

TECHNOLOGIE
D'ELECTRICITE

VARIATION DE VITESSE



Lycée L.RASCOL 10, rue de la République
BP 218. 81012 ALBI CEDEX

SOMMAIRE

Introduction

Application aux machines

- Couple opposé à la machine
- Couple entraînant
- Couple à fournir par le moteur

Les quadrants de fonctionnement

Critères de choix d'un variateur

Variation de vitesse des moteurs à courant continu

- Mise en œuvre
- Schéma équivalent
- Vitesse, puissance, couple
- Fonctionnement à vitesse variable
- Technologie des variateurs
- Synoptique d'une régulation de vitesse
- Documentation constructeur
- Exercice

Variation de vitesse des moteurs asynchrones

- Fonctionnement à vitesse variable
- Réalisations techniques
- Documentation constructeur
- Exercice

Conclusion

INTRODUCTION

Dans l'univers industriel, le variateur électronique de vitesse côtoie d'autres procédés issus des technologies hydraulique, mécanique, électromécanique. Le choix de la technologie la plus appropriée est lié aux caractéristiques de la machine à équiper et aux performances attendues. La position du variateur par rapport au moteur constitue l'une des principales distinctions entre les moto variateurs mécaniques et électroniques.



Les procédés les plus fréquemment utilisés sont les suivants:

- Variateur hydraulique

Il se compose dans un même bâti, d'une pompe et d'un moteur hydraulique. La variation de vitesse est obtenue par le réglage du rapport entre le débit de la pompe et le débit absorbé par le moteur. Les réglages de la pompe et du moteur sont dissociés, ce qui offre une gamme de vitesse de 1 à 10 environ.

- Variateur mécanique

Transmission poulies et courroies, la variation de vitesse est obtenue par la modification du diamètre des poulies, gamme de 1 à 6 environ.

- Coupleur à courants de Foucault

C'est un ralentisseur. La commande du courant d'excitation du coupleur modifie le glissement entre l'arbre moteur et l'arbre d'utilisation, cela provoque la variation de vitesse, gamme de 1 à 15.

- Coupleur à poudre

Dans ce coupleur, le glissement dépend de l'homogénéisation de la poudre magnétique située entre deux disques, gamme de 1 à 5.

- Groupe WARD-LEONARD

C'est l'association d'un moteur asynchrone d'entraînement à vitesse pratiquement fixe, d'une génératrice à courant continu liée mécaniquement au moteur d'entraînement et délivrant une tension variable, et d'un moteur à courant continu alimenté par la génératrice. La gamme de vitesse est de 1 à 100.

- Groupe tournant associé à de l'électronique de puissance

C'est l'objet de l'étude suivante. Outre les applications où pour régler le processus la vitesse variable est indispensable, l'utilisation de la variation électronique permet:

- par la possibilité de limiter le couple moteur à une valeur prédéterminée de supprimer les risques de casse de matériel.
- par la réduction de l'intensité de démarrage elle autorise un appareillage de moindre calibre.
- l'électronique permet de travailler sur toute la gamme de vitesse avec rendement énergétique bon.

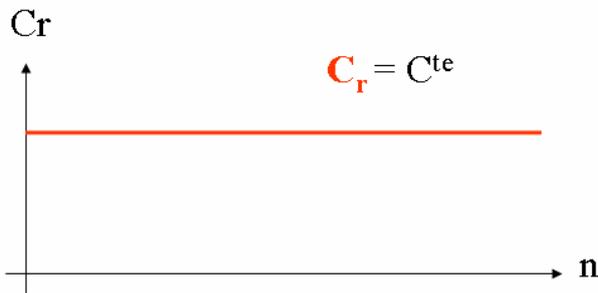
APPLICATION AUX MACHINES

COUPLE OPPOSE PAR LA MACHINE

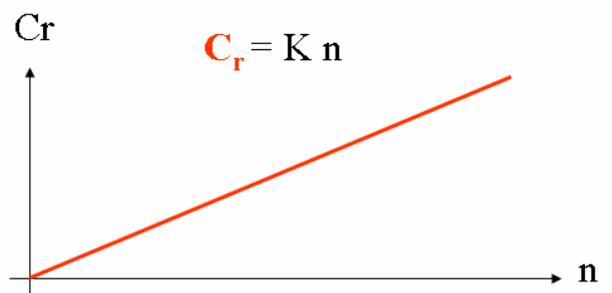
C'est le couple qui s'oppose au mouvement d'entraînement de la machine. Pour animer une mécanique en rotation, il faut que le couple généré par le moteur C_m soit supérieur ou égal au couple que lui oppose la machine C_r . Il est donc nécessaire de connaître l'évolution du couple résistant en fonction de la vitesse de la machine.

Essentiellement il existe quatre familles du couple résistant.

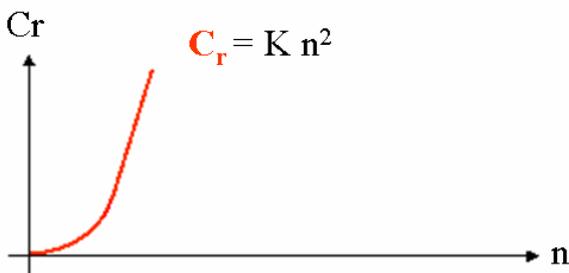
Couple résistant constant



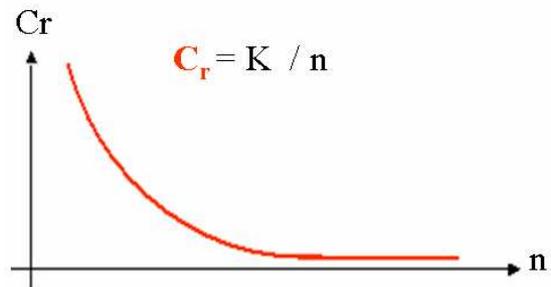
Couple résistant proportionnel à la vitesse



Couple résistant parabolique



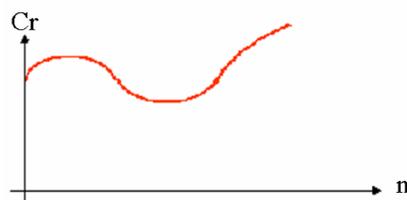
Couple résistant hyperbolique



Les courbes précédentes illustrant les différents types de couples résistants rencontrés ne tiennent pas compte des sur couples résistants opposés par bon nombre de machines au tout début du démarrage (au décollage).

Une machine peut présenter en cours de cycle un couple résistant très variable. Ceci peut être dû à :

- des causes non aléatoires provenant d'une cinématique particulière (cames, bielles manivelles) ou provenant de cycles spécifiques de travail (presses).
- des variations irrégulières de sa charge (variation du flux ou de la consistance de produits)



Couple d'un compresseur à piston

COUPLE ENTRAINANT

Il y a couple entraînant lorsque la mécanique entraîne le moteur:

- 1) Dans le cas de mouvements horizontaux lors des ralentissements plus rapides que ceux obtenus naturellement par simple disparition du couple moteur ou du fait de l'action d'un élément extérieur comme le vent.
- 2) Dans le cas des mouvements verticaux lors de la descente de la charge.

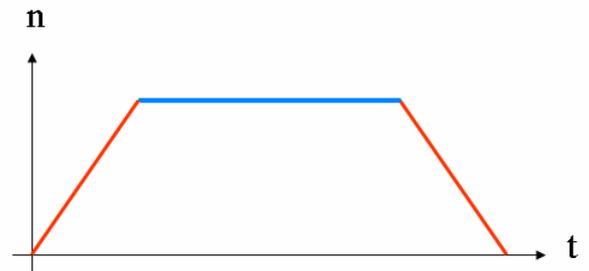
Quelles que soient leurs caractéristiques de couple résistant, toutes les mécaniques sont tantôt récepteur tantôt générateur d'énergie. Lorsque la mécanique est entraînante, le flux d'énergie s'inverse, le souci est de contrôler le potentiel d'énergie par des actions de freinage.

COUPLE A FOURNIR PAR LE MOTEUR

Si on considère le mouvement suivant, il est caractérisé par deux régimes de fonctionnement.

