
Ministry of Higher Education and Scientific Research

Badji Mokhtar Annaba University

Faculty of Technology

Department of Electrical Engineering



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة باجي مختار - عنابة .

كلية التكنولوجيا

قسم الكهروتقني

Département : Electrotechnique

Polycopié pédagogique

Dossier numéro :

Titre

Commande électrique des mécanismes industriels

Cours destiné aux étudiants de

Master 2, Commande Electrique

Année : 2024-2025

Sommaire

Introduction Générale

Chapitre 1 : Critères de Choix d'un Moteur Électrique

• I.1. Choix d'un moteur asynchrone	2
• 2. Déterminer la caractéristique mécanique de la charge	3
• 3. Effectuer un premier choix de moteur	3
• 4. Calculer les couples accélérateurs nécessaires	3
• 5. Déterminer les conditions de démarrage	3
• 6. Prise en compte de la température et/ou de l'altitude	4
• 7. Prendre en compte un déséquilibre de tension	4
• 8. Choisir l'indice de protection du moteur	4
• 9. Mode de fixation et accouplement mécanique	4
• 10. Protection thermique	5
• 11. Relèvement du facteur de puissance	5
• 12. Puissances et couples relatifs aux métiers	6
• 13. Identification des couples résistants	7
• 14. Relations mécaniques des systèmes d'entraînements	10
• II. 1 Choix d'un moteur à courant continu	13
• 2. Calculer le(s) couple(s) accélérateurs nécessaire(s) à la charge	14
• 3. Déterminer la caractéristique mécanique de la charge	14
• 4. Prendre en compte la température et/ou l'altitude	14
• 5. Déterminer la tension maximale d'induit	14
• 6. Mode de fixation, position de fonctionnement et accouplement mécanique	15

Chapitre 2 : Commande Électrique et Automatisation des Pompes, Ventilateurs et Compresseurs

• II.1. La puissance d'une pompe : définition et méthodes de calcul	16
• 2. Facteurs affectant la puissance d'une pompe	16
• 3. Le rendement d'une pompe	17
• 4. Courbe caractéristique d'une pompe centrifuge	19
• 5. Le débit d'une pompe	20
• 6. Recommandation sur le choix de la commande électrique des pompes	22
• II. 2 Commande Électrique et automatisation des ventilateurs	24
• II.3 Recommandation sur le Choix de la Commande Électrique des Compresseurs	27

Chapitre 3 : Alimentation et Automatisation des Ascenseurs

- 1. Introduction (p. 28)
- 2. Ascenseur hydraulique 29
- 3. Ascenseur électrique 29
- 4. Schéma d'un ascenseur 30
- 5. Systèmes de contrôle et capteurs pour l'automatisation 34

Chapitre 4 : Automatisation des Ponts Roulants

- 1. Introduction 36
- 2. Principes généraux 37
- 3. Types et usage des ponts roulants 38
- 4. Systèmes de commande électriques des ponts roulants 39

Chapitre 5 : Alimentation et Automatisation des Mécanismes de Transport Continu

- 1. Introduction 42
- 2. Choisir le bon moteur pour votre convoyeur 43
- 3. Applications où les petits moteurs conviennent 45
- 4. Moteurs de convoyeur monophasés ou triphasés 46
- 5. Choisir entre monophasé et triphasé 48

Chapitre 6 : Mini-Projets

- Études de cas pratiques 52

Conclusion Générale

Bibliographie

Introduction Générale

Le domaine de la commande électrique est essentiel dans l'industrie moderne, où l'efficacité et la précision des systèmes mécaniques sont primordiales. Le contenu de ce polycopié pédagogique prépare l'étudiant à une meilleure intégration dans l'industrie par la présentation des différents mécanismes industriels ainsi que les techniques de commandes appropriées et de l'automatisation des systèmes.

Nous débutons avec les critères de choix d'un moteur électrique adapté à un environnement industriel, en abordant les divers types de moteurs et leur utilisation spécifique. La sélection d'un moteur ne se limite pas à ses caractéristiques techniques, mais prend également en compte la puissance et le régime de fonctionnement, des éléments cruciaux pour garantir un fonctionnement optimal.

Les chapitres suivants se penchent sur des systèmes électriques variés, tels que les pompes, les ventilateurs, et les compresseurs, en exposant les principes généraux et les recommandations pour leur automatisation. Nous étudions également les ascenseurs et les, où la précision et la fiabilité des systèmes de levage sont mises en avant.

La commande des ponts roulants est également traité, en examinant les exigences mécaniques et électriques qui garantissent leur bon fonctionnement. Enfin, nous abordons un mécanisme de transport continu, essentiel dans le déplacement des marchandises, en analysant les choix de commande.

Ainsi, ce polycopié pédagogique offre aux étudiants une vue d'ensemble complète des défis techniques rencontrés dans le secteur industriel, tout en leur fournissant les outils nécessaires pour concevoir et mettre en œuvre des systèmes de commande adaptés aux besoins spécifiques de chaque application.

I.1 Choix d'un moteur asynchrone

Le choix d'un moteur asynchrone seul doit permettre l'entraînement de la machine accouplée avec les performances imposées par le cahier des charges à savoir :

- Le nombre de quadrants de fonctionnement
- Le couple sur toute la plage de vitesse : caractéristique $C_r = f(\Omega)$
- La vitesse désirée
- L'accélération et la décélération souhaitées et le respect des normes pour le réseau d'alimentation énergétique :
- La puissance de démarrage disponible
- La consommation d'énergie réactive
- Le taux d'harmoniques imposé au réseau
- La compatibilité électromagnétique

1- Désignation :

La désignation complète d'un moteur reprend les paramètres suivants :

- Caractéristique mécanique : puissance, vitesse
- Caractéristique électrique : tension, fréquence, nombre de phases
- Forme de construction : suivant type de fixation
- Spécification particulière : forme de l'arbre, température, altitude
- Type de construction : suivant l'indice de protection

Exemple : Moteur réf. **4P LS 180 MT 18,5kW IM1001 400V 50 Hz IP55 :**

4P 1500 min ⁻¹	LS	180	MT	18,5 kW	IM 1001 (IM B3)	400 VΔ	50 Hz	IP 55
Polarité vitesse	Type moteur	Hauteur d'axe CEI 60072-1	Désignation du carter et indice constructeur	Puissance nominale	Position de montage CEI 60034-7	Tension réseau	Fréquence réseau	Protection CEI 60034-5

La Caractéristique couple/ vitesse de la machine entraînée doit être connue, tout comme la vitesse désirée.

2- Déterminer la caractéristique mécanique de la charge :

- N_2 : Vitesse nominale de la charge
- N_1 : Vitesse nominale de l'arbre moteur avant réducteur de vitesse éventuel
- En déduire le nombre de paires de pôles
- Cr_2 : Couple résistant de la charge
- Cr_1 : Couple résistant de la charge ramené sur l'arbre moteur avant réducteur de vitesse éventuel
- Type de couple : linéaire, parabolique, hyperbolique ?
- Pr : Puissance requise par la charge
- S_x : Service type : S1, S3, S4, ...

3- Effectuer un premier choix de moteur pour le régime établi

Selon les caractéristiques mécaniques d'entraînement :

- Vitesse N définissant le nombre de paires de pôles
- Puissance utile $P_u > P_r$
- Couple d'entraînement $C_e > C_r$

En régime établi (pas d'accélération), le couple moteur s'adapte (est égal) au couple résistant.

4- Calculer les couples accélérateurs nécessaires :

Pour les démarrages, pour les freinages ... si l'on désire une accélération plus grande que l'accélération naturelle et/ou un freinage.

*Les accélérations et décélérations souhaitées doivent être connues.
L'inertie de la machine entraînée doit être connue et celle du moteur doit être estimée.*

En déduire les couples d'entraînement moteurs nécessaires,

Le moteur devra pouvoir fournir le couple d'entraînement de la charge (C_r) + le couple nécessaire pour créer le mouvement (C_{acc}).

5- Déterminer les conditions de démarrage :

- Retrouver le couple de démarrage C_d selon la documentation du moteur.

Différentes méthodes permettent d'approcher le calcul du temps de démarrage d'un ensemble moteur + charge, calculatoires, ou graphiques.

- Calculer le couple accélérateur disponible $C_{acc_{dem}}$
- Déterminer par calcul ou par abaque le temps de démarrage T_d

6- Prise en compte de la température et/ou de l'altitude

Rappel : les documentations de constructeurs sont fournies pour une utilisation du moteur :

- A température ambiante comprise entre + 5 et + 40 °C,
- A une altitude inférieure à 1000 m,

Il faudra donc choisir adapter la puissance du moteur selon les conditions réelles d'utilisation.

Prendre en compte le mode de refroidissement

Rappel : les documentations constructeurs sont fournies pour :

- Mode de refroidissement IC 411 (ou IC 41) = refroidi par la surface du moteur, auto-ventilé (ventilateur en bout d'arbre).

7- Prendre en compte un déséquilibre de tension

Le calcul du déséquilibre se fait en considérant l'écart entre la tension la plus élevée et la tension la plus faible. Lorsque ce déséquilibre est connu ou prévisible il est conseillé d'appliquer un facteur de déclassement;

- Effectuer le choix final du moteur selon ses caractéristiques électriques et ses conditions d'utilisation.

8- Choisir l'indice de protection du moteur

En fonction des conditions d'environnement.

Les constructeurs proposent en réalisation standard leurs machines avec des protections de type IP55X. Des réalisations en IP 23X sont aussi aux catalogues des constructeurs ce qui permet une économie d'environ 15% à 20% sur certains moteurs.

9- Mode de fixation, position de fonctionnement et accouplement mécanique

Le moteur doit pouvoir être fixé et accouplé à la machine à entraîner. Il sera donc nécessaire de préciser le mode de fixation (pattes, bride ou pattes et bride), la position de

fonctionnement, l'emplacement de la ventilation, l'emplacement de la boîte à bornes et le type d'accouplement avec la charge (afin d'évaluer les efforts sur les roulements et de pouvoir les choisir en conséquence).

Des options sont disponibles : filtre de ventilation, dynamo tachymétrique, frein mécanique ...

10- Protection thermique

La protection des moteurs est assurée par un disjoncteur magnétothermique, placé entre le sectionneur et le moteur. Ces équipements de protection assurent une protection globale indirecte des moteurs contre les surcharges à variation lente.

Si l'on veut diminuer le temps de réaction, si l'on veut détecter une surcharge instantanée, si l'on veut suivre l'évolution de la température aux "points chauds" du moteur ou à des points caractéristiques pour la maintenance de l'installation, il est conseillé d'installer des sondes de protection thermique placées aux points sensibles.

- Bilame à chauffage indirect avec contact et relais associé
- Résistance variable R à chauffage indirect avec électronique associée
- Thermocouple type T ou K à chauffage indirect avec électronique associée

11- Relèvement du facteur de puissance

Dans le but d'améliorer les conditions de transport des courants dans les lignes d'alimentation, les distributeurs d'énergie demandent à leurs clients d'avoir des charges dont le facteur de puissance soit le plus proche possible de 1, et tout du moins supérieur à 0,93. On sait que pour la création du champ magnétique, les moteurs asynchrones absorbent de la puissance réactive (Q) et introduisent donc une dégradation du facteur de puissance. Il faudra donc compenser la chute réactive généralement (lignes et moteurs asynchrones) par une compensation réactive capacitive.

12- Puissances et couples relatifs aux métiers et aux systèmes d'entraînements

Le choix d'un moteur asynchrone seul doit permettre l'entraînement de la machine accouplée avec les performances imposées par le cahier des charges à savoir :

- Le nombre de quadrants de fonctionnement,
- La puissance nominale pour le système à entraîner,
- Le couple sur toute la plage de vitesse : caractéristique $C_r = f(\Omega)$,
- La vitesse désirée,
- L'accélération et la décélération souhaitées.

13-1 Régimes de fonctionnement

Principe fondamental de la dynamique :

$$C_m - C_{r \rightarrow 1} = J_T \cdot \frac{d\Omega}{dt} \text{ avec } J_T = J_1 + J_{2 \rightarrow 1}; J_{2 \rightarrow 1} = \text{inertie de la charge ramenée sur l'arbre moteur}$$

13-1-1 Régime établi

Les différents métiers se voient attribuer un calcul de puissance dédié : levage, pompage, ...

