibles alimentant un moteur à courant continu

Le diagramme du haut indique la vitesse du moteur en fonction du temps. Les différents schémas représentent le fonctionnement du convertisseur en redresseur et en onduleur et indiquent, sous une forme simplifiée, les opérations successives relatives aux trois circuits types

211 Inversion de la polarité du champ (figure 9a)

Pour freiner le moteur jusqu'à l'arrêt et pour l'accélérer en sens inverse, le courant est annulé par réglage de phase, la polarité du champ est inversée et on fait circuler le courant de freinage désiré en ajustant le réglage de phase de l'onduleur. Ensuite, le passage du freinage dans un sens à l'accélération en sens inverse peut être obtenu en réduisant graduellement le déphasage pour passer du fonctionnement en onduleur au fonctionnement en redresseur. (Voir figures 10 et 11, page 20a)

212 Inversion de la polarité de l'induit par commutateur (figure 9b)

Dans ce cas, la succession des opérations est semblable à celle décrite à l'article 211, si ce n'est que l'on croise les connexions de l'induit au moyen du commutateur au lieu d'inverser la polarité du champ. (Voir figures 12 et 13, page 20a)

213 Connexion d'un convertisseur double à l'induit (figure 9c)

L'induit du moteur est alimenté par deux convertisseurs couplés en antiparallèle. Quel que soit le sens du courant dans l'induit, il y a toujours un convertisseur susceptible de fournir ou d'absorber ce courant. (Voir figures de 14 à 17, page 21a)

220 Types de convertisseurs pour l'alimentation des induits des moteurs réversibles à courant continu

A) *Convertisseur simple sans inverseur* (paragraphe 121-1)

Figures 10 et 11, page 20a. Ce schéma qui nécessite d'inverser le champ est appelé «schéma à inversion de champ»

B) *Convertisseur simple avec inverseur* (paragraphe 121-1)

Figures 12 et 13, page 20a. Ce schéma est appelé «schéma à inversion de courant d'induit»

C) *Convertisseur double avec «montage en croix»* (paragraphe 121-2)

Avec courant de circulation. Figures 14 et 15, page 21a

D) *Convertisseur double avec «montage anti-parallèle»* (paragraphe 121-2)

– Avec courant de circulation. Figure 16, page 21a

– Sans courant de circulation (par réglage de phase). Figure 17, page 21a

Signification des lettres indiquées dans les figures 10 à 17:

T = transformateur

L = bobine de lissage

M = moteur à courant continu

S = bobine d'absorption

V = soupapes

F = champ du moteur

200

CONNECTIONS OF REVERSIBLE CONVERTORS TO THE ARMATURE OF D.C. MOTORS

210 Principle of operation

In Figure 9, page 19a, are shown the sequences of operations of reversible convertors serving a d.c. motor drive, for several types of circuits

The upper diagram shows motor speed plotted as function of time. In the lower diagrams are indicated the operation of the convertor as a rectifier and as an inverter. The operation of the basic convertor circuits is also indicated in simplified form.

211 Motor field reversal (Figure 9a)

To brake the motor to standstill and then accelerate it in the reverse sense, the current is reduced to zero by phase control, the field current is reversed, and the required braking current is then caused to flow by adjustment of the phase control for inverter operation. Subsequent transition from braking to acceleration in the reverse sense of rotation can be achieved smoothly by further continuous advance of phase control from inversion to rectification. (See Figures 10 and 11, page 20a.)

212 Motor armature reversal by reversing switch (Figure 9b)

In this case, the sequence of operations is similar to that described in Clause 211 except that armature current is reversed instead of reversing the field connections. (See Figures 12 and 13, page 20a.)

213 Double convertor connection to motor armature (Figure 9c)

The motor armature is connected in parallel with two convertors of opposite polarities. Irrespective of the desired direction of the current in the motor armature, there is always a convertor available to supply or accept this current. (See Figures 14 to 17, page 21a.)

220 Types of convertors for supplying to the armature of reversible d.c. motors

A) Single convertor without reversing switch (Sub-clause 121-1)

Figures 10 and 11, page 20a. This requires the use of a reversible field and the system is referred to as "field reversal".

B) Single convertors with reversing switch (Sub-clause 121-1)

Figures 12 and 13, page 20a. Referred to as "armature reversal".

C) Double convertor in "cross connection" (Sub-clause 121-2)

With unsuppressed circulating current. Figures 14 and 15, page 21a.

D) Double convertor in "anti-parallel connection" (Sub-clause 121-2)

— With unsuppressed circulating current. Figure 16, page 21a.

— Without circulating current (suppressed by means of phase control). Figure 17, page 21a.