Le régime établi

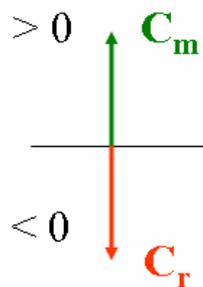
Le régime transitoire (accélération et décélération)



- 1) **Le régime établi**

Le régime est établi lorsque la vitesse est constante.

Il y a équilibre dynamique correspondant à l'égalité entre le couple moteur et le couple résistant.



Le couple moteur est égal au couple résistant

$$C_m = C_r \quad n = C^{te} \quad \gamma = 0$$

2) **Le régime transitoire**

- Accélération (démarrage)

Lors de la phase de montée en vitesse on a une accélération positive.

Il faut démarrer en un temps imposé donc développer un couple d'accélération positif.

Le couple accélérateur C_a et le couple résistant C_r déterminent le couple moteur nécessaire au démarrage.

$$\gamma > 0$$

$$C_{\text{accélération}} = C_d - C_r = J_r \gamma$$

$$C_{\text{accélération}} = C_d - C_r = J_r (2 \pi n / t)$$

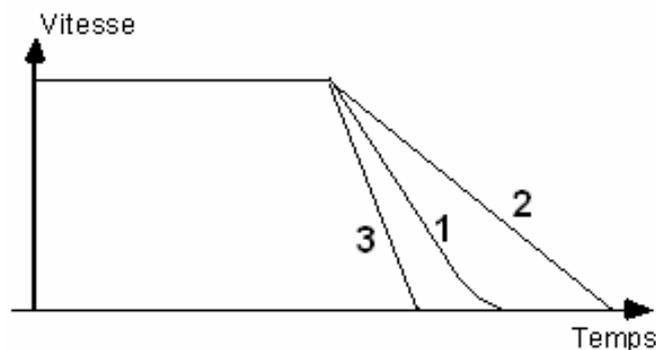
$$t_{\text{démarrage}} = J_r [2 \pi n / (C_d - C_r)]$$

- Décélération (arrêt)

Lors de la phase de ralentissement on a une accélération négative.

Trois cas peuvent se présenter:

- 1 - la décélération est naturelle,
- 2 - la décélération est très lente.ralentissement,
- 3 - la décélération est très rapide.freinage.



1) décélération naturelle

La machine est laissée à elle même, on coupe la tension du moteur d'entraînement qui développe donc un couple nul, seul intervient le couple résistant.

> 0

$C_m = 0$

n

$C_{\text{décélération}} = C_r = J_r \gamma = J_r (2 \pi n / t)$

< 0

$t_{\text{arrêt}} = J_r (2 \pi n / C_r)$

$C_r = C_{\text{décélération}}$

(s) (kgm²) (tr/s) (Nm)

2) freinage

Si le temps de décélération doit être plus petit que le temps "naturel", il faut rajouter au couple résistant développé par la machine un couple de freinage.

Diverses possibilités permettent d'obtenir un couple de freinage:

- freinage par un élément extérieur (frein mécanique)
- freinage électrique (contre courant / injection de CC)
- freinage par récupération d'énergie (cas d'une charge entraînée)

> 0

$C_{\text{décélération}} = C_r + C_f = J_r \gamma = J_r (2 \pi n / t)$

$t_{\text{arrêt}} = J_r [2 \pi n / (C_r + C_f)]$

(s) (kgm²) (tr/s) (Nm) (Nm)

3) Ralentissement

Si le temps de décélération doit être supérieur au temps "naturel" le moteur doit développer un couple moteur pour éviter un arrêt prématuré.

Le moteur développe toujours un couple moteur mais plus faible que le couple résistant.

$C'_m < C_r$

> 0

$C_{\text{décélération}} = C'_m - C_r = J_r \gamma = J_r (2 \pi n / t)$

$t_{\text{arrêt}} = J_r [2 \pi n / (C'_m - C_r)]$

(s) (kgm²) (tr/s) (Nm) (Nm)

n

$C_{\text{décélération}}$

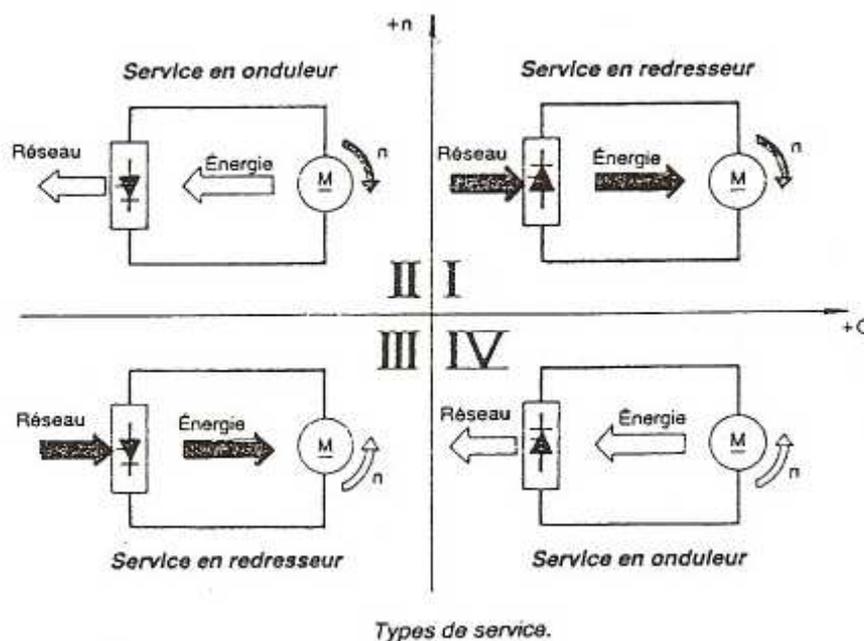
LES QUADRANTS DE FONCTIONNEMENT

Quel que soit le moteur alternatif ou continu associé à un variateur, il peut fournir suivant les cas, un couple moteur et un couple de freinage dans les deux sens possibles de marche. Ces quatre types de fonctionnement ou de services peuvent être représentés par un système de coordonnées; les plages ainsi délimitées appelées quadrant sont comptées en sens inverse des aiguilles d'une montre et désignées par les chiffres romains **I** à **IV**.

D'après le sens de rotation de la machine, l'entraînement vers la droite est positif et le couple agissant dans ce sens est lui aussi positif. Si l'on considère le diagramme couple-vitesse, on constate que les quadrants **I** et **III** représentent le service en moteur et que les quadrants **II** et **IV**, le service générateur ou freinage par récupération.

En fonction des comportements de la machine, on distingue des services à un quadrant et des services à plusieurs quadrants deux et quatre.

La figure suivante représente les services d'un moteur à courant continu associé à un variateur.



La notion de quadrant est déterminante dans le choix d'un variateur électronique. Elle caractérise ses possibilités en " réversibilité d'énergie ".

Le fonctionnement dans les quatre quadrants ne sera possible, dans le cas d'une solution à variation de vitesse électronique, que si à la fois la chaîne cinématique et la source d'alimentation électrique sont réversibles.

CRITERES DE CHOIX D'UN VARIATEUR

L'ensemble moto-variateur doit être choisi pour:

- vaincre le couple résistant de la machine entraînée dans toute la plage de vitesse utilisée,
- fournir le couple accélérateur nécessaire,
- fournir le couple de freinage éventuellement nécessaire pour décélérer rapidement,
- respecter la gamme de vitesse imposée par le procédé.

Il faut prendre en compte, en plus, le fonctionnement permanent ou cyclique de l'application et des conditions d'environnement spécifiques à chaque procédé.

Les caractéristiques déterminantes intervenant dans le choix d'un moto-variateur électronique sont:

\$ La précision

La précision s'exprimant en % de la vitesse affichée est l'écart maximal admissible par rapport à la vitesse de consigne. Cette précision s'étend donc sur toute la gamme de vitesse.

La précision de vitesse dépend du type de lecture de la vitesse.

\$ La gamme de vitesse

La gamme de vitesse est le rapport entre la vitesse maximale et la vitesse minimale de fonctionnement souhaité. Si on demande à un variateur une gamme de vitesse trop importante par rapport à son emploi normal, sa précision se dégrade. Le variateur doit posséder une gamme de vitesse supérieure à celle que réclame l'application.

\$ Les quadrants de fonctionnement

L'emploi d'un variateur électronique n'exclut pas d'utiliser des moyens conventionnels, mais l'électronique de puissance permet de réaliser les freinages et les inversions de sens de rotation avec souplesse, rapidité, précision et aux moindres frais en consommation d'énergie.