Connaissant la vitesse de rotation du moteur, on peut en déduire le couple résistant pour lequel $C_r = C_m$ du régime permanent, avec $P = C \cdot \Omega$

$$\text{Pas d'accélération : } \frac{d\Omega}{dt} = 0 \Rightarrow C_m = C_r$$

13-1-2 Accélération

$$\text{Couple moteur nécessaire pour atteindre une vitesse de fonctionnement : } C_m = J_T \cdot \frac{d\Omega}{dt} + C_{r \rightarrow 1}$$

13-2 Calcul de la puissance nécessaireselon le métier**13-2-1 Déplacementlinéaire, convoyage** $P = F \cdot v$

avec : F : force à appliquer pour maintenir la vitesse de déplacement souhaité,

v : vitesse de déplacement souhaitée du mobile

13-2-2 Levage
$$P = \frac{m \times g \times V}{\eta}$$

avec : m : masse à lever (kg) ; g = 9,81 m / s², V : vitesse de déplacement de l'objet (m/s) ;
 η : rendement du treuil

13-2-3 Pompage
$$P = \frac{q \times g \times h}{\eta}$$

avec : q : débit (l/s) ; g = 9,81 m.s⁻² h : hauteur manométrique (m) ; η : rendement de la pompe

→ Hauteur manométrique :

$$HMT = HGA + HGR + Pr + Pa + P$$

HGA = Hauteur entre le niveau d'eau et l'axe de la pompe

HGR = Hauteur entre l'axe de la pompe et le point le plus haut

Pa = Perte dans la tuyauterie d'aspiration

Pr = Perte dans la tuyauterie de refoulement

P = Pression désirée au point le plus haut : 10 m pour avoir 1 bar

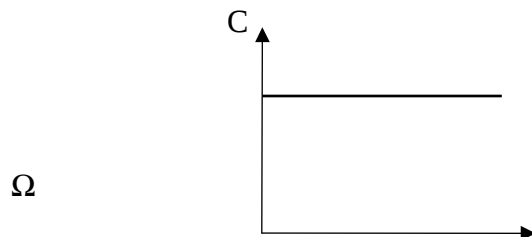
13-3 Identification des couples résistants

Les charges à entraîner peuvent être classifiées suivant 4 catégories génériques suivantes :

Couples constants : $C = K1$

Applications typiques :

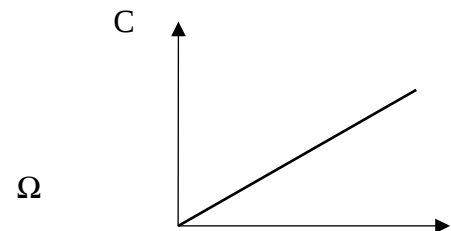
Levage



Couples linéaires : $C = K2 \times \Omega$

Applications typiques :

Traction

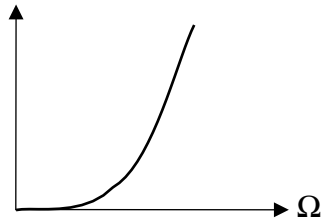


Couples paraboliques : $C = K3 \times \Omega^2$

Applications typiques :

ventilateurs à pales

C

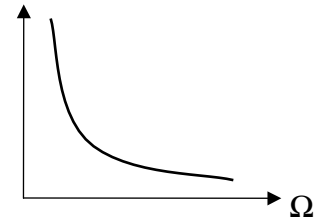


Couples hyperboliques : $C = K4 / \Omega$

Applications typiques :

compresseurs à piston, concasseurs

C



Ces courbes type permettent de donner la forme générale de la caractéristique de la charge étudiée, mais dans la réalité, les applications sont souvent une combinaison de deux ou trois de ces charges types.

13-4 Relations mécaniques des systèmes d'entraînements

13-4-1 Autour d'un réducteur

Moteur Réducteur

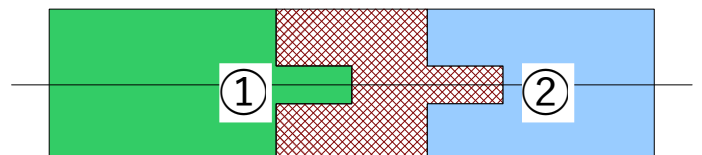
Charge

- Vitesse

Si le rapport de réduction est de $1/n$,

la vitesse de l'arbre moteur en ①

est de n fois la vitesse de la charge en ②.



- Puissance, Couple

Les puissances transmises à l'entrée et à la sortie du réducteur sont identiques, au rendement près :

$$P = C_1 \cdot \Omega_1 = C_2 \cdot \Omega_2$$

- **Énergie, moment d'inertie**

Les énergies cinétiques à l'entrée et à la sortie du réducteur sont identiques :

$$W = \frac{1}{2} \cdot J_1 \cdot \Omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot J_2 \cdot \Omega_2^2$$

J_2 = inertie de la charge en ② ; J_1 = inertie de la charge en ①.

vue côté moteur en ①.

13-4-2 Autour d'une poulie

- **Vitesses**

$$\Omega = \frac{V}{R}$$

- **Puissance, Couple**

$$C = F \cdot r$$

14- Exercices

1- Choix de moteur pour groupe hydraulique

La machine à entraîner requiert une puissance de 10 kW à 3000 tr/min

- La machine fonctionne 10 h par jour et subit 2 démarrages dans la journée
- La machine est raccordée au réseau triphasé 230/400 V 50 Hz
- Les conditions d'utilisation sont considérées comme normales au regard de la norme CEI 34-1

- Le moteur devra être le moins encombrant possible.
- Choisir le moteur

Réponse

- Fonctionnement près de 3000 tr/min donc moteur 2 pôles
- 2 démarrages par jour pour 10 heures de fonctionnement. On considère que sur en moyenne 5 heures de fonctionnement par démarrage, le moteur atteint son équilibre thermique. Donc Service S1.
- Conditions standard de fonctionnement. Donc choix direct dans catalogue.
- P mini 10 kW : possibilité de LS132M à 11 kW et LS160MP à 11 kW.
- Hauteur d'axe minimum donc choix de 2PLS132M 11kW.

2- Choix de moteur

On dispose d'un moteur à cage 4P LS 100 L IM B3 230/400 50Hz IP55 :

$N = 1437$ tr/min ; $I_d / I_n = 6$; $C_d / C_n = 2,5$; $C_n = 20$ Nm ; $\eta = 0,77$; $\cos \varphi = 0,82$;

devant entraîner une charge :

masse = 10 Kg ; diamètre 40 cm ; $C_r = 15$ Nm

Le chronogramme d'utilisation de ce moteur est décrit ci-contre :

Le moment de giration MD^2 de l'ensemble est de $0,8$ kg.m².

On demande :

- Déterminer la classe de démarrage ;
- Déterminer le temps de démarrage ;

- Déterminer le facteur de démarrage : K_d ;
- Déterminer le facteur de marche : K .
- Effectuer un choix de moteur.

Réponse

Couple accélérateur : $C_{acc} = C_n \times (k + 2) / 3 - C_r = 20 \times (2,2 + 2) / 3 - 15 = 13 \text{ Nm}$

Temps de démarrage : $t_d = (MD^2 \times n) / (40 \times C_{acc}) = (0,8 \times 1420) / (40 \times 13) = 2,18 \text{ s}$

Facteur de démarrage : $K_d = n \times t_d / 36 = 12 \times 1,95 / 36 = 0,73\%$

Facteur de marche = $180 / 300 = 3 / 5 = 60\%$

Sur 4 pôles : $P / P_n = 0,8 \Rightarrow$ il faut un moteur de $3 / 0,8 = 3,75 \text{ kW} \rightarrow 4 \text{ kW} \rightarrow \text{LS 112 M}$

3- Choix de moteur de levage

- On donne :
- Masse à soulever : 100 kg
- Vitesse de montée : 0,4 m/s
- Diamètre poulie : 0,2 m
- η global: 65 %
- Réducteur : 25
- Service S3
- Moment de giration ramené sur l'arbre moteur MD^2 : 0,9 kg.m²

La partie opérative est située dans un entrepôt de stockage d'un magasin qui est alimenté par un réseau 230/400 V 50 Hz à Saintes.

Le moteur est fixé par les flasques au réducteur.

Calcul de puissance nécessaire au levage : avec : m : masse à lever (kg) ; $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ V : vitesse de déplacement de l'objet (m/s) ; η : rendement

- On demande :
- Calculer la puissance demandée par le système de levage ;
- Calculer la vitesse de rotation du moteur ;
- Effectuer un premier choix de moteur dans;

- Calculer le temps de démarrage du moteur ;
- Calculer les valeurs de facteurs de démarrage K_d et de facteur de marche.
- Calculer le facteur de déclasserement P / P_n
- Vérifier que le moteur choisi convient effectivement dans son mode de marche.

Réponse

Puissance nominale : $P = m \times g \times V / \eta = 100 \times 9,81 \times 0,4 / 0,65 = 604 \text{ W}$

Vitesse de rotation : $V = \omega \cdot R \rightarrow \omega = V / R = 0,4 / 0,1 = 4 \text{ rad/s} \Rightarrow 4 \times 60 / 2 \pi = 38,2 \text{ tr/min}$

Avant réducteur : $N = 38,2 \times 25 = 955 \text{ tr / min} \rightarrow$ moteur 6 pôles

Couple résistant : $P = C \cdot \omega \rightarrow C = 604 / (4 \times 25) = 6,04 \text{ Nm}$

Si LS 90 S de 750 W : $C_d / C_n = 2,4$, $C_n = 7,7 \text{ Nm} > 6 \text{ Nm}$

Couple accélérateur : $C_{acc} = 7,7 \times (2,4 + 2) / 3 - 6,04 = 5,25 \text{ Nm}$

Classe de démarrage : $n = 3600 / 250 = 14,4$

Temps de démarrage : $T_d = 3600 / 250 = (0,9 \times 955) / (40 \times 5,25) = 4,1 \text{ s}$

Facteur de démarrage : $K_d = n \times t_d / 36 = 14,4 \times 4,1 / 36 = 1,64 \%$

Facteur de marche : 60%

$P / P_n = 0,75$

Vérification : $900 \times 0,75 = 675 \text{ W} \Rightarrow \text{OK}$

II.2 Choix d'un moteur à courant continu

Le choix d'un moteur à courant continu doit permettre l'entraînement de la machine accouplée avec les performances imposées par le cahier des charges à savoir :

- Le nombre de quadrants de fonctionnement,
- Le couple sur toute la plage de vitesse : caractéristique $C_r = f(\Omega)$,
- La vitesse maximum,
- La vitesse minimum,
- L'accélération et la décélération maximum,
- La qualité, la précision et la dynamique du couple et de la vitesse.

Et le respect des normes pour le réseau d'alimentation énergétique :

- La consommation d'énergie réactive,
- Le taux d'harmoniques imposé au réseau,
- La compatibilité électromagnétique.

1- Désignation :

La désignation complète d'un moteur reprend les paramètres suivants :

LSK	1604	L 10	460 V	2330 min⁻¹	113 kW	IM 1001	210 V	IC 06	IP 23S
Type moteur	Hauteur d'axe Polarité	Désignation stator Indice constructeur	Tension d'induit	Vitesse nominale	Puissance nominale	Norme de construction	Tension d'excitation	Indice de refroidissement	Indice de protection

2- Déterminer la caractéristique mécanique de la charge :

- N_2 : Vitesse nominale de la charge
- N_1 : Vitesse nominale de l'arbre moteur avant réducteur de vitesse éventuel
- C_{r2} : Couple résistant nominal de la charge
- C_{r1} : Couple résistant sur l'arbre moteur avant réducteur de vitesse éventuel
- Tracer l'allure de $N = f(t)$ et $C = f(t)$. Quel est le type de couple : linéaire, parabolique, hyperbolique ?
- P_r : Puissance requise par la charge
- S_x : Service type : S1, S3, S4, ...

3- Calculer le(s) couple(s) accélérateurs nécessaire(s) à la charge :

- pour les démarrages, pour les freinages

... si l'on désire une accélération plus grande que l'accélération naturelle et/ou un freinage.

*Les accélérations et décélérations souhaitées doivent être connues.
L'inertie de la machine entraînée doit être connue et celle du moteur doit être estimée.*

Différentes méthodes permettent d'approcher le calcul du temps d'accélérations d'un ensemble moteur + charge, calculatoires, ou graphiques.

Le couple accélérateur nécessaire dépend :

des inerties des masses à déplacer (Inertie de la charge ramené sur l'arbre moteur et inertie du moteur lui-même)

ET des mouvements (variations de vitesse) que l'on leur appliquera.

4- Prendre en compte la température et/ou l'altitude

Rappel : les documentations constructeurs sont fournies pour une utilisation du moteur :

- A température ambiante comprise entre + 5 et + 40 °C,
- A une altitude inférieure à 1000 m,

Il faudra donc choisir adapter la puissance du moteur selon les conditions réelles d'utilisation.