Explanation of the letter symbols used in Figures 10 to 17:

T = transformer

L = smoothing reactor

M = d.c. motor

S = interphase transformer

V = valves

F = field winding of the motor

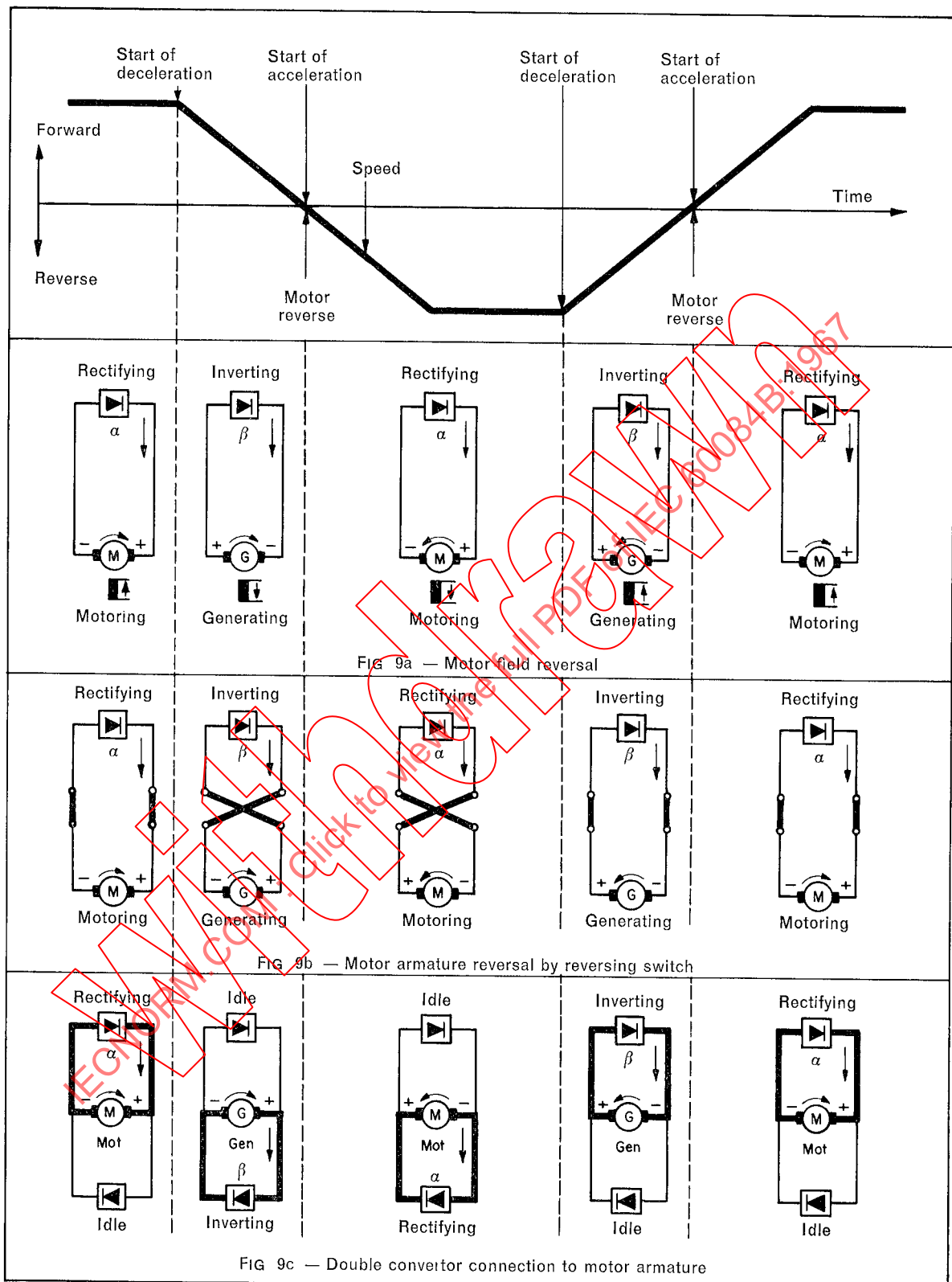


FIG 9 — Operating sequences of converters serving a reversible d c motor

Exemples de connexions – Examples of connections

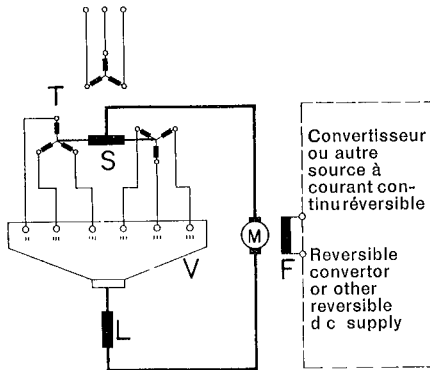


FIGURE 10

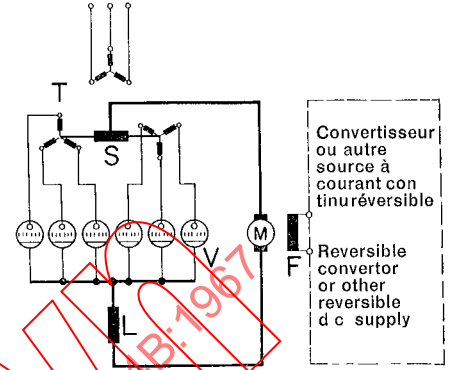


FIGURE 11

A) Inversion du champ
Field reversal

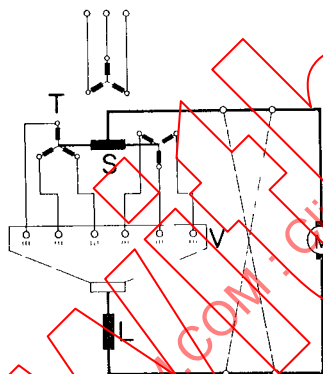


FIGURE 12

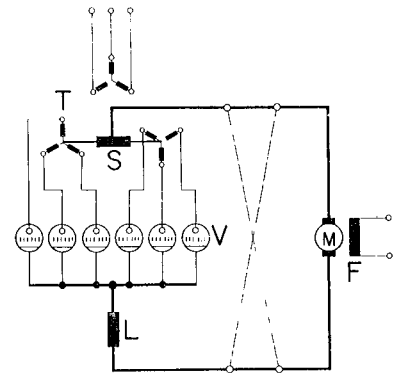


FIGURE 13

B) Inversion de l'induit
Armature reversal

Types à convertisseur simple
Single converter types

221 Types à convertisseur simple

221-1 Inversion du champ (exemples, figures 10 et 11)