Pour un bon fonctionnement de l'ensemble à mouvoir, il est indispensable de choisir un appareil fonctionnant dans les quadrants désirés.

\$ La puissance

La puissance d'un variateur est définie par le besoin mécanique de l'application (en régime permanent comme en régime transitoire).

Le calcul de la puissance concerne aussi le moteur qui est le premier maillon à définir. La puissance du moto-variateur est défini en fonction:

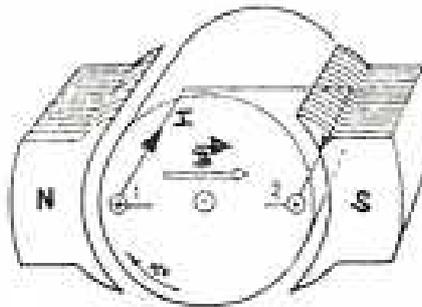
- de la puissance maximale nécessaire au fonctionnement de la machine en régime établi. Le couple délivré doit être supérieur au couple résistant demandé par la mécanique, ceci sur toute la plage de vitesse.
- du couple de démarrage nécessaire pour la mise en vitesse de la machine dans le temps souhaité. Le couple maximal que peut délivrer l'ensemble moto-variateur doit être supérieur au couple de démarrage.
- du diagramme de charge en cas de fonctionnement cyclique échauffement très variable dans le temps suivant les phases du mouvement (accélération, régime établi, décélération).

VARIATION DE VITESSE DES MOTEURS A COURANT CONTINU

MISE EN ŒUVRE

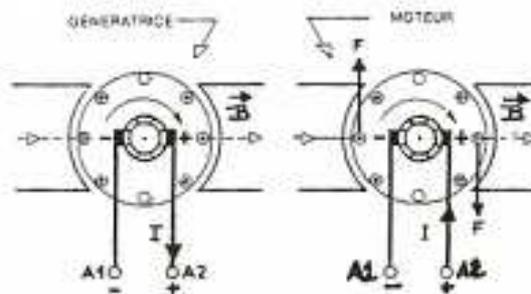
Un conducteur placé dans un champ magnétique B est soumis à une force F quand il est parcouru par un courant I . Le sens de cette force est donné par la règle des trois doigts:

- main Gauche si Générateur.
- main droite si moteur.



Moteur: L'induit est alimenté par un courant I , les forces F résultantes des forces élémentaires appliquées aux conducteurs, forment le couple moteur qui fixe le sens de rotation.

Génératrice: Le même induit entraîné dans le même sens est générateur d'un courant I de sens inverse. Les balais ont la même polarité.



• Le Stator (inducteur) réalise l'excitation de la machine, on distingue 2 technologies :

- Inducteur bobiné. Sur le stator sont montés des bobinages Inducteurs, ils créent le champ magnétique qui sera canalisé par la carcasse de la machine (circuit magnétique). Ils sont en " fil fin ".

- Inducteur à aimants permanents. Sur le stator sont montés des aimants permanents, ils créent le champ magnétique qui sera canalisé par la carcasse de la machine (circuit magnétique).

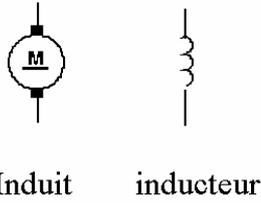
- économie des pertes par excitation (5 à 20 % de P_n)
- amélioration de la sécurité par une permanence du flux Φ .
- facilite la construction de machines multi-pôlaires de dimensions , poids et prix réduit.

• Le Rotor (Induit) c'est la partie tournante, elle comprend:

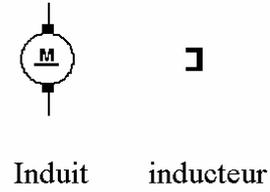
- un circuit magnétique feuilleté,
- un circuit électrique constitué de sections reliées aux lames du collecteur " fil gros ",
- une turbine de ventilation.

SYMBOLE NORMALISE

Moteur à inducteur bobiné

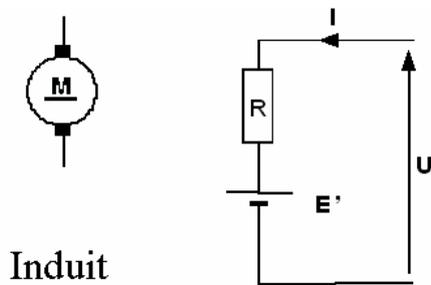


Moteur à inducteur à aimants permanents



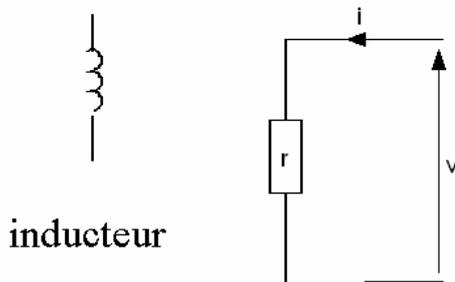
SCHEMA EQUIVALENT

Induit



$$\begin{aligned}
 E'_{(V)} &= K n_{(tr/s)} \Phi_{(Wb)} \\
 U_{(V)} &= E'_{(V)} + R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}
 \end{aligned}
 \quad \longrightarrow \quad
 n_{(tr/s)} = [U_{(V)} - R_{(\Omega)} \cdot I_{(A)}] / K \Phi_{(Wb)}$$

inducteur



$$\begin{aligned}
 \Phi_{(wb)} &= B_{(T)} S_{(m^2)} \\
 B_{(T)} &= 4 \pi 10^{-7} N i_{(A)} / l_{(m)}
 \end{aligned}
 \quad \longrightarrow \quad
 \Phi_{(wb)} = k i_{(A)}$$