5- Déterminer la tension maximale d'induit

Les maximums de tensions redressées moyennes d'induit en fonction du secteur, pour un redresseur commandé, sont les suivantes :

Secteur Monophasé		Secteur Triphasé	
Tension pour 50 Hz	Tension moyenne d'induit	Tension pour 50 Hz	Tension moyenne d'induit
220 V – 230 V	180 V – 190 V	220 V	250 V
240 V	200 V	240 V	270 V
380 V – 400 V	310 V – 320 V	380 V	440 V
415 V	340 V	400 V	460 V
		415 V	470 V
		440 V	500 V
		500 V	570 V
		660 V	750 V

Pour un hacheur elles dépendent de la tension du bus continu.

Sélectionner le moteur adapté en fonction de la puissance et de la vitesse

désirées grâce au diagramme de présentation de la gamme du constructeur et aux fiches de sélection de moteur.

Pour des conditions d'emploi différentes de la norme CEI 34-1, on aura appliqué le(s) coefficient(s) de correction de la puissance avant de prédéterminer notre moteur.

Choisir l'indice de protection du moteur

En fonction des conditions d'environnement.

Les constructeurs proposent en réalisation standard leurs machines avec des protections de type IP55X. Des réalisations en IP 23X sont aussi aux catalogues des constructeurs ce qui permet une économie d'environ 15% à 20% sur certains moteurs.

6- Mode de fixation, position de fonctionnement et accouplement mécanique.

Le moteur doit pouvoir être fixé et accouplé à la machine à entraîner. Il sera donc nécessaire de préciser le mode de fixation (pattes, bride ou pattes et bride), la position de fonctionnement, l'emplacement de la ventilation, l'emplacement de la boîte à bornes et le type d'accouplement avec la charge (afin d'évaluer les efforts sur les roulements et de pouvoir les choisir en conséquence). Des options sont disponibles : filtre de ventilation, dynamo tachymétrique, frein mécanique ...

Moteurs asynchrones

Définition des indices de protection (IP)

Indices de protection des enveloppes des matériels électriques
Selon norme CEI 34-5 - EN 60034-5 (IP) - EN 50102 (IK)

Les moteurs LS sont en configuration standard IP 55 / IK 08

1 ^{er} chiffre : protection contre les corps solides			2 ^e chiffre : protection contre les liquides			protection mécanique		
IP	Tests	Définition	IP	Tests	Définition	IK	Tests	Définition
0		Pas de protection	0		Pas de protection	00		Pas de protection
1		Protégé contre les corps solides supérieurs à 50 mm (exemple : contacts involontaires de la main)	1		Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau (condensation)	01		Energie de choc : 0.15 J
2		Protégé contre les corps solides supérieurs à 12 mm (exemple : doigt de la main)	2		Protégé contre les chutes de gouttes d'eau jusqu'à 15° de la verticale	02		Energie de choc : 0.20 J
3		Protégé contre les corps solides supérieurs à 2.5 mm (exemples : outils, fils)	3		Protégé contre l'eau en pluie jusqu'à 60° de la verticale	03		Energie de choc : 0.37 J
4		Protégé contre les corps solides supérieurs à 1 mm (exemples : outils fin, petits fils)	4		Protégé contre les projections d'eau de toutes directions	04		Energie de choc : 0.50 J
5		Protégé contre les poussières (pas de dépôt nuisible)	5		Protégé contre les jets d'eau de toutes directions à la lance	05		Energie de choc : 0.70 J
			6		Protégé contre les projections d'eau assimilables aux paquets de mer	06		Energie de choc : 1 J
			7		Protégé contre les effets de l'immersion entre 0.15 et 1 m	07		Energie de choc : 2 J
			8		Protégé contre les effets prolongés de l'immersion sous pression	08		Energie de choc : 5 J
						09		Energie de choc : 10 J
						10		Energie de choc : 20 J

Exemple :

Cas d'une machine IP 55

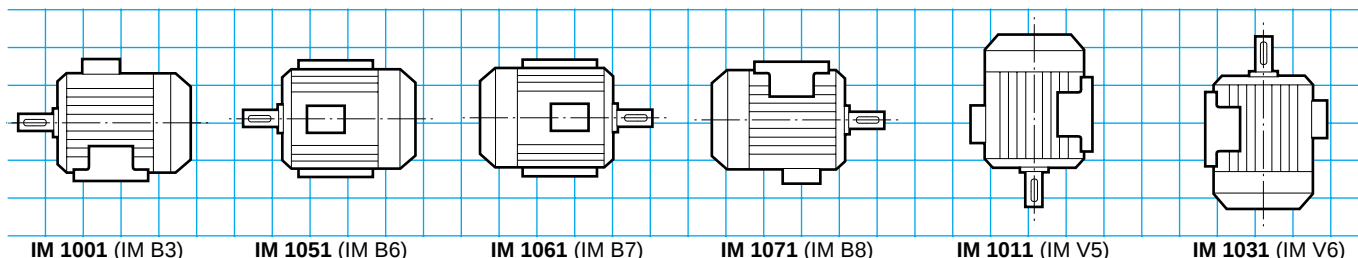
IP : Indice de protection

- 5** : Machine protégée contre la poussière et contre les contacts accidentels.
Sanction de l'essai : **pas d'entrée de poussière** en quantité nuisible, aucun contact direct avec des pièces en rotation. L'essai aura une durée de 2 heures (sanction de l'essai : pas d'entrée de talc pouvant nuire au bon fonctionnement de la machine).
- 5** : Machine protégée contre les projections d'eau dans toutes les directions provenant d'une lance de débit 12.5l/min sous 0.3 bar à une distance de 3 m de la machine. L'essai aura une durée de 3 minutes (sanction de l'essai : **pas d'effet nuisible de l'eau projetée sur la machine**).

Moteurs asynchrones triphasés fermés LS

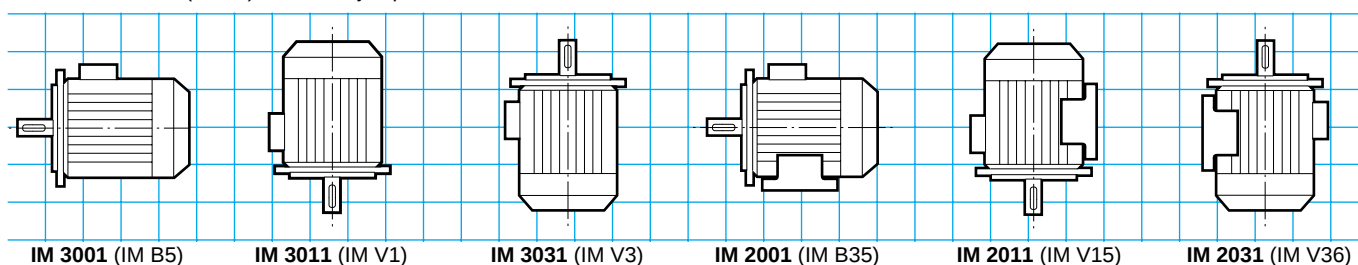
Positions de montage

Moteurs à pattes de fixation



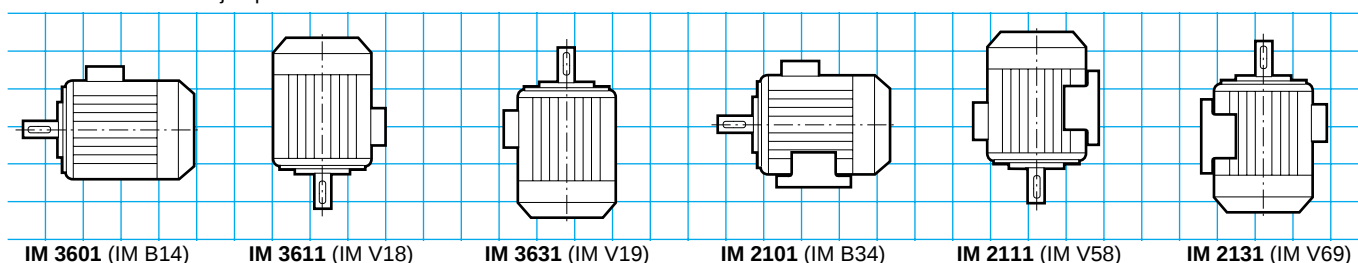
Moteurs à bride (FF) de fixation à trous lisses

- Position IM 3001 (IM B5) réalisable jusqu'au 225 de hauteur d'axe inclus

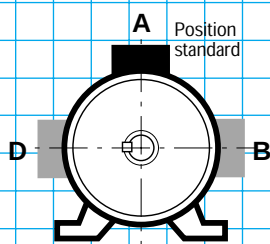


Moteurs à bride (FT) de fixation à trous taraudés

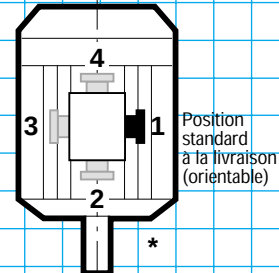
- Positions réalisables jusqu'au 132 de hauteur d'axe inclus



Positions de la boîte à bornes par rapport au bout d'arbre moteur



Positions du presse-étoupe par rapport au bout d'arbre moteur



* Position 2 peu recommandée et irréalisable sur moteur standard à bride à trous lisses (FF)

II. Commande Electrique et automatisation des pompes

1- La puissance d'une pompe: Définition et méthodes de calcul

La puissance d'une pompe, également appelée puissance absorbée, représente l'énergie communiquée au fluide pompé pour augmenter sa vitesse et sa pression. Toutes les pompes hydrauliques consomment de l'énergie afin de déplacer et d'augmenter la pression d'un fluide. La puissance requise par la pompe dépend d'un certain nombre de facteurs annexes à la pompe elle-même, notamment le rendement du moteur de la pompe et la pression. D'autres facteurs influant sur la puissance de la pompe sont la densité, la viscosité et les caractéristiques d'écoulement du fluide transporté.



2- Facteurs affectant la puissance d'une pompe

Les pompes ne sont pas en mesure de transférer toute l'énergie qu'elles reçoivent ; en raison de la friction, de la dissipation, des turbulences ; par conséquent, l'énergie absorbée dans l'unité de temps par le moteur, appelée puissance absorbée, sera supérieure à l'énergie effectivement acquise par le liquide. Le rapport entre la puissance délivrée et la puissance absorbée définit le rendement de la pompe. Le rendement total d'une pompe tient compte des pertes de pression internes de la machine. Ces pertes sont de trois types, à savoir:

- HYDRAULIQUE
- VOLUMÉTRIQUE
- MÉCANIQUE

2.1 Pertes de puissance hydraulique :

Les pertes hydrauliques sont dues à la diminution de l'énergie due aux chocs et aux frottements du liquide en mouvement à l'intérieur de la pompe.

2.2 Pertes de puissance volumétrique :

Les pertes volumétriques sont dues au débit de liquide qui, bien que « travaillé » par la pompe, n'est pas acheminé dans le tuyau de refoulement, FUEL FLOW, en raison de l'effet :

- Du jeu entre les parties mobiles et fixes
- Le retard dans la fermeture des valves
- L'étanchéité des joints
- La présence de gaz et de vapeurs qui sont libérés à l'entrée en raison de la dépression à l'aspiration et/ou de la température pour les liquides chauds.

2.3 Pertes de puissance mécanique:

Les pertes mécaniques sont dues au frottement et à la résistance mécanique en général et principalement aux roulements à billes.

3- Le rendement d'une pompe

Le rendement d'une pompe peut être défini comme le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée. Plus précisément, le rendement est la capacité de la pompe à transformer l'énergie mécanique en énergie hydraulique (efficacité) ; il représente le rapport entre la puissance fournie au fluide pompé (puissance hydraulique) et la puissance du moteur, ce dernier devant avoir une puissance supérieure à celle que l'on veut appliquer au fluide, afin de compenser la dissipation. Le rendement d'une pompe hydraulique peut être calculé en fonction de la technologie de conception. Plus précisément, il est possible de calculer le rendement mécanique, électrique et volumétrique d'une pompe. Pour définir la puissance d'une pompe, il est nécessaire de prendre en considération certains paramètres.

3.1 Rendement mécanique

Cette valeur prend en considération les frottements entre les éléments mécaniques qui constituent la pompe.

$$\eta_m = \frac{P_{\text{disponible, arbre}}}{P_{\text{disponible}} + P_{\text{perte}}} < 1$$

Habituellement, les valeurs, assez hautes, sont comprises entre 0,88 et 0,96 : du reste, la réduction des frottements est un objectif clé pour la sauvegarde de la longévité et de la fiabilité de la pompe.

3.2 Rendement électrique

Cette valeur représente le rendement du moteur électrique, qui se trouve habituellement autour de 0,9.