Ce schéma est applicable lorsque le temps nécessaire à l'inversion du champ n'est pas incompatible avec les impératifs d'exploitation

221-2 Inversion de la tension d'induit (exemples, figures 12 et 13)

Ce schéma est applicable dans les nombreux cas où le temps d'inversion et les phénomènes qui l'accompagnent ne sont pas incompatibles avec les impératifs d'exploitation. S'il y a des objections à l'utilisation d'un tel schéma, on devra utiliser le type «à convertisseur double»

222 Types à convertisseur double

Dans les exemples des schémas des figures 14 et 15, un courant de circulation circule à travers les deux convertisseurs de S_1 à V_1 , L_1 , S_2 , V_2 , L_2 avec retour à S_1 . Ce courant a une composante continue qui dépend de l'angle α de retard et de l'angle d'avance β des soupapes, et une composante alternative, qui dépend de l'ondulation de tension des deux convertisseurs. La composante continue peut-être réglée par les angles α et β et la composante alternative est limitée par les bobines de lissage L_1 et L_2 .

222-1 Dans l'exemple du schéma de la figure 16, les soupapes sont connectées en anti-parallèle à un seul enroulement du transformateur. Le courant de circulation, s'il n'est pas supprimé, circule de S_1 vers L_1 , L_2 , S_2 avec retour à S_1 à travers les soupapes V_2 et V_1 .

Les bobines d'absorption S_1 et S_2 sont soumises à des tensions de grandeur et de formes d'onde différentes et ne peuvent pas être remplacées par une bobine d'absorption commune connectée entre les deux points neutres des enroulements secondaires du transformateur.

222-2 Le courant de circulation peut être supprimé par un blocage ou un réglage approprié du déphasage. Dans ces conditions, on peut utiliser par exemple le schéma de la figure 17 avec une seule bobine d'absorption S . Pour la même raison, on peut remplacer les deux bobines de lissage L_1 et L_2 montrées dans les figures 14, 15 et 16 par une bobine unique L .

222-3 Dans les connexions des figures 14, 15 et 16, on peut réaliser une économie sur les bobines de lissage L_1 et L_2 en les rendant saturables, ce qui est possible quand le moteur M peut absorber du courant ondulé sans inconvénient appréciable. Dans cette dernière hypothèse, les inductances de lissage des figures 10, 11, 12, 13 et 17 peuvent aussi être des inductances saturables ou peuvent être supprimées.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60084B:1967

Exemples de connexions – Examples of connections

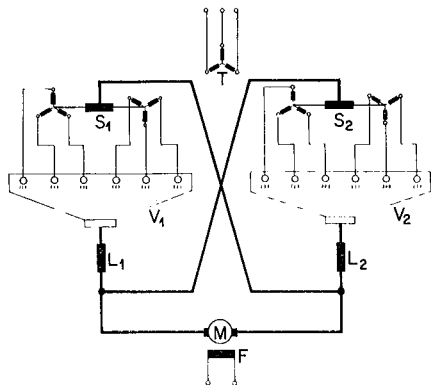


FIGURE 14

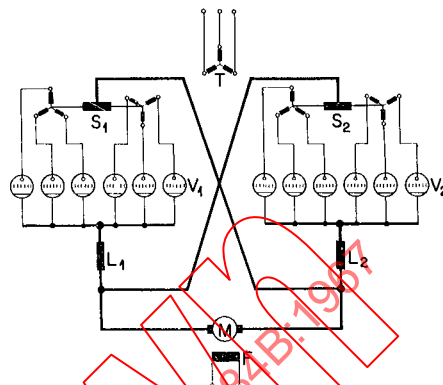


FIGURE 15

C) Connexions en croix, sans suppression du courant de circulation
Cross-connections, with unsuppressed circulating current

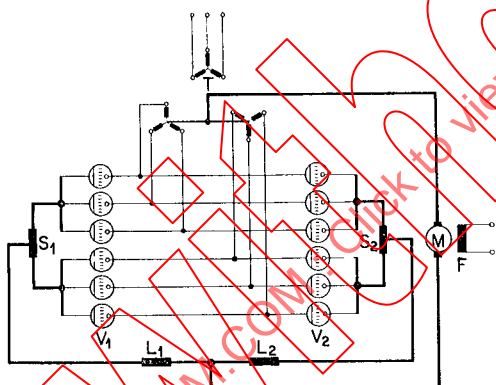


FIGURE 16

D) Connexion anti-parallèle, sans suppression
du courant de circulation
Anti-parallel connection, with
unsuppressed circulating current