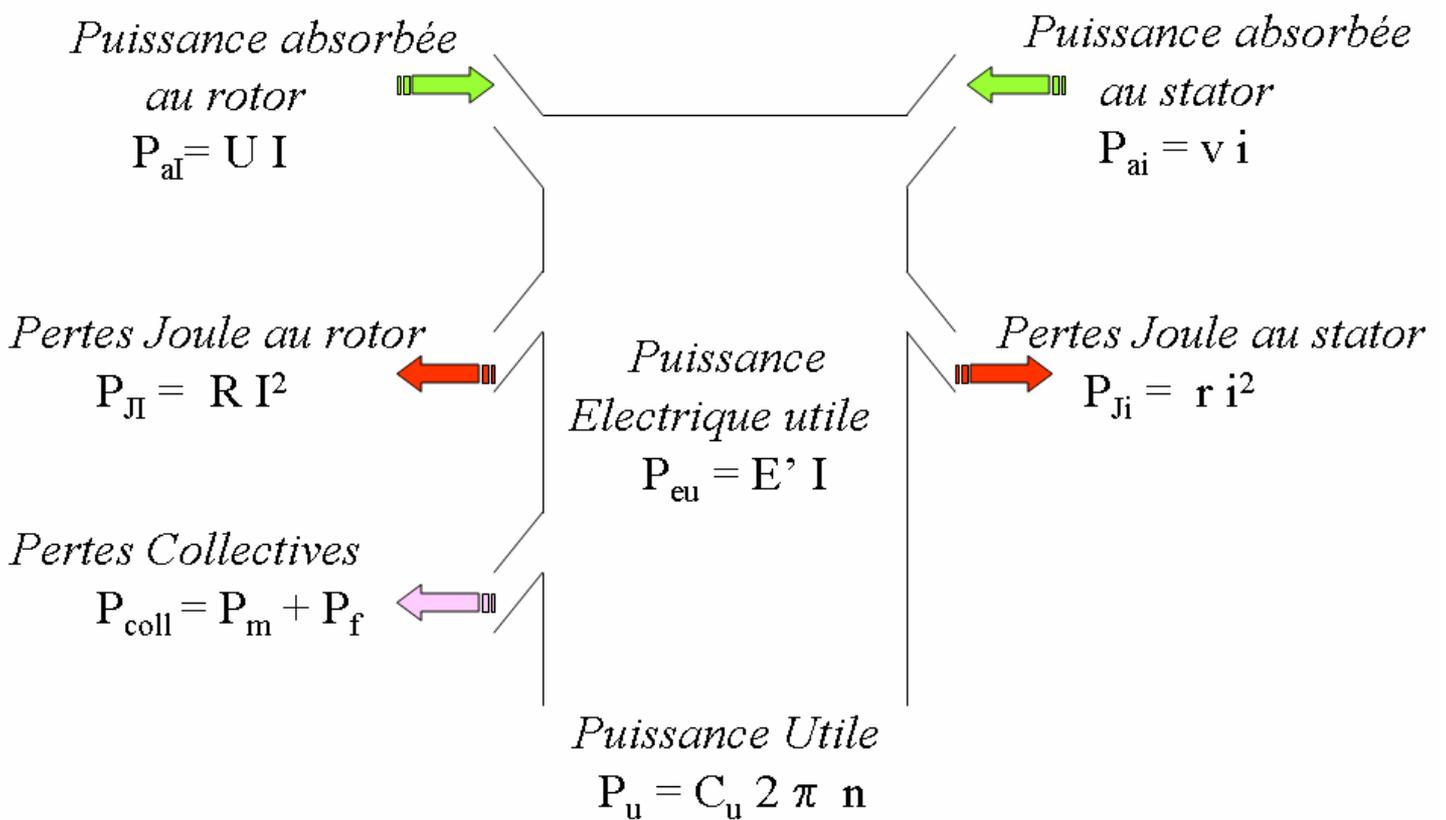
VITESSE / PUISSANCE / COUPLE

Vitesse de rotation

$$E' = k n \Phi \longrightarrow n = E' / K \Phi$$

$$\left. \begin{array}{l} n = U - R I / K \Phi \\ \Phi = k i \end{array} \right\} \longrightarrow n = [U - R I] / K' i$$

Puissance



Couple

$$C_u = P_u / 2 \pi n$$

$$C_u = P_{eu} - P_{coll} / 2 \pi n$$

$$C_u = E' I / 2 \pi n$$

$$C_u = K n \Phi I / 2 \pi n$$

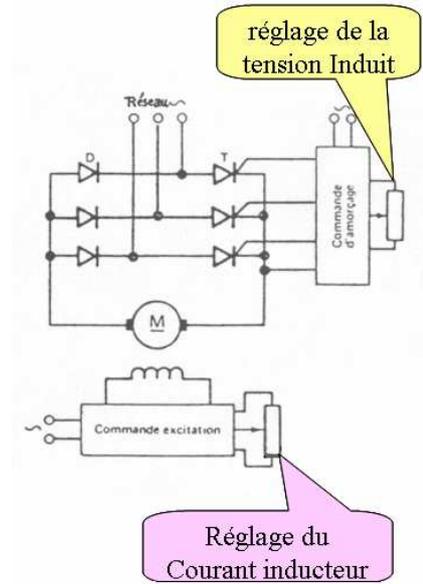
$$C_u = K' \Phi I$$

FONCTIONNEMENT A VITESSE VARIABLE

Pour faire varier la vitesse on peut agir sur deux paramètres:

$$n = [U - R I] / K' i$$

- 1) la tension d'alimentation de l'induit U .
- 2) le flux produit par les inducteurs Φ .

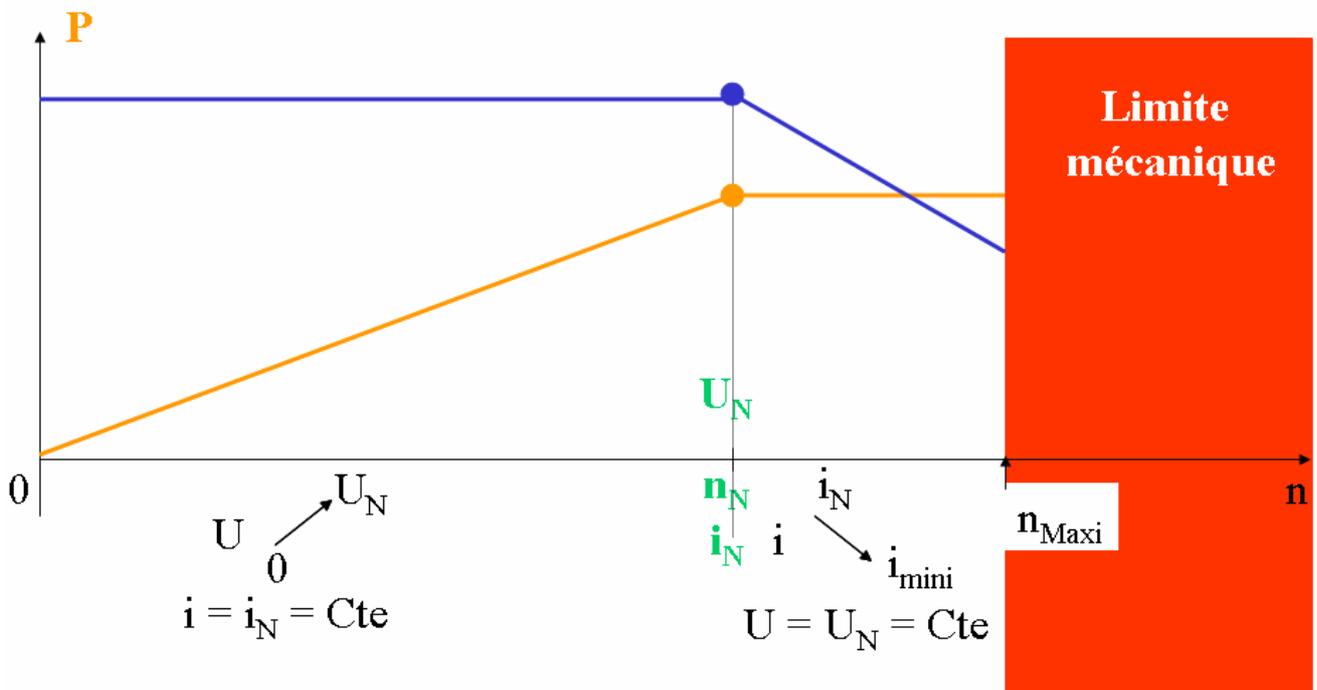


- 1) Action sur la tension d'alimentation avec un flux constant
 - **le couple est constant**,
 - la puissance varie proportionnellement à la vitesse.
- 2) Action sur le flux avec une tension constante
 - le couple varie avec le flux,
 - **la puissance reste constante**, (on gagne en vitesse ce que l'on perd en couple).

$$n = [U - R I] / K' i$$

$$C = K \Phi I$$

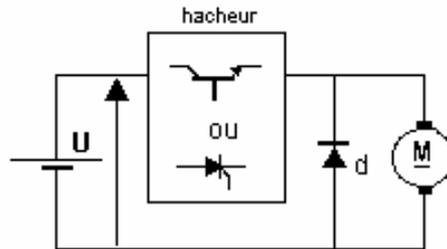
$$P = C 2 \pi n$$



TECHNOLOGIE DES VARIATEURS

Convertisseurs Continu Continu

La tension continue U de la source est découpée par un hacheur à transistor ou thyristor. La tension moyenne obtenue est appliquée à l'induit du moteur.

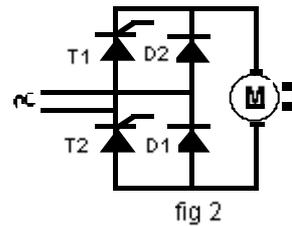
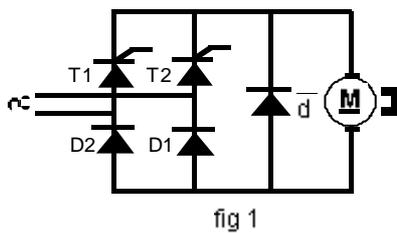


Convertisseurs Alternatif-Continu

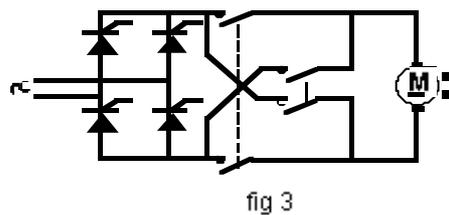
La tension alternative de la source est redressée, la tension moyenne peut varier par l'utilisation de redresseurs commandés.