3.3 Rendement volumétrique

Utilisé pour quantifier les fuites de volume de fluide dues aux jeux entre les turbines de la pompe et le corps.

Habituellement, il atteint des valeurs comprises entre 0,9 et 0,96.

Ces valeurs définies, le rendement total de la pompe sera donné par le produit des différents rendements:

$$\eta_t = \eta_{\text{méc}} * \eta_{\text{ele}} * \eta_{\text{vol}}$$

Passons au calcul de la puissance de la pompe.

En théorie, la puissance est définie comme le travail qu'une machine doit effectuer pour déplacer une masse de fluide dans une certaine unité de temps.

$$P = \frac{L}{t} = \frac{M \cdot g \cdot H_g}{t} = Q_M \cdot g \cdot H_g = \rho \cdot Q \cdot g \cdot H_g \quad (W)$$

L = travail (joule)

g = accélération de gravité (m/s^2)

ρ = densité du fluide (kg/dm^3)

t = temps (s)

H_g = pertes totales de l'installation (m)

M = masse (kg)

Q_m = débit volumétrique (m^3/s)

La puissance que l'on obtient est exprimée en watt (ou en kilowatt, où $1\text{ kW} = 1000\text{ W}$).

Si l'on tient compte des différentes pertes, il est nécessaire de diviser cette puissance pour le rendement total.

4- Courbe caractéristique d'une pompe centrifuge

La courbe caractéristique d'une pompe centrifuge est une représentation graphique de la capacité de la pompe à déplacer des fluides en fonction du niveau de pression existant pendant le fonctionnement de la pompe. Le graphique représente l'interaction des deux variables qui décrivent le comportement d'une pompe :

- **Hauteur manométrique d'une pompe** : définie comme la différence de pression entre la sortie et l'entrée de la pompe, exprimée en unités de hauteur (par exemple en mètres).
- **Débit** : la quantité de fluide qui s'écoule à travers une section dans un certain laps de temps.

La courbe est fondamentale pour la sélection et le dimensionnement d'une pompe car elle met en évidence les points d'efficacité maximale et fournit des informations sur la capacité réelle à répondre aux exigences du système d'application dans lequel elle doit être utilisée.

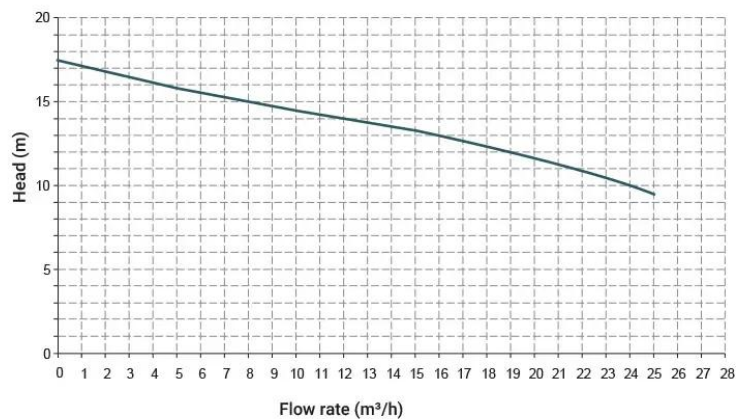
5- Le débit d'une pompe

Le débit d'une pompe centrifuge est la quantité de fluide que la pompe est capable de déplacer dans un intervalle de temps donné. En d'autres termes, il représente la quantité de fluide qui est pompée par la pompe dans une unité de temps, généralement exprimée en litres par

minute ou en mètres cubes par heure. Le débit dépend de la taille de la pompe, de la vitesse de rotation de l'arbre de la pompe et des caractéristiques du fluide pompé, telles que la densité et la viscosité. Le débit est l'une des spécifications techniques les plus importantes d'une pompe centrifuge, car il influence directement sa capacité à fournir le débit de liquide requis par le système dans lequel elle est installée.

6- Courbe caractéristique d'une pompe sur le plan cartésien

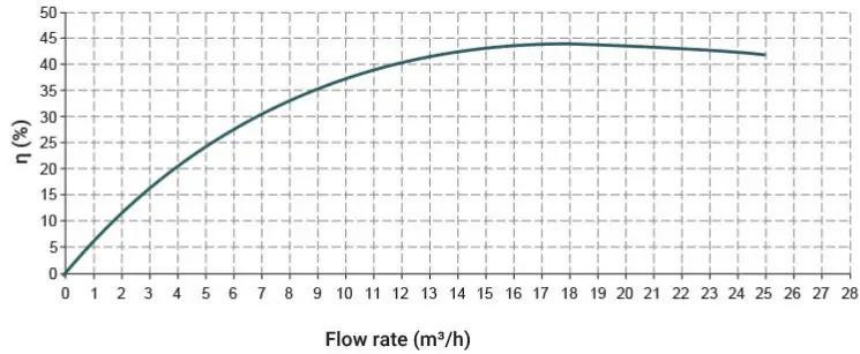
La représentation de la courbe caractéristique d'une pompe sur le plan cartésien montre le débit Q (Flow rate) sur l'axe des abscisses et la hauteur de charge H (Head) sur l'axe des ordonnées, comme le montre le graphique ci-dessous :



La courbe caractéristique représente la capacité d'une pompe à générer un débit de fluide (débit) en fonction de la hauteur de charge. Le lien entre le débit et la hauteur de charge, à vitesse constante, est typique de chaque pompe. Deux autres graphiques peuvent être utilisés pour compléter les informations nécessaires à l'analyse d'une pompe : la courbe de rendement et la courbe de consommation électrique.

7- La courbe de rendement d'une pompe

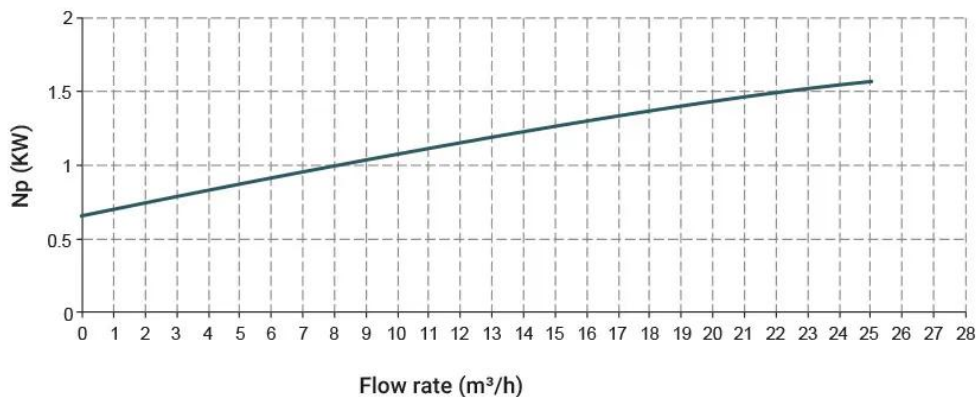
La courbe de rendement permet d'évaluer l'efficacité du fonctionnement d'une pompe. La courbe représente, en ordonnée, le rapport entre la puissance de la pompe et la puissance absorbée (définie par la variable $\eta = W_u/W$) par rapport au débit volumétrique représenté en abscisse par la variable Q (Flow rate). Un exemple de courbe de rendement est illustré dans le graphique ci-dessous:



La courbe de rendement a une forme de cloche : au point de rendement maximal, le fonctionnement de la pompe est optimal.

8- La courbe de consommation d'énergie d'une pompe

La courbe de puissance absorbée d'une pompe est un paramètre permettant d'évaluer l'efficacité d'une pompe. La courbe représente, sur l'axe des y, la puissance électrique absorbée caractérisée par la variable N_p en fonction du débit exprimé par la variable Q (Flow rate) sur l'axe des x. La puissance W est le produit de la puissance absorbée et de la puissance absorbée par le débit. La puissance W est le produit du débit Q par la hauteur de chute H et la densité d du fluide ($W=Q \cdot d \cdot H$). Un exemple de courbe de puissance absorbée est présenté dans le graphique ci-dessous :



La courbe de puissance absorbée a une tendance à la hausse : la puissance augmente avec le débit.

La courbe caractéristique d'une pompe centrifuge exprime clairement l'aptitude d'une pompe spécifique à être utilisée dans un système spécifique. La pompe centrifuge est un élément mécanique entraîné par un moteur électrique, et chaque courbe caractéristique de la pompe se réfère à une rotation précise du moteur, qui dépend, dans le cas des moteurs asynchrones courants, de la fréquence d'alimentation et du nombre de pôles du moteur lui-même (par exemple, 50 hertz, moteur à 2 pôles : 2900-3000 tr/min).

9- Recommandation générale pour le choix de la commande électrique des pompes

le choix de la commande électrique des pompes, y compris l'utilisation de contrôleurs automatiques, doit être basé sur une évaluation approfondie des besoins de votre application. Prenez en compte l'efficacité énergétique, la sécurité, et la facilité de maintenance pour garantir le bon fonctionnement de vos systèmes de pompage.

1. Évaluation des Besoins

Avant de choisir une commande électrique, il est crucial d'évaluer les besoins spécifiques de votre application.

- **Type de Pompe** : Identifiez le type de pompe que vous utilisez (centrifuge, volumétrique, etc.).
- **Débit et Pression** : Déterminez les exigences en matière de débit et de pression.
- **Conditions d'Utilisation** : Considérez l'environnement et les caractéristiques des fluides à pomper.

2. Types de Commandes Électriques

a. Démarreurs Directs :

- Utilisés pour des pompes de faible puissance.
- Simples et économiques.

b. Variateurs de Fréquence (VFD) :

- Offrent un contrôle précis du débit en ajustant la vitesse de la pompe.

c. Démarreurs Progressifs

- Idéaux pour des pompes de plus grande puissance.
- Permettent un démarrage en douceur.

3. Contrôleurs Automatiques de Pompe

Les contrôleurs automatiques de pompe sont des dispositifs qui régulent le fonctionnement des pompes de manière autonome et réduisent la nécessité d'une surveillance constante par les opérateurs :

Fonctionnalités Principales

- **Contrôle de Niveau** : Ces contrôleurs peuvent surveiller le niveau du liquide dans un réservoir et activer ou désactiver la pompe en conséquence.
- **Protection Contre la Marche à Sec** : Ils empêchent la pompe de fonctionner sans liquide, ce qui peut causer des dommages.
- **Régulation de Débit** : Certains contrôleurs permettent d'ajuster le débit de la pompe en fonction des besoins spécifiques.

4. Sécurité et Protection

- **Protection Contre les Surtensions** : Intégrez des dispositifs de protection pour éviter les dommages.
- **Arrêts d'Urgence** : Installez des systèmes d'arrêt d'urgence accessibles.

II.2 Commande Electrique et automatisation des ventilateurs et des compresseurs

1. Ventilateur Industriel

Le renouvellement d'air est obligatoire dans toutes les industries et nombreuses sont les normes qu'il faut respecter afin d'assurer aux opérateurs des usines les meilleures conditions de travail. La ventilation industrielle permet d'évacuer l'air intérieur pollué et d'y injecter de l'air « propre » extérieur. Ce procédé est essentiel pour la santé des travailleurs

2. Domaines d'application

Chaque site et usine nécessitent de nombreuses machines encombrantes, il est donc important de choisir le ventilateur industriel le plus adapté à votre spécialité. Les installations dites de ventilation générales requièrent des ventilateurs hélicoïdes de façade ou en gaine, des tourelles de toitures à éjection verticale ou horizontale.

- Installation d'aspiration à la source de polluants pour la protection des hommes et des environnements de production utilisent souvent des ventilateurs centrifuges en acier
- Les installations de compensation d'air utilisent des ventilateurs centrifuges, leur pression disponible est souvent plus faible que les ventilateurs d'extraction
- Les sorbonnes de laboratoire sont raccordés à des ventilateurs plastiques et des tourelles plastiques, avec une bonne résistance à la corrosion.
- Les solutions de transport pneumatique des déchets de production utilisent des ventilateurs à roues radiales, capables d'accepter des quantités de matières importantes, voir même des déchets de production. Certains ventilateurs peuvent être équipés de couteaux qui ont pour effet de réduire la taille des déchets aspirés.
- Certains ventilateurs hélicoïdes sont utilisés sur les sites de production pour souffler sur un process afin de le rafraîchir, d'abaisser la température en utilisant la température dynamique de l'air
- Ventilateurs portables permet d'amener de l'air neuf sur des chantiers, ou d'extraire des polluants, ils renouvèlent de l'air potentiellement contaminé ou de dégazer des cuves contenant des vapeurs ou des gaz

3. Comment choisir son ventilateur industriel ?

Les calculs de pertes de charges dans les réseaux, tenant compte des pertes de charges singulières, linéiques et liées à la matière donnent la pression que doit délivrer le ventilateur au débit désiré. Le couple débit / pression détermine la puissance électrique du moteur nécessaire à entraîner la roue, grâce à la formule suivante :

$$P \text{ (en W)} = [Q \text{ (en m}^3\text{/h)} \times DP \text{ (en Pa)}] / [\text{rendement du ventilateur (en \%)} \times 3\,600]$$

En fonction des contraintes d'implantation, il vous faut ensuite choisir parmi les différentes configurations possibles, les orientations des ventilateurs centrifuges, roue à droite ou à gauche, refoulement vertical, horizontal.