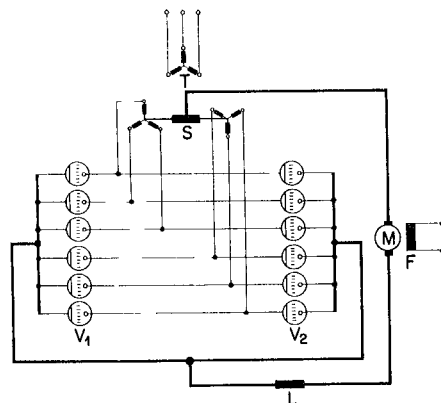


FIGURE 17

Connexion anti-parallèle, avec suppression
du courant de circulation
Anti-parallel connection, with
suppressed circulating current

Types à convertisseur double
Double converter types

221 Single convertor types

221-1 *Field reversal (examples, Figures 10 and 11)*

This is applicable when the time required for field current reversal does not interfere with the needs of the application

221-2 *Armature reversal (examples, Figures 12 and 13)*

This is applicable in the many instances when the time and other effects of the armature switching do not interfere with the requirements of the application. If such switching is objectionable, the double convertor types should be used

222 Double convertor types

In the examples of connections of Figures 14 and 15, a circulating current flows through the two convertors from S_1 to V_1 , L_1 , S_2 , V_2 , L_2 and back to S_1 . This current has a d.c. component, which depends upon the delay angles α and of advance β of the valves, and an a.c. component, which depends on the ripple voltages of the two convertors. The d.c. component can be controlled by the angles α and β , and the a.c. component is limited by the smoothing coils L_1 and L_2 .

222-1 In the examples of connection of Figure 16, the valves are connected in antiparallel to a single winding of the transformer. The circulating current, unless suppressed, flows from S_1 to L_1 , L_2 , S_2 and back through the valves V_2 and V_1 to S_1 .

The interphase transformers S_1 and S_2 have voltages of different magnitudes and waveforms and cannot be replaced by a common interphase transformer connected between the two neutrals of the transformer valve windings.

222-2 By appropriate blocking or adjustment of the phase control, the circulating current can be suppressed. Under these conditions, the example of the connection of Figure 17, with a single interphase transformer S , can be used. For the same reason, the two smoothing reactors L_1 and L_2 , shown in Figures 14, 15 and 16, can be replaced by a single reactor L .

222-3 Some savings can be realized on the smoothing reactors L_1 and L_2 of the Figures 14, 15 and 16 by making them saturable. This is possible when the motor M can work with unsmoothed current without objectionable reduction in performance. Under this last assumption, the smoothing reactor L of the Figures 10, 11, 12, 13 and 17 could be saturable or omitted.

310 Puissance nominale d'un convertisseur réversible

Les bases de détermination de la puissance nominale d'un convertisseur réversible doivent être telles que celui-ci, qu'il fonctionne en redresseur ou en onduleur, soit capable de satisfaire toutes les conditions spécifiées pour la charge

311 Courant nominal

La valeur du courant nominal du convertisseur est égale à la valeur quadratique moyenne fixée par le constructeur. Lorsque le convertisseur fonctionne au courant nominal, chacune de ses parties doit être capable de supporter, en permanence, le courant qui lui incombe (Voir article 320)

Note — La notion de valeur quadratique moyenne du courant implique, dans le cas des redresseurs à vapeur de mercure, la prise en considération des pointes de courant qui se produisent à chaque cycle (cycles de charge). A cause de ces pointes de charge, il résulte que la valeur quadratique moyenne du courant que peut fournir la soupape peut être inférieure à la valeur du courant de pleine charge qu'elle pourrait débiter si ce courant était maintenu en permanence à une valeur constante. C'est pourquoi un moteur réversible à courant continu (s'il est dimensionné pour la valeur moyenne du courant continu) n'aura pas nécessairement la même puissance nominale que le convertisseur qui l'alimente, bien qu'il ait le même cycle de charge.

312 Choix de la classe de charge

312-1 La classe choisie pour le convertisseur doit correspondre au cycle de charge demandé, courant de circulation éventuel inclus. Ceci peut nécessiter de choisir pour le jeu de soupape une valeur nominale du courant quadratique moyen plus grande que celle du courant de charge. Ceci se produira dans le cas de pointes de courant élevées allant de pair avec des valeurs quadratiques moyennes faibles.

312-2 Pour choisir la soupape, il importe de connaître le cycle de charge complet et, notamment, les valeurs, les durées et la fréquence des surcharges en plus de la valeur quadratique moyenne du courant.

313 Cas de charges plus élevées

Le convertisseur doit être capable de supporter le diagramme de charge le plus sévère aussi fréquent et rapproché qu'imposé par le service. Le choix des paramètres de charge sera fait, dans chaque cas, en accord entre client et constructeur au moment de la commande.

314 Tension continue nominale

La tension redressée du convertisseur doit être supérieure ou au moins égale (de préférence égale) à la tension continue nominale du récepteur qu'il alimente.

Note — L'équipement de conversion doit habituellement être calculé pour une tension continue supérieure à la tension nominale (dans le cas de l'alimentation de l'excitation de machines synchrones cela peut atteindre plusieurs fois la tension nominale), pour disposer d'une marge nécessaire par exemple à la régulation de tension ou à la variation de la tension alternative d'alimentation. Il en résulte que la puissance de dimensionnement (en kilovoltampères) du transformateur peut, dans certains cas, être supérieure à la puissance nominale (en kilowatts) du convertisseur.