§ Variateurs monophasés (20 à 50 A)

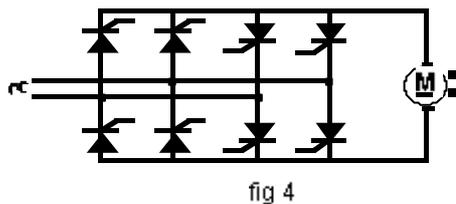
- utilisation d'un pont mixte figs 1 et 2



- utilisation d'un pont complet réversible avec contacteurs fig 3 commutation 50 à 200 ms.



- utilisation d'un pont double réversible fig 4 commutation - 6 ms.



§ Variateurs triphasés (50 à 1000 A)

- utilisation de pont mixte fig 5

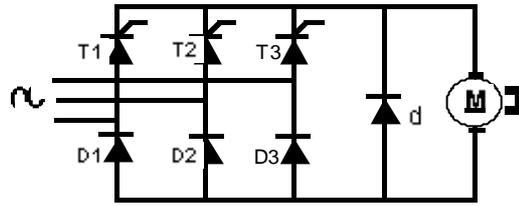


fig 5

- utilisation de pont complet réversible fig 6

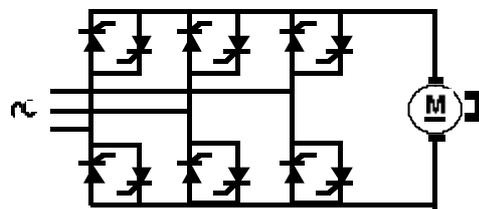
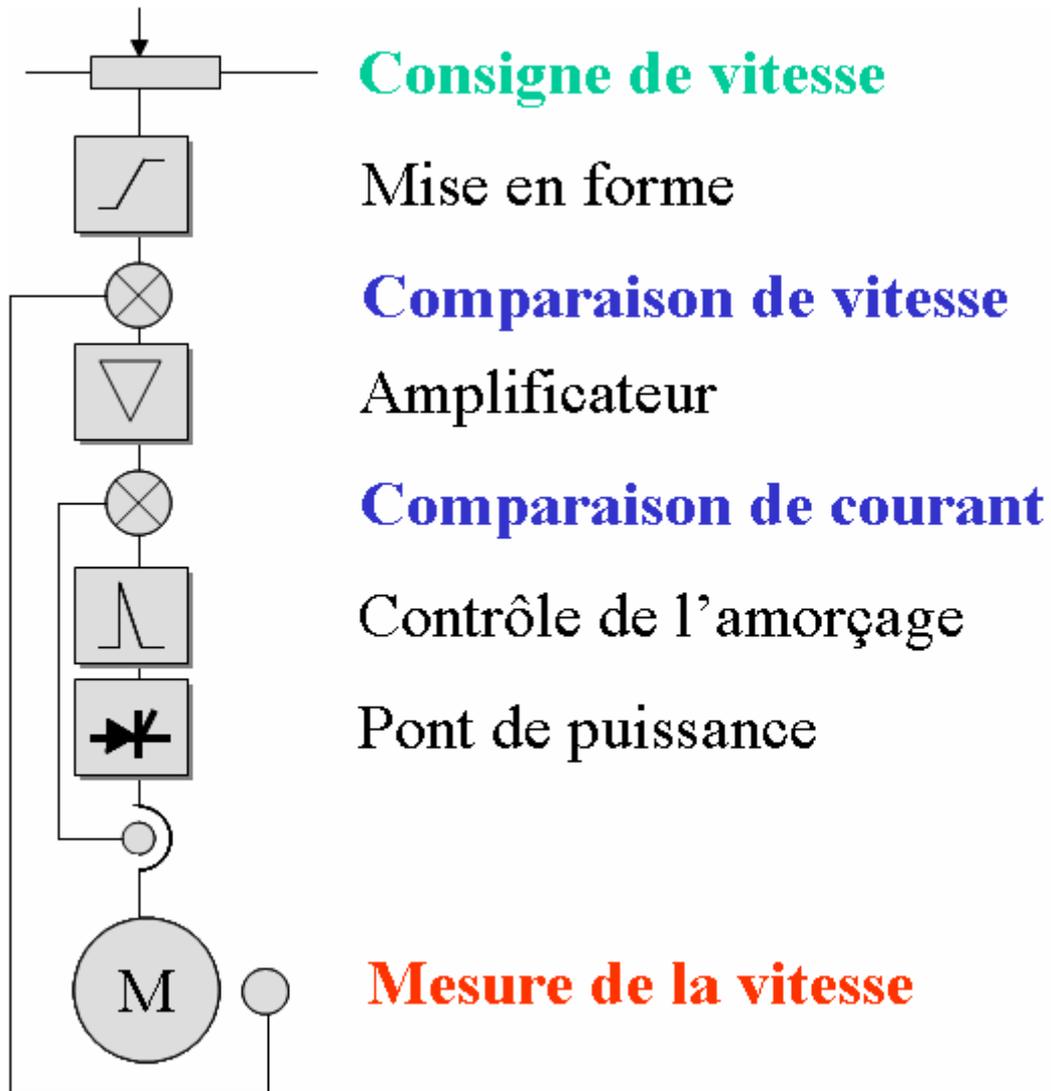


fig 6

SYNOPTIQUE D'UNE REGULATION DE VITESSE



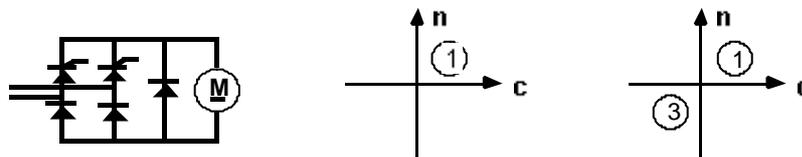
DOCUMENTATION CONSTRUCTEUR

Variateur de vitesse RECTIVAR 4 TELEMECANIQUE

Ces variateurs de vitesse sont destinés à l'alimentation de moteurs à courant continu à excitation séparée ou permanente, alimentés à partir du réseau monophasé ou triphasé. Unidirectionnel, pont mixte, ils fonctionnent dans le premier ou le troisième quadrant et s'ils sont pourvus d'une séquence appropriée, ils fonctionnent dans les deux quadrants précités. Réversibles, double pont complet, ils fonctionnent dans les quatre quadrants et permettent le freinage par récupération d'énergie sur le réseau.

RECTIVAR 4 Série 04 Alimentation en monophasé (0,65 à 9,3 KW)

RECTIVAR 4 Série 74 Alimentation en triphasé (6 à 1700 KW)



RECTIVAR 4 Série 44 Alimentation en monophasé (0,65 à 8,5 KW)

RECTIVAR 4 Série 84 Alimentation en triphasé (2,7 à 1530 KW)



Constitution

Ils comportent deux cartes :

\$ Le pont de puissance et ses protections.

\$ L'ensemble du contrôle électronique avec:

- des cavaliers pour adapter l'appareil aux conditions d'utilisation choisies.
- le potentiomètre de réglage du courant maximum.

Caractéristiques dynamiques

Deux types de régulation sont possibles :

- Par force contre électromotrice (FCEM). Elle s'effectue à partir de la tension d'induit du moteur et de sa chute RI

$$E' = U - RI$$

- Régulation par dynamo tachymétrique.

Elle s'effectue à partir de la vitesse du moteur et nécessite l'adjonction d'une dynamo tachymétrique et l'adaptation du circuit de retour à la constante de vitesse.