Les ventilateurs possèdent un couple de démarrage important, puisqu'il faut entraîner la roue ou la turbine depuis une phase statique jusqu'à sa vitesse nominale (1000, 1500, 3000 tr/min ou plus). De plus, les ventilateurs sont de plus en plus souvent proposés attaque directe. C'est-à-dire qu'il n'y a plus de courroies entre le moteur et la roue, ce qui a pour avantage de limiter les frottements, et au final, d'améliorer le rendement global des machines. Pour ces raisons, des variateurs de fréquence utilisés pour piloter les ventilateurs. Ces équipements électroniques permettent :

- d'ajuster la vitesse de rotation des ventilateurs en fonction d'un process, en optimisant la consommation d'énergie;
- d'accompagner le démarrage des ventilateurs sur une rampe pilotable, en limitant le pic d'intensité au démarrage
- de protéger thermiquement le moteur électrique

Lorsqu'un ventilateur axial est commandé par un convertisseur de fréquence, s'assurer que le ventilateur ne fonctionne pas dans des fréquences de résonance pendant une période prolongée. L'amplitude des vibrations doit être mesurée sur le moteur lui-même et non sur l'extérieur du boîtier. Les fréquences de résonance doivent être bloquées pour qu'elles soient rapidement traversées.

- A basse vitesse, c'est-à-dire à faible couple moteur, il faut noter que le moteur ne peut pas parvenir à un arrêt approximatif en raison du contre-courant. Risque de surchauffe du moteur. Dans le cas d'un démarrage étoile-triangle, il faut veiller à ce que la commutation n'ait pas lieu trop tôt pour éviter des surtensions de courant plus importantes. Les temps de démarrage sont en partie déterminés par le couple d'accélération, défini comme la différence entre le couple moteur et le couple de charge, en partie par le moment d'inertie du rotor. L'évolution des courbes de couple moteur varie considérablement d'un cas à l'autre, malgré des prescriptions restrictives.
- Pour les moteurs de la classe de rotor 16, le temps de démarrage est d'environ:

$$t = \frac{0,7 \cdot M \cdot D^2 \cdot n^2}{10^6 \cdot N} [sec]$$

Avec

- **t** : Temps, en secondes (sec)
- **M** : Masse du rotor, en kilogrammes (kg)
- **D** : Diamètre de rotor, en mètres (m)
- **n** : Vitesse de rotation, en tours par minute
- **N** : puissance du moteur en kW

4. Surtensions Electriques

D'importantes surtensions de courant peuvent se produire, notamment en cas d'inversion brusque du sens de rotation et également lorsque des ventilateurs axiaux tournent dans le sens inverse du flux d'air. Il peut en résulter des perturbations du réseau et une très grande usure des contacts. Les couples mécaniques très élevés peuvent également endommager les rotors et les moteurs.

5. Recommandation Générale pour le Choix de la Commande Électrique des Compresseurs

Le choix de la commande électrique des compresseurs doit être basé sur une évaluation approfondie des besoins spécifiques de votre application pour garantir le bon fonctionnement de vos systèmes de compression.

- **Type de Compresseur** : Identifiez le type de compresseur (alternatif, rotatif, à vis, etc.) et son application.
- **Débit et Pression** : Déterminez les exigences en matière de débit d'air ou de gaz
- **Conditions d'Utilisation** : Considérez les conditions environnementales, telles que la température, l'humidité et la nature des gaz à comprimer.

5.3 Choix Types de Commandes Électriques

Il existe plusieurs options pour la commande électrique des compresseurs :

- **Démarrateurs Directs** :
 - Utilisés pour des compresseurs de faible puissance.
 - Entraîner des pics de courant importants au démarrage.
- **Démarrateurs Progressifs** :
 - Idéaux pour des compresseurs de plus grande puissance.
 - Permettent un démarrage en douceur, réduisant les chocs mécaniques et prolongent la durée de vie des équipements.
- **Variateurs de Fréquence (VFD)** :
 - Offrent un contrôle précis de la vitesse du moteur, permettant d'ajuster le débit et la pression en fonction des besoins.
 - Réduisent la consommation d'énergie et minimisent le stress sur le compresseur.

La sécurité des opérateurs et des équipements doit être une priorité par l'intégration des dispositifs de protection pour éviter les dommages dus aux surtensions et aussi d'installer des systèmes d'arrêt d'urgence accessibles pour garantir la sécurité en cas d'incident.

1- Introduction

Les ascenseurs sont principalement des éléments de transport qui transportent des personnes ou d'autres charges. La différence avec les autres actifs de transport est que les ascenseurs sont stables dans une structure et fonctionnent verticalement. Les développements dans l'industrie des ascenseurs sont devenus un facteur clé dans les technologies de construction, les ascenseurs permettant aux nouveaux bâtiments de s'allonger autant que la physique le permet.

La vitesse des ascenseurs est passée de 0,6/0,7 km/h à 70 km/h au siècle dernier, ce qui a rendu possible la construction de gratte-ciel. Les ascenseurs ont facilité la vie non seulement des gens ordinaires, mais aussi des personnes en fauteuil roulant, handicapées, enceintes, âgées et même des bébés avec des poussettes. En termes simples, nous pouvons dire que les ascenseurs ont donné à leurs utilisateurs la liberté de mouvement.

2- Ascenseur hydraulique

L'ascenseur hydraulique comporte une cabine, une centrale hydraulique avec son distributeur, un ou plusieurs vérins, des flexibles hydrauliques, un réservoir d'huile, une pompe avec un moteur électrique et une armoire de commande.

Selon le modèle, le/les vérins de l'ascenseur hydraulique peuvent être enterrés ou pas. Cette technologie est cependant vieillissante et, bien que ces ascenseurs fonctionnent encore très bien, elle est de moins en moins installée dans les bâtiments modernes.

3- Ascenseur électrique

Un ascenseur électrique est composé d'une cabine qui se déplace grâce à un système de traction de câbles par poulies et d'un contrepoids. D'un côté des câbles se trouve la cabine, de l'autre le contrepoids. Le tout est alimenté par un moteur électrique, souvent situé dans la gaine pour gagner de l'espace.

Les différences entre ascenseurs hydrauliques et ascenseurs électriques :

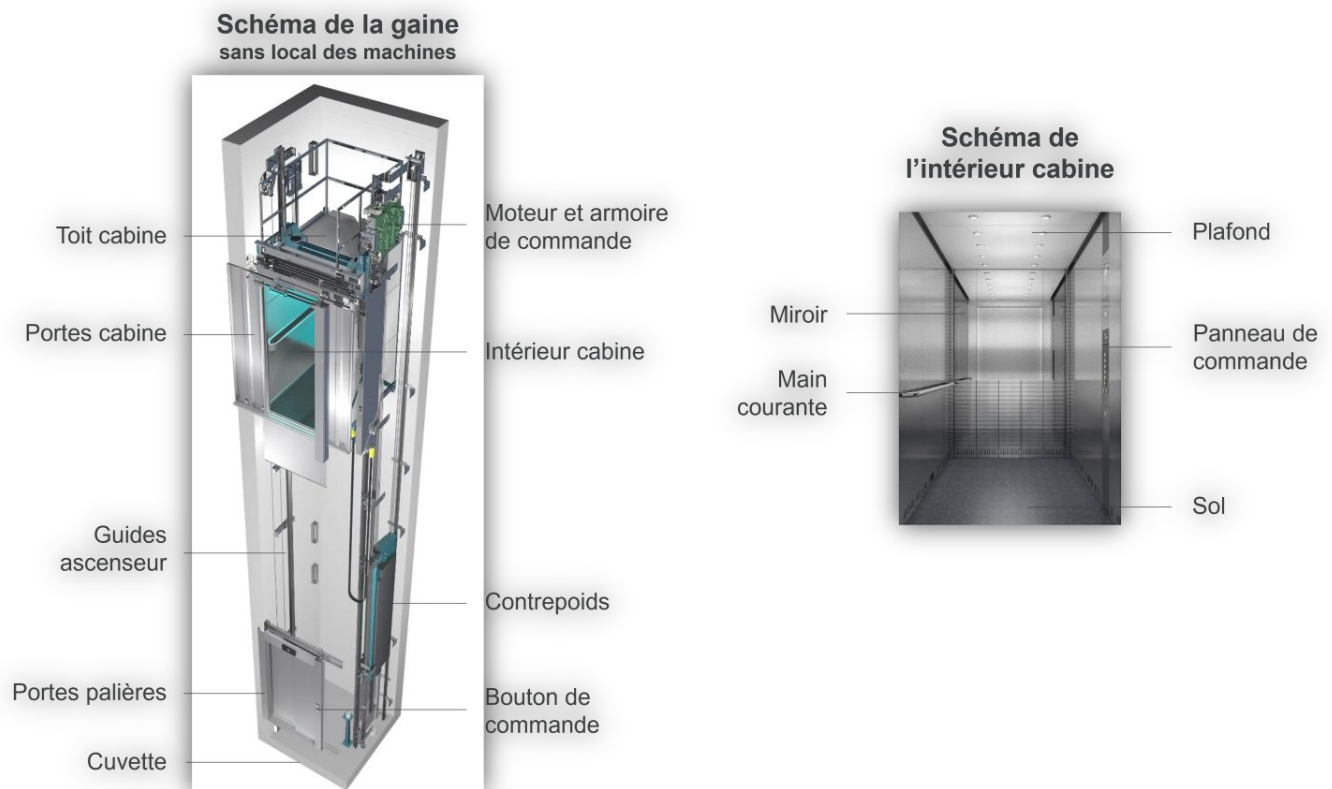
L'ascenseur hydraulique ne peut pas excéder une hauteur de 15 à 18 mètres, ce qui limite son utilisation aux immeubles de petite taille (moins de 10 mètres – 5 étages). Au-delà, l'ascenseur

Chapitre 3 : Alimentation et automatisation des ascenseurs et des extracteurs .

électrique est préconisé car il est plus puissant. Le contrepoids présent sur les ascenseurs électriques permet d'utiliser peu d'électricité, ce qui rend la consommation énergétique de ces modèles inférieure à celle des ascenseurs hydrauliques.

Enfin, le fonctionnement de la centrale hydraulique de l'ascenseur peut être entravé lorsque les températures sont élevées dans la gaine, idem en cas de température très basse, causant une interruption du service de plusieurs heures, ce qui n'est pas le cas des modèles électriques.

4- Schéma d'un ascenseur :



Une machine d'ascenseur fonctionne en utilisant une combinaison de composants mécaniques et électriques pour déplacer la cabine d'ascenseur entre les étages. Le principal mécanisme impliqué est le système de traction, composé des éléments clés suivants :

- **Panneau de commande** : Sur le panneau de commande figurent plusieurs boutons permettant de choisir l'étage, de retenir ou de refermer les portes ainsi qu'un bouton d'arrêt d'urgence.
- **Réas de traction**: Poulies rainurées qui guident les câbles de levage, qui à leur tour soulèvent et abaissent la cabine d'ascenseur. La poulie de traction est entraînée par un moteur électrique, généralement un moteur triphasé, qui fournit le couple nécessaire.
- **Cordes/Câbles de levage**: Câbles en acier fixés à la cabine d'ascenseur et au contrepoids. Lorsque le moteur fait tourner la poulie de traction, ces câbles soulèvent la voiture ou lui permettent de descendre.
- **contrepoids**: Un poids qui équilibre la cabine d'ascenseur et réduit la charge sur le moteur. Cela pèse généralement à peu près le même poids que la voiture plus 40 à 50 % de sa capacité de charge maximale, garantissant une utilisation efficace de l'énergie.
- **Moteur électrique et système d'entraînement**: Le moteur électrique entraîne la poulie de traction. Les systèmes modernes utilisent des entraînements à fréquence variable (VFD) pour contrôler efficacement la vitesse et la direction du moteur, améliorant ainsi les accélérations et décélérations en douceur. Il existe de nombreux types de moteurs d'ascenseurs, en fonction des besoins et des objectifs. Les moteurs hydrauliques, les moteurs à engrenages et les moteurs sans engrenages sont utilisés en fonction de leur domaine d'application. Les ascenseurs ont des tailles et des moteurs différents selon le type de bâtiment et le nombre de passagers ou de charges qu'il contient

Ascenseurs à traction sans engrenage

Dans les ascenseurs à traction sans engrenage, les vitesses peuvent être sélectionnées jusqu'à 2,54 mètres par seconde. De plus, les câbles d'accueil sont reliés au sommet de la cabine d'ascenseur et entourés autour de la poulie d'entraînement pour le mouvement. L'autre extrémité de la corde est reliée à un contrepoids pour assurer l'équilibre et la stabilité d'un système mécanique. Ce type d'ascenseur peut être utilisé pour les conceptions de bâtiments de grande hauteur.