RATING OF THE CONVERTOR

310 Rating of a reversible convertor

The basis of the rating of a reversible convertor shall be such that the convertor, both as a rectifier and as an inverter, shall be capable of meeting all the specified conditions of the load

311 Rated current

The rated current of the convertor shall be the $r\ m\ s$ value assigned by the manufacturer. With the convertor operating at rated current each part of the convertor shall be capable of carrying its share of the convertor current continuously (See Clause 320)

Note — When for mercury-arc convertors, $r\ m\ s$ values of current are referred to, it means that continuously repeating cycles of current are under consideration in which peak currents occur (load cycles). These peak currents may be the reason that the $r\ m\ s$ value of current that the valves can provide, may be less than the value of full load current it could provide if the current was maintained continuously at a steady value. Therefore, a reversible d.c. motor (if rated for the mean average continuous direct current) will not necessarily have the same rating as the convertor feeding it, although they have the same load diagram

312 Selection of rating

312-1 The rating of the convertor selected should be adequate for the duty cycle of the load it serves, including circulating current if any. This may require for the valves a higher rated $r\ m\ s$ current value than the $r\ m\ s$ value of the load current. This will be particularly so in the case of high current peak with low $r\ m\ s$ values

312-2 In addition to the $r\ m\ s$ load, the complete load cycle diagram and especially the values of overloads, their duration and frequency of repetition are of importance for choosing the valves

313 Specification of higher load

The convertor shall also be capable of carrying the most severe complete load cycle diagram as frequently and closely spaced in time as required by the load being served. The specification of these load parameters shall, in each case, be agreed between purchaser and manufacturer at the time of purchase

314 Rated d.c. voltage

The rated d.c. voltage of the convertor shall be higher or at least equal to the rated d.c. voltage of the load it serves and preferably equal to it

Note — The equipment usually has to be designed for a d.c. voltage higher than the rated d.c. voltage (for field excitation of synchronous machines sometimes several times this voltage), in order to allow a margin for control, e.g. for voltage regulation or a.c. supply variation. This results in transformer kilovoltampere ratings that may, in some cases, greatly exceed the kilowatt rating of the convertor

320 Régimes particuliers pour convertisseurs simples et doubles

321 Convertisseurs simples

Pour les convertisseurs simples, la valeur quadratique moyenne en service permanent de l'équipement de conversion sera égale à 100 % de la valeur quadratique moyenne en service permanent de la charge spécifiée selon les articles 311, 312 et 313

322 Convertisseurs doubles, charge symétrique

Pour les convertisseurs doubles dans lesquels la charge est symétrique dans les deux sens du courant, la valeur quadratique moyenne en service permanent de chaque moitié de l'équipement de conversion devra être $\frac{100}{\sqrt{2}} = 70,7 \sim 71 \%$ de la valeur quadratique moyenne en service permanent de la charge spécifiée selon les articles 311, 312 et 313

323 Convertisseurs doubles, charge asymétrique

Dans certaines applications des convertisseurs réversibles, les charges ne sont pas égales dans les deux sens. Si l'on emploie des convertisseurs doubles, on peut prendre des soupapes ou des jeux de soupapes de courants nominaux différents pour chaque sens.

330 Plaque signalétique

331 La plaque signalétique d'un convertisseur réversible doit porter les indications suivantes

331-1 Courant nominal (article 311)

331-2 Tension continue nominale (article 314)

331-3 Classe de charge normalisée (tableau II)

331-4 Dans le cas d'un équipement n'entrant pas dans les classes de charge normalisées, le courant nominal ainsi que la grandeur et la durée des surcharges périodiques doivent être indiqués

331-5 Pour indications complémentaires, voir la Publication 84 de la CEI, articles 290, 291, 292, 294, 360, 361 et 363

340 Mesures pour éviter des interruptions de service

340-1 Etant donné que les interruptions d'alimentation des moteurs et de l'excitation des alternateurs de grande puissance sont préjudiciables sur le plan économique, le convertisseur doit être déterminé pour réduire à un minimum la fréquence des défauts de soupape tels que retours d'arc - ratés de blocage et ratés d'allumage. Cette exigence est considérée remplie si la soupape a subi avec succès l'essai de type prévu à l'article 362

340-2 De plus et en particulier pour les installations importantes, il est souhaitable que l'équipement soit déterminé pour supporter les perturbations extérieures, afin de réduire à un minimum les interruptions de service. Etant donné que ces perturbations échappent au contrôle du constructeur, cette recommandation ne doit pas faire l'objet d'une garantie. En outre, il est également nécessaire pour assurer la continuité de service que l'utilisateur entretienne l'équipement, conformément aux instructions du constructeur, et qu'il l'utilise dans les limites spécifiées dans le contrat et, d'une façon générale, suivant les règles de l'art

320 Particular ratings for single and double convertors

321 Single convertors

For single convertors, the r m s continuous rating of the converting equipment shall be 100 % of the r m s continuous rating specified in accordance with Clauses 311, 312 and 313

322 Double convertors, symmetrical load

For double convertors where the loading is symmetrical in the two directions of current flow, the r m s continuous rating of each half of the converting equipment shall be $\frac{100}{\sqrt{2}} = 70.7 \sim 71\%$ of the r m s continuous rating specified in accordance with Clauses 311, 312 and 313