Tableau des performances suivant le type de régulation, (en % de la vitesse affichée).

| Régulation par FCEM | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Gamme de vitesse | Variation des paramètres | |
| | Couple de charge de 0,2 Cn à Cn | Température ambiante 20°C - 20°C |
| 1 à 20 | 5 % | ± 2,2% |

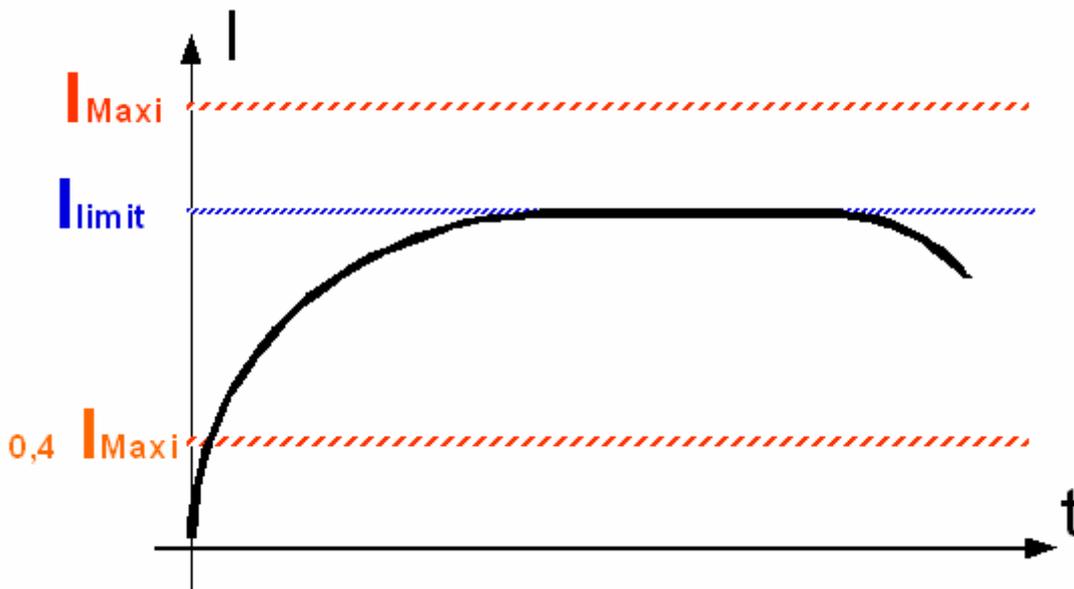
| Régulation par dynamo tachymétrique | | |
|-------------------------------------|----------|--------|
| 1 à 200 | ± 0,24 % | ± 2,2% |

Fonctionnement de la limitation de courant

L'utilisateur règle la valeur du courant maximum délivré par le variateur au moteur (I limit).

$$0,4 I_{MAXI} < I_{limit} < I_{MAXI}$$

Quand la valeur du courant fourni au moteur atteint I limit le variateur signale qu'il fonctionne en limitant le courant au niveau du moteur.



Variateur RECTIVAR 4 Série 04

Pont mixte unidirectionnel de 0,65 à 9,3 KW (2)

| Réseau | | Variateur | | Moteur | | Référence |
|---------------------|--|---------------------|-------------|---------------------|------------------------------|---------------------------------|
| Tension 50/60 Hz | Courant de ligne I _{eff} A | Fusibles UR A | I Maxi A | I _n A | P Maxi Cd/Cn 1,2 KW | I excitation Maxi 2 A (1) |
| | Tension d'induit | 160V | | | | |
| 220 V | 7,5 | 20 | 6 | 5 | 0,68 | RTV04U50M |
| | 15 | 25 | 12 | 10 | 1,36 | RTV04D10M |
| | 30 | 40 | 24 | 20 | 2,72 | RTV04D20M |
| | 55 | 100 | 44 | 36,7 | 5 | RTV04D37M |
| | Tension d'induit | 175V | | | | |
| 380 V | 15 | 25 | 12 | 10 | 1,36 | RTV04D10Q |
| | 30 | 40 | 24 | 20 | 2,72 | RTV04D20Q |
| | 55 | 100 | 44 | 36,7 | 5 | RTV04D37Q |

(1) Tension d'excitation

0,45 U réseau en mono alternance

0,85 U réseau en double alternance

(2) Gamme de vitesse

1 à 20 en retour de tension (U - RI)

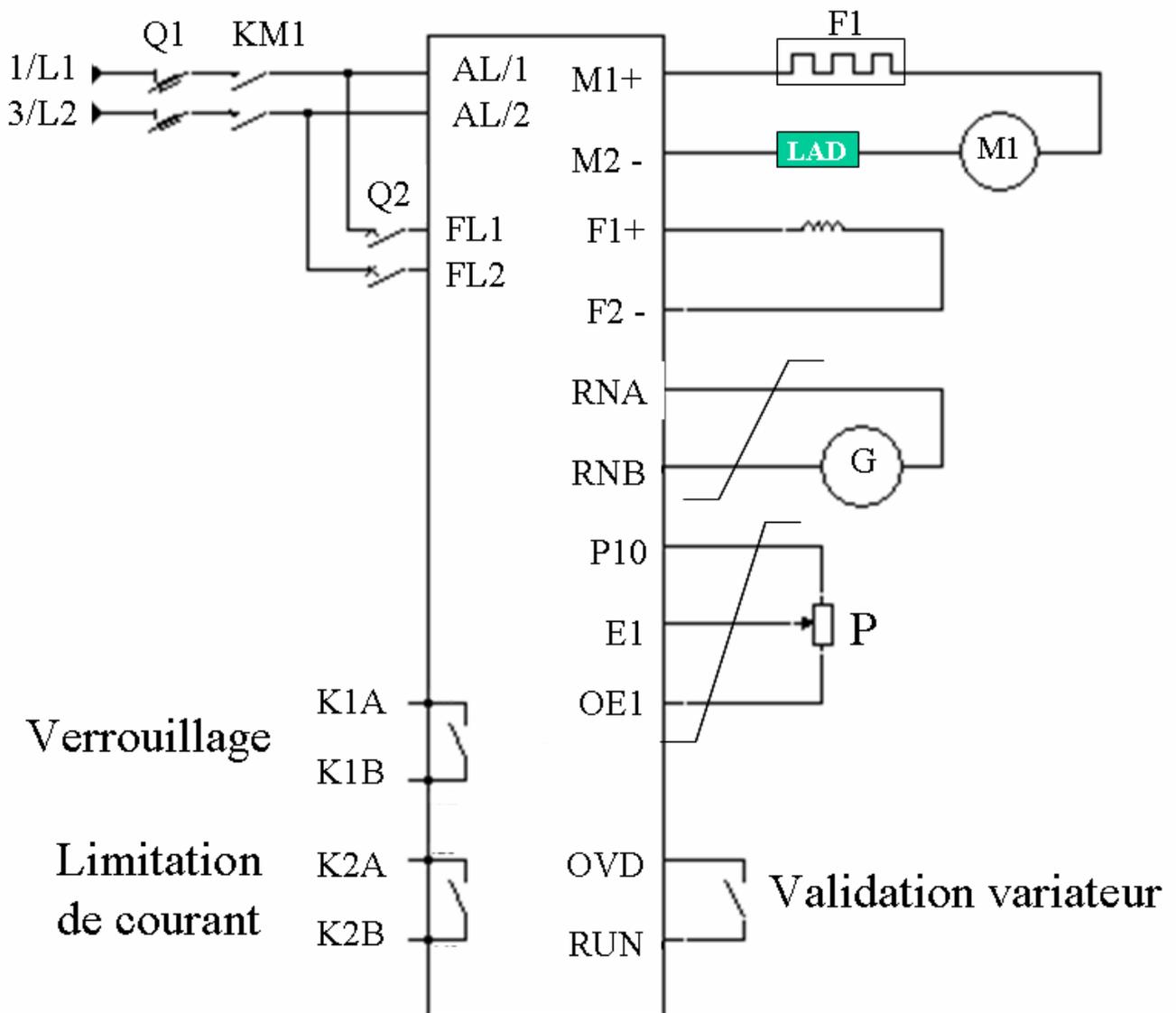
1 à 200 en retour dynamo tachymétrique

ATTENTION

Si le couple au démarrage est > à 1.2 il faut considérer le courant Id absorbé par le moteur pour déterminer le variateur Id < I Maxi variateur.

Variateur de vitesse RECTIVAR 4 Série 04

1 sens de marche
 Alimentation
 220 V - 50/60 Hz



EXERCICE

Etude d'une unité de câblage de faisceaux de fils

L'unité de câblage réalise:

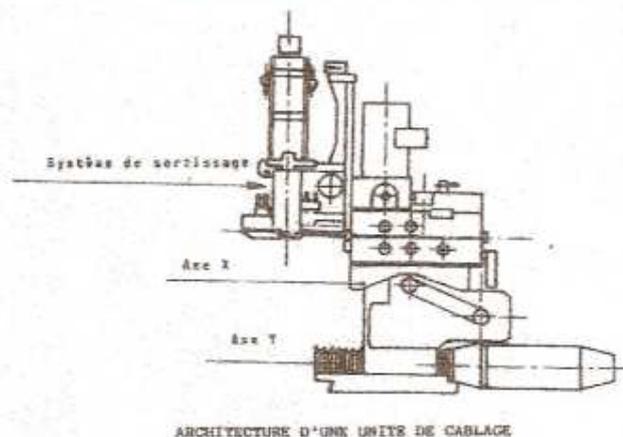
- l'alimentation, la mesure et la coupe à longueur les fils électriques.
- le positionnement les 2 extrémités de chaque fil devant les points de sertissage des boîtiers.
- la mise en position de ces 2 extrémités dans les boîtiers.