Ascenseurs à traction à engrenages

Ce type d'ascenseur peut être préféré pour les bâtiments de faible à moyenne hauteur, la hauteur des bâtiments peut être augmentée jusqu'à 76 m. Dans cette application, une unité de réduction de type engrenage est entraînée avec le moteur électrique, qui fait tourner la poulie qui déplace les câbles. La vitesse de travail utilisée dans cette conception pour **les ascenseurs à traction à engrenages** est comprise entre 1,7 et 2,5 mètres par seconde.

La capacité de charge maximale est de près de 13600 kg. Les frais d'installation de ce type d'ascenseur sont inférieurs à ceux des ascenseurs à traction sans engrenage. Le système dispose d'un frein entre le moteur et le réducteur, ce frein a arrêté le mouvement de l'ascenseur.

- **Système de freinage:** Freins électromécaniques qui arrêtent la cabine d'ascenseur et la maintiennent en place lorsqu'elle atteint l'étage souhaité. Ces freins s'enclenchent lorsque l'alimentation est coupée, assurant ainsi la sécurité en cas de panne de courant.
- **Système de contrôle:** Cela comprend des microprocesseurs et des logiciels qui gèrent le mouvement de l'ascenseur, garantissant des arrêts précis à chaque étage, répondant aux entrées de l'utilisateur et intégrant des protocoles de sécurité.

Ensemble, ces composants garantissent le fonctionnement sûr, fluide et efficace des systèmes d'ascenseur, conformément aux normes et réglementations de sécurité rigoureuses.

5- Lire et comprendre l'ascenseur Diagrammes

Comprendre les schémas d'ascenseur implique une approche systématique pour déchiffrer l'interaction complexe des composants et des circuits. Tout d'abord, je localiserais la légende, qui déchiffre les symboles et les abréviations utilisés dans le diagramme, fournissant ainsi une clarté sur l'identité de chaque élément. Deuxièmement, je me concentrerais sur l'identification des principaux composants, notamment la cage, la cabine, la salle des machines et les systèmes de contrôle. Cela implique de reconnaître les éléments clés tels que le moteur, le système de freinage, la machine de traction et les dispositifs de sécurité tels que le régulateur de survitesse et les sécurités. Troisièmement, je tracerais les circuits électriques pour comprendre le flux de puissance et les signaux de contrôle, cruciaux pour résoudre tout problème électrique. En

combinant les informations issues des spécifications techniques et des étiquettes des fabricants, je peux faire correspondre avec précision le schéma aux composants réels, garantissant ainsi une maintenance et des remplacements corrects. Cette analyse méthodique garantit un fonctionnement sûr et efficace des systèmes d'ascenseur.

6- Systèmes de Contrôle et Capteurs pour l'Automatisation des Ascenseurs

6.1. Systèmes de Contrôle

6.1.1. Contrôleurs Programmables (PLC)

Les PLC sont des dispositifs robustes utilisés pour automatiser des processus. Ils peuvent être programmés pour gérer les commandes de vitesse, les arrêts et les départs, ainsi que pour réagir à des entrées provenant de capteurs. Les PLC peuvent communiquer avec d'autres systèmes grâce à des protocoles comme Modbus ou Ethernet/IP.

6.1.2. Contrôle à Vitesse Variable

- **Variateurs de Fréquence (VFD)** : Ces dispositifs régulent la vitesse du moteur de l'ascenseur en ajustant la fréquence de l'alimentation électrique. Cela permet non seulement de contrôler la vitesse, mais aussi de réduire la consommation d'énergie.
- **Modes de Fonctionnement** : Les VFD peuvent fonctionner en modes tels que le démarrage progressif, le freinage régénératif et le contrôle de couple.

6.1.3. Algorithmes de Contrôle

- **Logique Floue** : Utilisée pour prendre des décisions basées sur des règles empiriques, permettant une adaptation en temps réel aux conditions de fonctionnement.
- **Contrôle PID** : Un système de contrôle proportionnel-intégral-dérivé qui aide à ajuster la vitesse de l'ascenseur de manière fluide et stable.

6.2. Capteurs et Feedback

6.2.1. Capteurs de Position

- **Capteurs à Effet Hall** : Utilisés pour détecter la position des étages. Ils fournissent des informations précises sur la localisation de l'ascenseur.
- **Encodeurs** : Mesurent la position angulaire et la vitesse du moteur, permettant un contrôle précis de la vitesse.

6.2.2. Capteurs de Charge

- **Cellules de Charge** : Mesurent le poids dans la cabine pour éviter la surcharge. Ces capteurs peuvent ajuster la vitesse en fonction du poids détecté.
- **Capteurs de Pression** : Utilisés pour détecter la pression exercée sur les différentes surfaces de l'ascenseur, contribuant à la sécurité.

6.2.3. Capteurs de Vitesse

- **Capteurs de Vitesse Rotative** : Mesurent la vitesse de rotation du moteur pour assurer que l'ascenseur fonctionne à la vitesse souhaitée.
- **Accéléromètres** : Surveillent les changements de vitesse et peuvent aider à ajuster le fonctionnement de l'ascenseur en temps réel.

6.2.4. Systèmes de Feedback

- **Boucles de Retour** : Les systèmes de contrôle reçoivent constamment des données des capteurs pour ajuster les commandes. Cela permet une réponse rapide aux changements dans les conditions d'exploitation.
- **Interface Utilisateur** : Les systèmes modernes peuvent offrir des interfaces graphiques permettant aux opérateurs de surveiller et d'ajuster les paramètres en temps réel, améliorant ainsi la gestion des ascenseurs.

L'intégration efficace des systèmes de contrôle et des capteurs dans l'automatisation des ascenseurs permet d'améliorer non seulement la sécurité et l'efficacité, mais aussi l'expérience utilisateur

7- Frequents Questions

1- Comment fonctionnent les portes automatiques ?

Dans le milieu industriel, on trouve souvent des portes motorisées à pression maintenue ou à impulsion, tandis que dans les lieux recevant du public, les motorisations automatiques sont légion. Le fonctionnement de la porte automatique dépend de radars qui captent les mouvements en émettant des ondes. Dès que l'on s'approche de la porte, ces capteurs envoient un signal au moteur et elle s'ouvre. Dans le cas d'un accès contrôlé – comme dans les immeubles de bureaux, par exemple – la porte automatique (ou le portillon) ne s'ouvrira que lorsque la personne aura badgé avec succès. Par exemple, la norme sur les portes automatiques indique que la **zone de détection** doit être au minimum à 1 000 mm en avant des portes coulissantes et que, dans le cas des portes utilisées comme issues de secours, elle doit couvrir toute la largeur d'ouverture de la porte automatique.

2- Quels sont les principaux composants d'un système d'ascenseur ?

Les principaux composants comprennent, entre autres, l'unité de traction, les câbles, les cordes, les contrepoids, la salle de contrôle et les systèmes d'éclairage. Chaque pièce joue un rôle crucial dans l'opération de montée et de descente de l'ascenseur en toute sécurité.

3- Où se trouve généralement la salle de contrôle dans un système d'ascenseur ?

La salle de contrôle est généralement située au sommet de la cage d'ascenseur ou dans une salle des machines séparée à proximité. Cette salle abrite les principaux systèmes de contrôle, notamment les panneaux électriques et les unités de contrôle d'urgence.

4- Combien consomme un ascenseur ?

Pour connaître la consommation énergétique d'un ascenseur, il faut prendre en compte la quantité d'électricité nécessaire pour tracter la cabine. Celle-ci augmente proportionnellement à la puissance de l'ascenseur – et donc à sa taille. Mais d'autres facteurs entrent dans ce calcul tels que la hauteur du bâtiment, la charge, le type d'ascenseur (hydraulique ou électrique) ou encore la consommation des équipements embarqués dans la cabine (éclairage, écrans connectés, module de télécommunication, etc.). Les ascenseurs hydrauliques sont par ailleurs plus énergivores que les modèles 100 % électriques.

1- Introduction

Les opérations de levage sont des tâches courantes dans de nombreux secteurs industriels tels que la construction, la logistique et la fabrication. Pour des opérations de levage régulières, un équipement fiable et précis est essentiel. C'est là qu'intervient le pont roulant à commande électrique, un outil polyvalent et efficace qui facilite les opérations de levage.

2- Principes généraux

Le pont roulant est un appareil de manutention essentiel pour le levage et le transfert de charges lourdes dans divers environnements industriels. Sa conception comprend une structure horizontale en acier, se déplaçant sur des rails, permettant ainsi une grande portée et une flexibilité d'utilisation. Les ponts roulants sont soumis à divers efforts physiques qui influent sur leur conception et leur maintenance. Ces efforts incluent le poids des charges, la force exercée par les mouvements du pont et les conditions de travail (température, humidité). Assurer la résistance de la structure est essentiel pour la sécurité des charges et des utilisateurs.

Les efforts principaux incluent :

- **Effort vertical** : poids de la charge et du pont lui-même.
- **Effort latéral** : forces dues au déplacement horizontal de la charge.
- **Efforts dynamiques** : forces générées par l'accélération et la décélération.

Ces efforts imposent une résistance accrue aux structures des ponts roulants pour garantir leur bon fonctionnement en toute sécurité et dans les conditions d'utilisation appropriées. La sécurité des ponts roulants est cruciale dans les environnements de levage industriel pour prévenir les risques associés à la manutention des charges lourdes. Lors de l'utilisation d'un pont roulant, l'utilisateur doit être informé des consignes de sécurité afin d'assurer la sécurité des salariés et d'éviter tout accident. Un pont roulant doit être utilisé en respectant les normes en vigueur, incluant le marquage CE et l'examen d'adéquation qui vérifie sa conformité aux besoins spécifiques de l'entreprise. Ainsi, les ponts roulants entrent dans le champ d'application de la réglementation sur les équipements de levage.

Les dispositifs de sécurité d'un pont roulant incluent plusieurs éléments techniques destinés à prévenir les risques de levage, à protéger l'utilisateur et à maintenir les charges en toute sécurité. Ces dispositifs se composent d'interrupteurs de fin de course, de limiteurs de charge, et de freins de sécurité.

3- Types et usage des ponts roulants

3.1- Les 4 grands types de ponts :

Il existe plusieurs types de ponts roulants, chacun conçu pour des applications spécifiques de manutention et de levage. Les quatre grands types de ponts roulants sont les suivants :

1. Pont roulant monopoutre : idéal pour les charges légères, il est compact et nécessite peu d'espace.
2. Pont roulant bipoutre : conçu pour des charges plus lourdes, il offre une plus grande capacité de levage.
3. Pont roulant suspendu : utilisé dans les espaces limités en hauteur, il se fixe au plafond pour optimiser l'espace au sol.
4. Pont roulant semi-portique : mix entre portique et pont roulant classique, adapté aux espaces ouverts avec un seul rail au sol.

3.2- Les 4 usages des ponts :

Les ponts roulants sont polyvalents et peuvent être utilisés dans divers secteurs industriels pour des tâches spécifiques. Voici les quatre usages principaux :

1. Levage de charges lourdes dans les entrepôts.
2. Transport de matériaux sur des lignes de production.
3. Chargement et déchargement de produits finis.
4. Maintenance industrielle pour déplacer des équipements volumineux.

Les ponts roulants sont essentiels dans les opérations de levage et de manutention, garantissant l'efficacité et la sécurité pour les utilisateurs et les charges. Ces appareils de levage nécessitent une formation à la conduite pour éviter tout risque.

4- Les systèmes de commande électriques des ponts roulants

Le pont roulant à commande électrique est un dispositif de levage utilisé pour déplacer des charges lourdes sur une distance horizontale. Il est composé d'une poutre principale fixée entre deux colonnes et d'un chariot qui se déplace le long de cette poutre. Le chariot est équipé d'un palan électrique qui permet de soulever les charges.