323 Double convertors, asymmetrical load

In certain applications of reversible convertors, the loads in both directions are not equal. If double convertor types are used, different valves or valve sets with different current ratings for the two directions of current flow can be taken

330 Rating plate

331 The rating plate of a reversible convertor shall bear the following indications

331-1 Rated current (Clause 311)

331-2 Rated d c voltage (Clause 314)

331-3 Standard rating class (Table II)

331-4 In the case of equipment which does not conform to one of the standard rating classes, the rated current shall be stated together with the magnitude and duration of the cyclically applied peak currents

331-5 For further indications, see IEC Publication 84, Clauses 290, 291, 292, 294, 360, 361 and 363

340 Means for avoiding power interruptions

340-1 Because interruption of power supply, to many drive motors and to the field systems of large a c generators, is economically objectionable, the convertor should be designed to minimize the frequency of valve disturbances such as arc-back, arc-through and misfire. This requirement shall be considered to have been complied with when the valve has passed successfully through the type test called for in Clause 362

340-2 In addition, in order to minimize interruptions, and in particular for important drives, it is recommended that a design objective should be that the equipment withstand disturbances arising externally. As these disturbances are beyond the control of the designer, this recommendation cannot be a matter of guarantee. Moreover, to ensure continuity of operation, it is also necessary that the user maintains the equipment in compliance with the makers instructions and operates it within the limits of the contract specification and generally in accordance with good practice

350 Classes de charge

351 Utilisations des convertisseurs réversibles

Le tableau I donne une série d'utilisations typiques des convertisseurs réversibles. Les classes de charge recommandées pour chacune de ces utilisations sont définies au tableau II.

Pour le moment, on ne spécifie aucune classe normale de charge pour les excitations des grandes machines synchrones.

352 Classes de charge normalisées et recommandées

352-1 Dans le tableau II, on a disposé les classes de charge normalisées et recommandées d'après les valeurs des pointes de surcharges et de leur durée. Il est recommandé de choisir l'une de ces classes normalisées.

352-2 D'autres cycles de charge peuvent, si nécessaire, être adoptés après accord entre constructeur et acheteur. Pour les laminoirs réversibles à chaud, les laminoirs réversibles à froid, les bobineuses de train réversible à froid, les entraînements principaux et les bobineuses des trains tandem, les trains finisseurs à chaud pour bande, il peut y avoir d'autres cycles de charge présentant des pointes de courant de même valeur et de même durée que celles données dans le tableau II, mais ayant des cycles de courant de valeur quadratique moyenne supérieure à 100 % du courant permanent de pleine charge, pour des durées longues mais néanmoins limitées. Ces valeurs quadratiques moyennes, plus élevées pendant un temps limité, n'impliquent pas que la valeur quadratique moyenne permanente du courant du convertisseur soit supérieure à 100 % du courant nominal de pleine charge. De tels cycles de charge ne sont pas inclus dans les présentes recommandations. Dans de tels cas, les caractéristiques nominales du convertisseur, y compris les surcharges, doivent faire l'objet d'un accord entre client et constructeur, basé sur les diagrammes de charge complets.

352-3 Sauf pour les excitations des grandes machines synchrones, on peut choisir les classes de charges en se référant d'abord au tableau I, puis au tableau II.

TABLEAU II

Classes de charge pour convertisseurs réversibles

Classe de charge		N°	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Charge permanente		% *	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Charge de pointe (article 352)	Amplitude	% *	150	175	175	200	200	225	225	250	250	300
	Durée	s	5	20	60	10	10	20	20	10	10	3
Type de la charge			a	s	a	s	a	s	s	a	s	a

s = charge symétrique (voir tableau III)

a = charge asymétrique pour la partie la plus chargée (voir tableau III)

* Ces valeurs sont des pourcentages du courant nominal du convertisseur (article 311)

TABLEAU I

Applications pour convertisseurs réversibles	Classes de charge recommandées (voir tableau II)	Genre de charge
Entraînements de laminoirs réversibles à chaud	16	s
Entraînements principaux de laminoirs réversibles à froid	14 15	s a
Entraînements réversibles de bobineuses pour laminoirs à froid	15	a
Entraînements «skin pass» principaux	18	a
Entraînements de bobineuses pour «skin pass»	15	a
Entraînements principaux et bobineuses pour trains tandem	14 15	s a
Trains finisseurs à chaud pour bandes	13	a
Entraînements réversibles pour auxiliaires de laminoirs	19 20	s a
Entraînements pour engins de levage	12 17	s s
Entraînements pour raboteuses et entraînements analogues, divers	12, 14, 19 15, 20	s a
Entraînements de supercalandries et d'enrouleuses à papier	13	a
Excitation de machines à courant continu	11	a
Excitation de moteurs à courant continu avec inversion de la polarité du champ	11	a
Excitation de machines synchrones à grande puissance	A convenir entre acheteur et constructeur	

s = charge symétrique
a = charge asymétrique

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60084B:1967

350 Rating classes

351 Applications for reversible convertors

In Table I various typical applications of reversible convertors are listed. The recommended rating classes for each of these are defined in Table II.

For the time being, no standard rating classes are specified for the field excitation of large synchronous machines.