L'unité de câblage est constituée par :

- un ensemble mesureur de la longueur de fil.
- un système de coupe du fil.
- un système de sertissage du fil dans les boîtiers.
- une table XY.

axe X course utile 240 mm
 masse à entraîner 100 Kg
 vitesse maximum 240 mm/s
 vis à billes diamètre 20 mm, Pas 5 mm

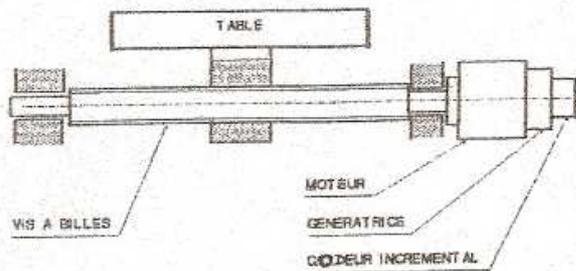
axe Y course utile 120 mm
 masse à entraîner 120 Kg
 vitesse maximum 240 mm/s
 vis à billes diamètre 20 mm, Pas 5 mm



Structure de l'axe

l'axe est constitué par:

- une vis à billes au pas de 5 mm.
- un plateau lié à un écrou.
- un moteur à courant continu.
- une génératrice tachymétrique intégrée au moteur.
- un codeur incrémental intégré au moteur.



L'axe est asservi en position et en vitesse par une carte d'axe implantée dans un automate programmable.

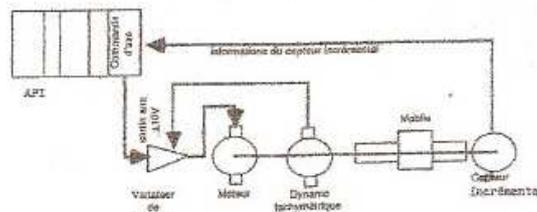
Dans l'application on doit obtenir:

- 13 positions d'arrêt différentes.
- une tolérance de positionnement de 0,02 mm.
- une vitesse de déplacement est de 240 mm/s.

Caractéristiques de la carte d'axe

La carte d'axe est conçue pour:

- commander un cycle de 200 déplacements maximum sur un axe piloté par un moteur à courant continu.
- assurer un asservissement de l'axe en vitesse et en position.
- piloter un variateur par sa sortie analogique +10V par pas de 5mV (résolution 11 bits + signe).
- recevoir des informations en provenance d'un codeur de type incrémental à la fréquence de 40 KHz Maxi.



Choix du variateur de vitesse

Pour des raisons de maintenance, les axes X et Y sont équipés du même moteur. Les caractéristiques du moteur ont été déterminées à partir des caractéristiques mécaniques de l'axe Y.

Servomoteur MAVILOR référence Mo 300. (caractéristiques voir la documentation N°1)

Courant continu.

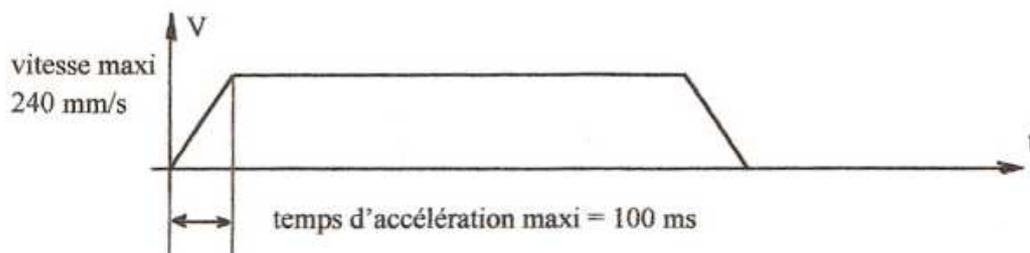
Stator aimants permanents.

Rotor plat bobiné.

Le fournisseur de ce type de moteur à courant continu propose une gamme de variateurs de vitesse électroniques dont les caractéristiques sont énumérées dans la documentation N°2.

Question 1:

Pour effectuer un déplacement de la table Y, l'allure schématique du diagramme Vitesse-Temps est le suivant.



A la vitesse constante de 240 mm/s, le couple moteur est 1,1 Nm.

Dans la zone d'accélération, le couple moteur est de 2,1 Nm.

- 1) En utilisant l'abaque fourni sur le document réponse, déterminer le courant d'induit et la tension d'induit pour le déplacement à la vitesse constante.
- 2) A partir du même abaque, déterminer le courant d'induit nécessaire au démarrage de l'unité.

Utilisation de l'abaque

Cet abaque permet de déterminer les caractéristiques suivantes:

- courant d'induit en fonction du couple (Kt est la constante de couple).
- vitesse de rotation en fonction du couple pour une tension d'induit constante.

A titre d'exemple, le point M tracé sur l'abaque correspond aux caractéristiques suivantes:

- tension d'induit = 95 V
- courant d'induit = 12 A
- couple = 170 N cm

Question 2:

A l'aide des résultats trouvés a la question N°1 et des caractéristiques des variateurs proposés (documentation N°2), faire un choix justifié du type de variateur à associer au moteur.

Choix d'un codeur incrémental

A l'aide des caractéristiques techniques des codeurs énumérées dans la documentation N°3.

Question 3:

A partir des caractéristiques liées à l'asservissement (précision, vitesse maximum), faire un choix justifié du nombre d'incréments par tour du codeur incrémental.

La précision du codeur devra être meilleure que la moitié de celle de l'asservissement.

Question 4:

Vérifier que le choix du codeur est compatible avec la carte d'axe et que l'ensemble peut remplir les conditions de fonctionnement du poste.