La commande électrique du pont roulant offre de nombreux avantages par rapport aux versions manuelles ou à commande hydraulique. Elle permet une plus grande précision et facilite les opérations de levage régulières. Le pont roulant à commande électrique peut être utilisé pour déplacer des charges dans toutes les directions, offrant ainsi une grande flexibilité. Les commandes du pont roulant doivent être en bon état et facilement accessibles pour éviter tout incident lors de la manipulation.

Parmi les dispositifs clés :

- **Interrupteurs de fin de course** pour éviter le dépassement des limites.
- **Limiteurs de charge** pour empêcher le levage de charges excessives.
- **Freins de sécurité** pour garantir le contrôle en cas d'arrêt soudain.

Dispositif	Fonction
Interrupteur de fin de course	Limiter les mouvements excessifs
Limiteur de charge	Empêcher les surcharges
Frein de sécurité	Arrêter le pont en cas d'urgence

4.1- Avantages du pont roulant à commande électrique

- **Précision** : La commande électrique permet un contrôle précis des mouvements du pont roulant, réduisant les risques d'accidents lors des opérations de levage.
- **Efficacité** : Grâce à la commande électrique, le pont roulant peut fonctionner de manière plus rapide et plus fluide, ce qui permet d'augmenter la productivité dans les environnements de travail.
- **Polyvalence** : Le pont roulant à commande électrique peut être adapté à différentes charges et environnements, ce qui en fait un outil polyvalent pour les opérations de levage régulières.
- **Sécurité** : Les ponts roulants à commande électrique sont conçus avec des dispositifs de sécurité tels que des systèmes anticollision et des arrêts d'urgence, garantissant ainsi la sécurité des opérateurs et des charges.
- **Maintenance réduite** : Les ponts roulants à commande électrique nécessitent moins d'entretien que les versions manuelles ou hydrauliques, ce qui réduit les coûts de maintenance à long terme.

5- Exigences des caractéristiques mécaniques des commandes électriques des ponts roulants

Le pont roulant électrique est doté de fonctionnalités spécifiques qui en font un outil polyvalent et fiable pour le levage de charges lourdes. Voici quelques-unes des fonctionnalités clés :

- **Mouvement multidirectionnel** : Le pont roulant électrique peut se déplacer dans différentes directions, ce qui permet de soulever et de déplacer les charges avec précision.
- **Commande à distance** : Le pont roulant électrique peut être contrôlé à distance, offrant ainsi une plus grande flexibilité et une meilleure visibilité pour l'opérateur.
- **Système de freinage** : Le pont roulant électrique est équipé d'un système de freinage qui permet de maintenir les charges en place et de garantir la sécurité lors des opérations de levage.
- **Système de surveillance** : Certains ponts roulants électriques sont équipés de systèmes de surveillance qui permettent de surveiller les charges, les mouvements et les niveaux de sécurité en temps réel.
- **Facilité d'entretien** : Les ponts roulants électriques nécessitent peu d'entretien, ce qui en fait une solution rentable à long terme.

Utilisation du pont roulant à commande électrique

Le pont roulant à commande électrique est utilisé dans de nombreux secteurs, tels que la construction, l'industrie manufacturière, la logistique et les entrepôts. Il est idéal pour les opérations de levage régulières, telles que le déplacement de matériaux lourds, l'assemblage de structures métalliques et le chargement/déchargement de camions.

Grâce à sa capacité à se déplacer dans toutes les directions, le pont roulant à commande électrique peut être utilisé dans des espaces exigus où d'autres équipements de levage ne pourraient pas être utilisés. Sa précision et sa facilité de contrôle en font un outil essentiel pour les tâches de levage régulières.

6- Frequent Questions

1. Quelle est la capacité de charge maximale d'un pont roulant électrique ?

La capacité de charge d'un pont roulant à commande électrique peut varier en fonction du modèle et de la configuration choisie. Les ponts roulants à commande électrique peuvent avoir une capacité de charge allant de quelques tonnes à plusieurs dizaines de tonnes.

2. Principaux composants d'un pont roulant à commande électrique

Les principaux composants d'un pont roulant à commande électrique sont la poutre principale, les colonnes de soutien, le chariot, le palan électrique, les câbles de levage et les dispositifs de sécurité.

3. Quel sont les facteurs à prendre en compte lors du choix d'un pont roulant à commande électrique

Certains facteurs importants à prendre en compte lors du choix d'un pont roulant à commande électrique sont la capacité de charge requise, les dimensions de l'espace de travail, les besoins de levage spécifiques et les exigences de sécurité.

4. Les ponts roulants électriques sont-ils faciles à installer ?

L'installation d'un pont roulant à commande électrique peut varier en fonction de la complexité de la configuration choisie. Dans la plupart des cas, l'installation nécessite l'intervention d'experts pour s'assurer de la sécurité et de l'efficacité de l'équipement.

5. Quelle est la durée de vie d'un pont roulant électrique ?

La durée de vie d'un pont roulant électrique dépend de divers facteurs, tels que la qualité de la construction, les conditions d'utilisation et l'entretien régulier. Cependant, avec un entretien approprié, un pont roulant électrique peut durer plusieurs décennies.

1. Introduction

Moteurs à bande transporteuse sont des composants cruciaux des systèmes de bandes transporteuses modernes, fournissant la puissance nécessaire pour déplacer les matériaux de manière efficace et fiable. Ces moteurs garantissent le bon fonctionnement des bandes transporteuses, supportant diverses charges et vitesses requises dans les environnements industriels. Sans moteurs de bande transporteuse fiables, la productivité dans des secteurs tels que la fabrication, l'emballage et la distribution serait considérablement entravée. Il existe une grande variété de moteurs de bandes transporteuses, chacun adapté à différentes applications et exigences. Ceux-ci incluent des moteurs à induction AC, connus pour leur durabilité, des moteurs DC pour un contrôle précis de la vitesse, des moteurs à engrenages pour un couple amélioré, ainsi que des moteurs pas à pas et des servomoteurs pour des tâches de positionnement précises.

2. Choisir le bon moteur pour votre convoyeur

2.1 Applications à vitesse fixe ou constante

Lors de la sélection de moteurs de bande transporteuse pour des applications à vitesse fixe ou constante, les moteurs à courant alternatif et les moteurs à engrenages sont souvent le choix préféré. Les moteurs à courant alternatif sont connus pour leur fiabilité et leur simplicité, offrant une vitesse constante essentielle pour de nombreux systèmes de convoyeurs. Les moteurs à engrenages, qui combinent un moteur électrique et une boîte de vitesses, sont particulièrement utiles pour les applications nécessitant un couple élevé à une vitesse constante. Ces moteurs sont efficaces, durables et relativement faciles à entretenir, ce qui les rend idéaux pour un fonctionnement continu dans les processus de fabrication, de chaîne d'assemblage et de manutention. Les moteurs à courant alternatif excellent dans les environnements où une vitesse constante est cruciale. Leur capacité à maintenir des performances constantes sans avoir recours à des systèmes de contrôle complexes simplifie la conception globale du convoyeur. Cette cohérence garantit que les produits ou matériaux transportés restent synchronisés avec les autres processus.

2.2 Exigences de vitesse variable et de vitesse élevée

En revanche, les systèmes de convoyeurs qui nécessitent des capacités à vitesse variable ou à grande vitesse ont besoin de moteurs capables de s'adapter aux exigences opérationnelles changeantes. Les moteurs à courant alternatif associés à des systèmes de contrôle de vitesse, tels que les variateurs de fréquence (VFD), constituent une excellente solution pour ces applications. Les VFD permettent aux opérateurs d'ajuster la vitesse du moteur de manière dynamique, offrant ainsi la flexibilité nécessaire pour adapter la vitesse du convoyeur aux différentes conditions de charge ou aux exigences de production.

Les entraînements à fréquence variable (VFD) sont particulièrement utiles lorsqu'un contrôle précis de la vitesse du moteur est requis. Ils améliorent l'efficacité des moteurs de bandes transporteuses en optimisant la consommation d'énergie et en réduisant l'usure des composants du moteur. Les VFD sont idéaux pour les applications où la vitesse du convoyeur doit changer fréquemment, comme dans les lignes d'emballage, la transformation des aliments et les systèmes de tri de matériaux.

2.3 Besoins de positionnement précis

Pour les applications qui exigent un positionnement et un mouvement précis, les moteurs pas à pas ou les servomoteurs sont les meilleurs choix. Ces moteurs sont conçus pour fournir un contrôle précis de la position du moteur, ce qui les rend idéaux pour les tâches nécessitant un placement précis de produits ou de matériaux sur la bande transporteuse. Les moteurs pas à pas fonctionnent en se déplaçant par étapes discrètes, permettant un contrôle précis du mouvement de la bande transporteuse. Cette précision est cruciale dans des secteurs tels que la fabrication électronique, où les composants doivent être placés avec précision pour l'assemblage. Les moteurs pas à pas sont également utilisés dans des applications telles que l'étiquetage et l'impression, où le positionnement exact des produits est essentiel pour le contrôle qualité.

Les servomoteurs, quant à eux, offrent une précision et un contrôle encore plus grands. Ils sont équipés de systèmes de rétroaction qui surveillent la position du moteur et effectuent des ajustements en temps réel pour garantir la précision. Cela rend les servomoteurs idéaux pour les applications de haute précision dans la robotique, la fabrication de dispositifs médicaux et les systèmes d'inspection automatisés. Les industries qui bénéficient des capacités de positionnement

précis des moteurs pas à pas et des servomoteurs comprennent la fabrication pharmaceutique, aérospatiale et automobile. Dans ces secteurs, la capacité de contrôler la position exacte des composants sur la bande transporteuse garantit des normes de production de haute qualité et réduit le risque d'erreurs.

3. Applications où les petits moteurs conviennent

Les petits moteurs de bande transporteuse sont des composants essentiels dans diverses applications industrielles et commerciales, en particulier lorsque l'espace est limité et que les charges sont relativement légères. Ces moteurs sont couramment utilisés dans des industries telles que l'emballage, les produits pharmaceutiques, la transformation des aliments et la fabrication électronique. Ici, nous explorerons les applications spécifiques dans lesquelles les petits moteurs de bandes transporteuses excellent et fournissent la puissance et l'efficacité nécessaires.

Emballage: Dans l'industrie de l'emballage, de petits moteurs de bande transporteuse sont utilisés pour entraîner des convoyeurs qui manipulent des emballages légers, des bouteilles et d'autres petits objets. Ces convoyeurs font souvent partie de lignes de conditionnement automatisées où la précision et la vitesse sont essentielles. Les petits moteurs garantissent le bon fonctionnement du système de convoyeur sans occuper beaucoup d'espace, permettant ainsi des solutions d'emballage compactes et efficaces.

Pharmaceutiques: L'industrie pharmaceutique s'appuie sur de petits moteurs à bande transporteuse pour manipuler des produits délicats et légers tels que des pilules, des capsules et des petites bouteilles. Ces moteurs sont utilisés dans des environnements de salle blanche où l'espace est limité et où la contamination doit être minimisée. La taille compacte de ces moteurs les rend idéaux pour l'intégration dans des machines complexes nécessitant un contrôle précis et une fiabilité.

Transformation alimentaire: Dans la transformation des aliments, de petits moteurs sont utilisés pour entraîner des convoyeurs qui transportent les produits alimentaires à travers différentes étapes de production, telles que le tri, le lavage et l'emballage. Ces moteurs sont particulièrement utiles pour manipuler des articles légers comme les fruits, les légumes et les

produits de boulangerie. Leur petite taille permet une installation facile dans des espaces confinés, garantissant que la ligne de production reste efficace et hygiénique.

Fabrication électronique: L'industrie électronique nécessite souvent le transport de petits composants délicats tels que des circuits imprimés, des puces et d'autres composants électroniques. Les petits moteurs de bande transporteuse offrent la précision et le contrôle nécessaires pour manipuler ces articles avec douceur et précision. Ils sont utilisés dans les chaînes d'assemblage, les stations d'essai et les zones de conditionnement, où leur taille compacte et leur efficacité sont très appréciées.

4. Moteurs de convoyeur monophasés ou triphasés

Lorsqu'il s'agit de sélectionner les moteurs de bande transporteuse adaptés à votre système, il est crucial de comprendre les différences entre les moteurs monophasés et triphasés. Les deux types ont leurs caractéristiques, avantages et applications uniques. Dans cette section, nous explorerons les spécificités des moteurs de bande transporteuse monophasés et triphasés, y compris leur tension, leur capacité de charge, leurs utilisations typiques et les facteurs à prendre en compte lors du choix entre eux.