352 Recommended standard rating classes

352-1 In Table II, the recommended standard rating classes are arranged according to peak load and duration. It is recommended that one of these standard classes be selected.

352-2 Other load cycles may be specifically agreed upon between purchaser and manufacturer before order if necessary. For reversing hot mill, reversing cold mill, reversing cold mill coiler, tandem mill main and coiler and hot strip finishing mill drives, there may be other rating categories which have the same peak currents and durations as those given in Table II, but which have r.m.s. current cycles greater than the convertor rated current for extensive, but nevertheless limited, periods of time. These greater r.m.s. cycles of limited time would not imply that the continuous r.m.s. current capability of the convertor for long periods is higher than the convertor rated current. Such rating categories are not included in these Recommendations. In these cases, the convertor ratings, including overloads, shall be the subject of agreement between purchaser and manufacturer, based on the complete load diagrams of the load served.

352-3 With the exception of field excitation for large synchronous machines, the appropriate rating class may be selected by reference first to Table I and then to Table II.

TABLE II

Reversible convertor ratings

Rating class		No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Continuous load		% *	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Peak load (Clause 352)	Magnitude	% *	150	175	175	200	225	225	250	300		
	Duration	s	5	20	60	10	10	20	10	3		
Kind of load			a	s	a	s	a	s	s	a	s	a

s = symmetrical load (see Table III)

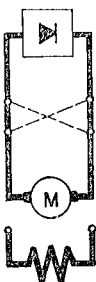
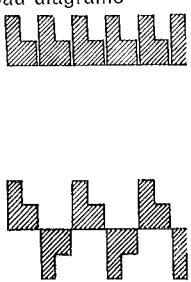
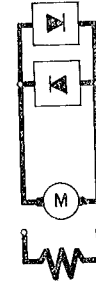
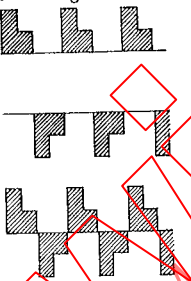
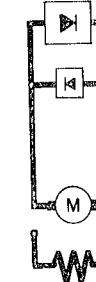
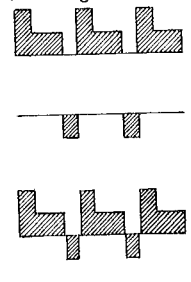
a = asymmetrical load for the heavier loaded part (see Table III)

* These values are percentage of the rated current of the convertor (Clause 311)

TABIEAU III — ESSAIS

TABLE III — TESTS

Cycles de charge pour les essais de type de soupapes prévues pour convertisseurs réversibles
Load cycles for type tests of valves of reversible converters

Classe de charge Rating class		No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
CONVERTISSEUR SIMPLE SINGLE CONVERTOR Connexion Connection  Diagrammes de charge Load diagrams 	Charge quadratique moyenne de la soupape en % du courant nominal (article 311) R M S valve load in % of rated current (Clause 311)	%	100	100	100	100		100	100		100	
	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%	150	175	175	200		225	225		300
		Durée Duration t_1^*	s	5	20	60	10		10	20		3
	Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%	80	70	80	80		50	50		10
		Durée Duration t_2^*	s	17	80	340	80		55	110		24
	Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s	0	0	0	0		0	0		0
	Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s	22	100	400	90		65	130		27
CONVERTISSEUR DOUBLE CHARGE SYMÉTRIQUE DOUBLE CONVERTOR SYMMETRICAL LOAD Connexion Connection  Diagrammes de charge Load diagrams 	Charge quadratique moyenne d'une soupape en % du courant nominal (article 311) R M S load of one valve in % of rated current (Clause 311)	%		71		71		71	71		71	
	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%		175		200		225	225		300
		Durée Duration t_1^*	s		20		10		10	20		3
	Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%		70		80		50	50		10
		Durée Duration t_2^*	s		80		80		55	110		24
	Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s		100		90		65	130		27
	Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s		200		180		130	260		54
CONVERTISSEUR DOUBLE CHARGE ASYMÉTRIQUE DOUBLE CONVERTOR ASYMMETRICAL LOAD Connexion Connection  Diagrammes de charge Load diagrams 	Charge quadratique moyenne de la partie la plus chargée en % du courant nominal (article 311) R M S load of the heavier loaded part in % of rated current (Clause 311)	%	100		100		100			100		100
	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%	150		175		200			250	300
		Durée Duration t_1^*	s	5		60		10			10	3
	Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%	80		80		80			80	10
		Durée Duration t_2^*	s	17		340		80			150	24
	Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s	0		0		0			0	0
	Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s	22		400		90			160	27

* Pour la signification de t_1 , t_2 , t_3 et T voir les figures 18, 19 et 20, page 31a

* For meaning of t_1 , t_2 , t_3 and T see Figures 18, 19 and 20, page 31a

353 Possibilités de charge du convertisseur

Le convertisseur doit être capable de supporter en permanence

- a) 100 % du courant nominal,
- b) les courants périodiques répétitifs spécifiés pour la classe de charge correspondante,
- c) les courants périodiques répétitifs de plus faible amplitude qu'en b), pour lesquels la durée de la pointe est plus longue que la valeur spécifiée de t_1 , pour autant que la valeur quadratique moyenne du courant pendant la durée du cycle ($t_1 + t_2 + t_3$) (tel que figuré dans les diagrammes des figures 18, 19 et 20, page 30a) ne dépasse pas 100 % du courant nominal du convertisseur

354 Protection contre les surintensités

Naturellement, en cas de défaut, l'équipement de conversion doit être capable de supporter, sans dommage et jusqu'au déclenchement de la protection, des surintensités transitoires supérieures à celles du tableau II, page 26

355 Angle de retard

Sauf convention contraire (article 450), les courants des cycles de charges indiqués au tableau II, page 26, pour un régime nominal donné doivent pouvoir être supportés quelle que soit la valeur de l'angle de retard (voir Publication 84 de la CIE, article 242)

356 Température des soupapes

Avant la mise en charge, les soupapes du convertisseur doivent être portées à la température spécifiée par le constructeur. Pendant le fonctionnement, on devra maintenir la température dans les limites indiquées par le constructeur. Si un équipement de régulation de température est nécessaire (tel que des réchauffeurs) pour maintenir la température des soupapes entre des limites spécifiées, il devra faire partie de la fourniture des convertisseurs

360 Essais de type et essais individuels à effectuer

361 Conditions générales

- 361-1 A moins que la soupape et ses auxiliaires ne soient d'une construction ayant déjà fait l'objet d'un essai de type, celui-ci sera réalisé comme prescrit dans les articles 361 à 363
- 361-2 Les essais de type doivent être conformes aux prescriptions techniques des articles 180, 253 et 254 de la Publication 84 de la CIE, sauf autres indications prescrites dans les présentes recommandations
- 361-3 Il appartient au constructeur de prouver que la soupape peut fonctionner correctement à des courant continus aussi élevés que ceux spécifiés et à la température ambiante spécifiée la plus basse, avec chauffage, s'il est prévu et sans chauffage, s'il n'est pas prévu
- 361-4 Les essais de type des soupapes ou des jeux de soupapes seront exécutés en appliquant aux grilles des tensions et des courants de formes et d'amplitudes conformes à celles prévues à la commande

TABLEAU III — ESSAIS

TABLE III — TEST

Cycles de charge pour les essais de type de soupapes prévues pour convertisseurs réversibles
Load cycles for type tests of valves of reversible converters

Classe de charge Rating class		No	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
CONVERTISSEUR SIMPLE SINGLE CONVERTOR		Charge quadratique moyenne de la soupape en % du courant nominal (article 311) R M S valve load in % of rated current (Clause 311)		%	100	100	100	100		100	100		100	
Connexion Connection	Diagrammes de charge Load diagrams	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%	150	175	175	200		225	225		300	
			Durée Duration t_1^*	s	5	20	60	10		10	20		3	
		Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%	80	70	80	80		50	50		10	
			Durée Duration t_2^*	s	17	80	340	80		55	110		24	
		Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s	0	0	0	0		0	0		0	
		Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s	22	100	400	90		65	130		27	
CONVERTISSEUR DOUBLE CHARGE SYMÉTRIQUE DOUBLE CONVERTOR SYMMETRICAL LOAD		Charge quadratique moyenne d'une soupape en % du courant nominal (article 311) R M S load of one valve in % of rated current (Clause 311)		%		71		71		71	71		71	
Connexion Connection	Diagrammes de charge Load diagrams	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%		175		200		225	225		300	
			Durée Duration t_1^*	s		20		10		10	20		3	
		Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%		70		80		50	50		10	
			Durée Duration t_2^*	s		80		80		55	110		24	
		Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s		100		90		65	130		27	
		Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s		200		180		130	260		54	
CONVERTISSEUR DOUBLE CHARGE ASYMÉTRIQUE DOUBLE CONVERTOR ASYMMETRICAL LOAD		Charge quadratique moyenne de la partie la plus chargée en % du courant nominal (article 311) R M S load of the heavier loaded part in % of rated current (Clause 311)		%	100		100		100			100		100
Connexion Connection	Diagrammes de charge Load diagrams	Charge de crête Peak load	En % du courant nominal In % of rated current	%	150		175		200			250		3
			Durée Duration t_1^*	s	5		60		10			10		
		Charge de base Basic load	En % du courant nominal In % of rated current	%	80		80		80			80		
			Durée Duration t_2^*	s	17		340		80			150		
		Marche à vide No load	Durée Duration t_3^*	s	0		0		0			0		
		Cycle total Total cycle	Durée Duration T^*	s	22		400		90			160		

* Pour la signification de t_1 , t_2 , t_3 et T voir les figures 18, 19 et 20, page 31a* For meaning of t_1 , t_2 , t_3 and T see Figures 18, 19 and 20, page

TABLE I

Applications for reversible converters	Recommended rating classes (see Table II)	Kind of load
Reversing hot mill drives	16	s
Reversing cold mill main drives	14 15	s a
Reversing cold mill coiler drives	15	a
Temper mill main drives	18	a
Temper mill coiler drives	15	a
Tandem mill main and coiler drives	14 15	s a
Hot strip finishing mill drives	13	a
Reversing drives for mill auxiliaries	19 20	s a
Hoist drives	12 17	s s
Planers and similar drives, miscellaneous	12, 14, 19 15, 20	s a
Super-calender and paper winder drives	13	a
Field excitation for d c motors and generators	11	a
Field excitation for d c motors with field reversal	11	a
Field excitation of large synchronous machines	To be agreed between purchaser and manufacturer	

s = symmetrical load
a = asymmetrical load