4.1 Moteurs monophasés

Les moteurs monophasés sont alimentés par une alimentation électrique monophasée, généralement présente dans les applications résidentielles et commerciales légères. Ces moteurs fonctionnent généralement à des tensions standard telles que 120 V ou 240 V, selon l'application. Ils sont conçus pour supporter des capacités de charge modérées, ce qui les rend idéaux pour les petits systèmes de convoyeurs qui ne nécessitent pas de puissance élevée.

Les utilisations typiques des moteurs à bande transporteuse monophasés comprennent :

- **Petits ateliers:** Les moteurs monophasés sont couramment utilisés dans les petits ateliers où une puissance industrielle lourde n'est pas nécessaire.
- **Applications de vente au détail et commerciales légères:** Ces moteurs sont idéaux pour les systèmes de convoyeurs dans les environnements de vente au détail, tels que le déplacement de produits du stockage vers la surface de vente.

- **Utilisations résidentielles:** Les moteurs monophasés peuvent être trouvés dans les systèmes de convoyeurs domestiques, tels que les petits projets de bricolage ou les configurations amateurs.

Le principal avantage des moteurs monophasés est leur simplicité et leur facilité d'installation. Ils sont moins chers et plus facilement disponibles pour des applications non industrielles. Cependant, ils ne conviennent pas aux tâches lourdes qui nécessitent une puissance importante et un fonctionnement continu.

4.2 Moteurs triphasés

Les moteurs triphasés sont alimentés par une alimentation électrique triphasée, offrant une puissance de sortie et un rendement plus élevés. Les moteurs triphasés fonctionnent généralement à des tensions plus élevées, telles que 230 V, 400 V, voire plus, selon les exigences industrielles. Ils sont conçus pour supporter des capacités de charge beaucoup plus élevées et sont capables de fonctionner en continu dans des conditions exigeantes.

Les utilisations typiques des moteurs triphasés à bande transporteuse comprennent :

- **Fabrication industrielle:** Les moteurs triphasés sont largement utilisés dans les usines de fabrication industrielle, où ils entraînent des systèmes de convoyeurs robustes qui déplacent de grands volumes de matériaux.
- **Grands entrepôts et centres de distribution:** Ces moteurs alimentent les systèmes de convoyeurs dans les grands entrepôts et centres de distribution, garantissant une manutention efficace des marchandises et des matériaux.
- **Machinerie lourde et équipement:** Les moteurs triphasés sont essentiels pour faire fonctionner des machines et des équipements lourds dans des secteurs tels que l'exploitation minière, la construction et les transports.

Le principal avantage des moteurs triphasés est leur capacité à fournir une puissance de sortie constante et élevée, ce qui les rend adaptés aux applications industrielles. Ils sont plus efficaces que les moteurs monophasés et offrent de meilleures performances sous de lourdes charges.

5. Choisir entre monophasé et triphasé

La sélection du moteur de bande transporteuse approprié implique de prendre en compte plusieurs facteurs, notamment la disponibilité de la source d'alimentation, les exigences de charge et les besoins industriels spécifiques. Voici quelques considérations clés :

5.1 Disponibilité de la source d'alimentation:

- **monophasé:** Si votre installation a accès à une alimentation électrique monophasée, les moteurs monophasés peuvent constituer le choix le plus pratique et le plus rentable.

5.2 Trois phases: Pour les installations ayant accès à une alimentation électrique triphasée, les moteurs triphasés sont généralement l'option privilégiée en raison de leur rendement et de leur puissance de sortie plus élevés.

5.3 Exigences de charge:

- **monophasé:** Convient aux charges plus légères et aux applications moins exigeantes. Si votre système de convoyeur est conçu pour gérer des charges petites à modérées, un moteur monophasé peut suffire.
- **Trois phases:** Indispensable pour les charges lourdes et le fonctionnement continu. Si votre système de convoyeur doit déplacer de grands volumes de matériaux ou fonctionner sans arrêt, un moteur triphasé est nécessaire pour garantir la fiabilité et les performances.

5.4 Besoins industriels:

- **monophasé:** Idéal pour les applications où une puissance élevée et un fonctionnement continu ne sont pas critiques. Ils sont plus faciles à installer et à entretenir, ce qui les rend idéaux pour des utilisations moins intensives.
- **Trois phases:** Conçu pour les applications industrielles et lourdes. Ils fournissent la puissance et l'efficacité nécessaires au bon fonctionnement des systèmes de convoyeurs à grande échelle.

6. Protection des moteurs de convoyeur

6.1 Importance de protéger les moteurs contre les surintensités: La surintensité peut causer des dommages importants aux moteurs des bandes transporteuses, entraînant une surchauffe, une défaillance de l'isolation et un grillage potentiel du moteur. La protection des moteurs contre les surintensités est cruciale pour maintenir la fiabilité et la longévité du système.

6.2 Méthodes de mise en œuvre de la protection contre les surintensités:

- **Disjoncteurs:** Utilisez des disjoncteurs qui se déclenchent lorsque le courant dépasse un seuil de sécurité. Assurez-vous que ces disjoncteurs sont correctement dimensionnés pour le moteur et l'application.
- **Fusibles:** Installez des fusibles qui sautent lorsque des conditions de surintensité se produisent, offrant ainsi un moyen de protection simple et efficace.
- **Relais de surcharge:** Implémentez des relais de surcharge qui surveillent le courant et déconnectent le moteur lorsqu'une condition de surintensité est détectée. Ces relais peuvent être ajustés pour répondre aux exigences spécifiques du moteur et de l'application.
- **Tests réguliers:** Effectuez des tests et une maintenance réguliers des dispositifs de protection contre les surintensités pour garantir leur bon fonctionnement. Remplacez ou recalibrez ces appareils si nécessaire pour maintenir une protection optimale.

Les projets de cours CEMI qui préparent les étudiants à une compréhension approfondie de la commande électrique dans les mécanismes industriels, tout en les préparant à des applications pratiques et à des défis futurs dans le domaine.

Les points constituent une base solide pour le projet

Applications Pratiques

- Études de cas réels dans l'industrie (exemples de systèmes de commande).
- Problèmes de sécurité et de fiabilité dans les systèmes de commande.

1. Conception et Optimisation

- Méthodes de conception de systèmes de commande.
- Outils d'optimisation et de performance.

2. Perspectives et Innovations

- Nouvelles technologies dans la commande électrique (IoT, IA).
- Défis futurs et tendances dans l'industrie 4.0.
- Importance de la durabilité et de l'efficacité énergétique.

3. Conclusion: Récapitulatif des points clés.

Etude de cas

1. Convoyeurs à Bande dans une Usine de Production

- **Description:** Une usine de production alimentaire utilise un système de convoyeurs à bande pour transporter les produits d'une station à une autre. Des capteurs de présence détectent les articles sur la bande et ajustent la vitesse du convoyeur en fonction de la charge, assurant un flux constant et minimisant les temps d'arrêt.

2. Contrôle de Compresseurs dans une Usine de Fabrication:

- **Description:** Dans une usine de fabrication, des compresseurs d'air sont utilisés pour alimenter des outils pneumatiques. Un système de contrôle surveille la pression et ajuste automatiquement la vitesse des compresseurs pour maintenir une pression constante,

optimisant ainsi la consommation d'énergie et garantissant un fonctionnement efficace des outils.

3. Systèmes de Pompage dans une Station de Traitement des Eaux**Description:** Une station de traitement des eaux utilise des systèmes de pompage pour déplacer l'eau à travers différents processus de purification. Des capteurs de niveau mesurent la quantité d'eau dans les réservoirs, et un système de commande ajuste la vitesse des pompes pour assurer un débit constant tout en évitant les débordements.

4. Ascenseurs dans un Bâtiment Commercial**Description:** Un bâtiment commercial utilise un système d'ascenseurs automatisés pour transporter les passagers entre les étages. Des capteurs détectent la présence des passagers et envoient des signaux au système de contrôle pour optimiser le temps d'attente et la répartition des ascenseurs.

5. Ponds Roulants dans le Transport de Matériaux

- **Description:** Dans un port, des ponds roulants sont utilisés pour déplacer des conteneurs lourds. Un système de commande surveille la position des conteneurs et ajuste les mouvements du pont roulant pour assurer un chargement et un déchargement efficaces, tout en respectant les normes de sécurité.

6. Système de Convoyage Automatisé dans un Entrepôt

- **Description:** Un entrepôt utilise un système de convoyeurs à bande pour le tri et le transfert des colis. Le système est contrôlé par des automates programmables qui reçoivent des informations de capteurs pour diriger les colis vers les bonnes zones de stockage, optimisant ainsi la logistique.

7. Compresseur à Vis dans le Conditionnement d'Air

- **Description:** Dans une installation de conditionnement d'air, un compresseur à vis est utilisé pour fournir de l'air comprimé. Un système de contrôle surveille la consommation d'énergie et ajuste le fonctionnement du compresseur en fonction des besoins, améliorant l'efficacité énergétique de l'ensemble du système.

8. Système de Pompage pour Irrigation Agricole

- **Description:** Un système de pompage est utilisé pour irriguer des champs agricoles. Des capteurs de sol mesurent l'humidité et un système de contrôle ajuste la durée de fonctionnement des pompes pour fournir la quantité d'eau nécessaire, optimisant ainsi l'utilisation des ressources en eau.

9. Ascenseurs de Service dans une Usine

- **Description:** Dans une usine, des ascenseurs de service sont utilisés pour transporter des matériaux et des pièces entre les différents niveaux. Un système de contrôle gère les appels d'ascenseurs en fonction des besoins de production, assurant un transport rapide.

10. Ponds Roulants dans une Installation de Fabrication

- **Description:** Une installation de fabrication utilise des ponds roulants pour déplacer des pièces lourdes le long de la chaîne de production. Le système de commande synchronise le mouvement du pont avec le rythme de la production, garantissant que les pièces sont livrées au bon moment.

11. Système de Contrôle de la Production dans une Usine Alimentaire

- **Description:** Une usine de transformation alimentaire utilise des automates programmables pour contrôler les processus de mélange, cuisson et emballage. Chaque étape est surveillée par des capteurs qui fournissent un retour d'information en temps réel, permettant d'optimiser la production et d'assurer la qualité des produits.

12. Contrôle de la Vitesse d'un Ventilateur dans un Système de Ventilation

Description: Dans un bâtiment industriel, un système de contrôle ajuste la vitesse des ventilateurs en fonction de la température et de l'humidité mesurées par des capteurs. Cela permet de maintenir un environnement de travail confortable tout en consommant moins d'énergie.

Conclusion Générale

Ce document pédagogique offre une vue d'ensemble approfondie sur le domaine de la commande électrique dans l'industrie moderne. À travers une série de chapitres, nous avons exploré les critères de choix des moteurs électriques, les systèmes de commande associés, ainsi que l'automatisation des pompes, des ventilateurs, des compresseurs et des ascenseurs.

Les recommandations formulées pour le choix des équipements et des commandes électriques mettent en évidence l'importance d'une évaluation minutieuse des besoins spécifiques de chaque application. Les facteurs tels que le type de moteur, la puissance, le couple, et les conditions d'utilisation sont cruciaux pour garantir une performance optimale et une efficacité énergétique.

Nous avons également souligné l'importance de la sécurité et de la fiabilité des systèmes, notamment à travers l'intégration de dispositifs de protection et de contrôleurs automatiques. Ces éléments sont essentiels pour assurer non seulement le bon fonctionnement des machines, mais aussi la sécurité des opérateurs.

En outre, les innovations technologiques, telles que les variateurs de fréquence et les systèmes de contrôle avancés, ouvrent de nouvelles perspectives pour l'optimisation des processus industriels. L'automatisation joue un rôle clé dans l'augmentation de la productivité et l'amélioration des conditions de travail.

En conclusion, ce polycopié constitue un outil précieux pour les étudiants souhaitant approfondir leurs connaissances sur la commande électrique et l'automatisation des systèmes industriels

Bibliographie

- 1- Ressources Dernier ajout : 26 décembre 2024, système d'entraînement, Guide de choix communs, Machines tournantes, capteurs et encodeurs.
- 2- Moteurs électriques fabriqués chez Leroy-Somer
- 3- Courbe caractéristique d'une pompe centrifuge, avril 20, 2023, debem.com/
- 4- La puissance d'une pompe. Définition et méthodes de calcul, novembre 15, 2022, debem.com/
- 5- Documentation-Commerciale-Ventilateur-Centrifuge-Industriel, www.wattohm.pro
- 6- Witt & Sohn AG - Ventilateurs pour les plus hautes exigences, <https://www.wittfan.de>
- 7- Outils-normes-documentation, KONE, Comprendre le diagramme des pièces de l'ascenseur : un guide complet, <https://blog.goldsupplier.com/>
- 8- Pont roulant électrique : une solution efficace et durable pour le levage de charges lourdes par John | Août 9, 2023.