Documentation N°1

Caractéristiques des servomoteurs MAVILOR

Série MO

| | | Symbole | Unité | Mo 80 | Mo 51 | Mo 100 | Mo 200 | Mo 300 | Mo 301 | Mo 600 |
|------|--|--------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | Caractéristiques nominales ¹⁾ | | | | | | | | | |
| 1.1 | Couple nominal | M_N | Ncm | 24,7 | 31 | 36 | 64 | 127 | 100 | 223 |
| 1.2 | Vitesse nominale | n_N | t/min. | 6000 | 6000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 |
| 1.3 | Puissance nominale | P_N | W | 155 | 195 | 113 | 200 | 400 | 310 | 700 |
| 1.4 | Tension nominale | U_N | V | 40,3 | 26,5 | 29,4 | 40 | 54 | 24 | 88 |
| 1.5 | Courant nominal | I_N | A | 5 | 10 | 5,53 | 7 | 9 | 16,5 | 9,5 |
| 2 | Valeurs limites | | | | | | | | | |
| 2.1 | Couple impulsionnel max. ²⁾ | M_{max} | Ncm | 247 | 248 | 276 | 640 | 1100 | 1000 | 1500 |
| 2.2 | Courant impulsionnel max. ²⁾ | I_{max} | A | 46 | 77 | 38,5 | 62 | 76 | 159 | 62 |
| 2.3 | Durée de charge pour I_{max} ²⁾ | t_B | s | 1 | 1 | 1 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,0 |
| 2.4 | Courant max. en rotation lente ³⁾ | I_0 | A | 4,5 | 7 | 5 | 5,2 | 7,5 | 13 | 8,5 |
| 2.5 | Vitesse max. | n_{max} | t/min. | 10 000 | 10 000 | 8 000 | 6 000 | 8 000 | 7 000 | 5 000 |
| 3 | Caractéristiques intrinsèques | | | | | | | | | |
| 3.1 | Constante de F.E.M. ⁵⁾ | k_E | V/1000 t/min. | 5,95 | 3,66 | 7,5 | 10,15 | 15,3 | 6,7 | 26,1 |
| 3.2 | Constante de couple | K_T | Ncm/A | 5,68 | 3,5 | 7,16 | 9,7 | 14,5 | 6,4 | 24,5 |
| 3.3 | Chute de vitesse à tension constante | k_n | t/min./Ncm | 28 | 34 | 16 | 7,2 | 3,6 | 4,7 | 1,4 |
| 3.4 | Couple de frottement sec | M_F | Ncm | 1,13 | 1,15 | 2 | 2,72 | 3,0 | 3,0 | 5,5 |
| 3.5 | Coefficient de frottement visqueux | k_D | Ncm/1000 t/min. | 0,1 | 0,45 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 1 |
| 3.6 | Résistance d'induit (à 20 °C) | R_A | Ohm | 0,71 | 0,35 | 0,86 | 1 | 0,8 | 0,2 | 0,93 |
| 3.7 | Inductance d'induit | L_A | mH | 0,045 | 0,017 | 0,063 | 0,102 | 0,120 | 0,100 | 0,120 |
| 3.8 | Constante de temps mécanique | T_{mech} | ms | 9,24 | 12 | 7,4 | 15 | 16 | 19 | 10 |
| 3.9 | Constante de temps électrique | T_{el} | ms | 0,05 | 0,05 | 0,07 | 0,10 | 0,15 | 0,5 | 0,2 |
| 3.10 | Moment d'inertie | J | kgcm ² | 0,44 | 0,44 | 0,46 | 1,48 | 4,5 | 4,5 | 6,8 |
| 4 | Valeurs thermiques | | | | | | | | | |
| 4.1 | Constante de temps therm. rotor carcasse | T_1 | s | 120 | 120 | 120 | 180 | 220 | 220 | 250 |
| 4.2 | Constante de temps therm. carcasse ambiant | T_2 | s | 1200 | 1200 | 1200 | 1700 | 2280 | 2280 | 2520 |
| 4.3 | Résistance thermique rotor carcasse | R_{T1} | K/W | 0,9 | 0,9 | 1 | 0,82 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 4.4 | Résistance thermique carcasse ambiant | R_{T2} | K/W | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 4.5 | Coefficient thermique de F.E.M. | Δk_E | %/K | -0,02 | -0,02 | -0,02 | -0,02 | -0,02 | -0,02 | -0,02 |
| 5 | Données mécaniques | | | | | | | | | |
| 5.1 | Charge radiale de l'arbre | F_r | daN | 20 | 20 | 20 | 20 | 25 | 25 | 25 |
| 5.2 | Charge axiale de l'arbre | F_a | daN | 15 | 15 | 15 | 15 | 20 | 20 | 20 |
| 5.3 | Poids standard | m_M | kg | 2 | 2 | 2 | 2,6 | 5 | 5 | 7 |
| 5.4 | Poids avec tachy | m_{M+T} | kg | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 3,8 | 6 | 6 | 8,5 |

Température ambiante : 40 °C.

Protection standard : IP 54 (IP 65 en option).

Exécutions spéciales en option, par exemple :

militaire, nucléaire, bout d'arbre spécial, fonctionnement à très basse température.

Tous les servomoteurs MAVILOR peuvent être montés avec une ventilation forcée. La puissance est alors augmentée de 45-50 % (voir courbe caractéristique).

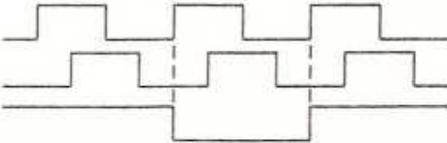
Documentation N°2

VARIATEURS

| Type | U entrée V | U nom V | I nom | I max A | Puissance continue W | Perte de puissance en nominal W |
|-------------|---------------|------------|-------|------------|-------------------------|---------------------------------------|
| SMV E 1004 | 40...110 | 30...100 | 4 | 8 | 400 | 18 |
| SMV E 1007 | 40...110 | 30...100 | 7 | 14 | 700 | 35 |
| SMV E 1010 | 40...110 | 30...100 | 10 1) | 20 | 1000 | 45 |
| SMV EP 1010 | 40...110 | 30...100 | 10 1) | 26 | 1000 | 45 |
| SMV E 1505 | 60...160 | 50...150 | 5 | 10 | 750 | 40 |
| SMV E 1510 | 60...160 | 50...150 | 10 | 20 | 1500 | 80 |
| SMV E 1520 | 60...160 | 50...150 | 20 2) | 40 | 3000 | 160 |
| SMV E 1530 | 60...160 | 50...150 | 30 3) | 60 | 4500 | 220 |
| SMV EE 1540 | 60...160 | 50...150 | 40 3) | 80 | 6000 | 290 |
| SMV EE 1560 | 60...160 | 50...150 | 60 3) | 120 | 9000 | 450 |
| SMV E 2405 | 60...250 | 50...240 | 5 | 10 | 1200 | 55 |
| SMV E 2410 | 60...250 | 50...240 | 10 | 20 | 2400 | 100 |
| SMV E 2420 | 60...250 | 50...240 | 20 2) | 40 | 4800 | 215 |
| SMV E 2430 | 60...250 | 50...240 | 30 3) | 60 | 7200 | 290 |
| SMV EE 2440 | 60...250 | 50...240 | 40 3) | 80 | 9600 | 400 |
| SMV EE 2460 | 60...250 | 50...240 | 60 3) | 120 | 15000 | 620 |

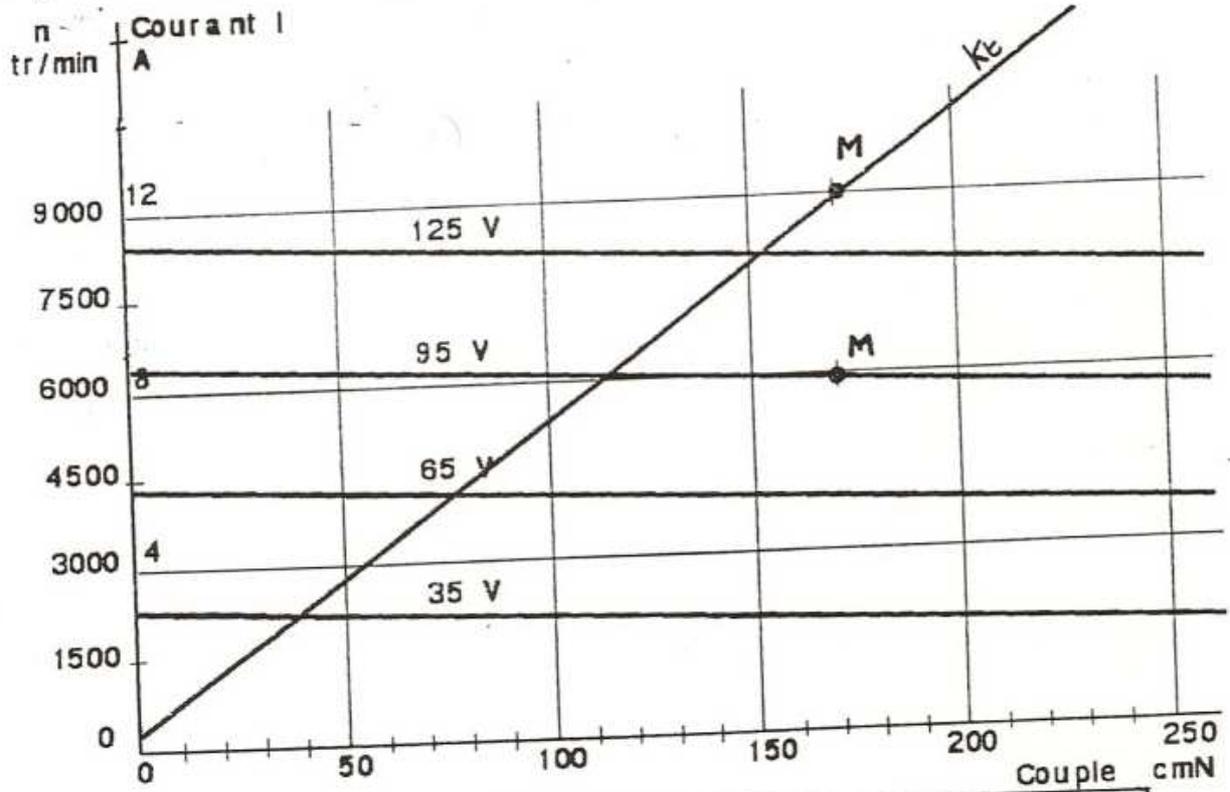
(1) Ventilé à partir de 8 A nom. 2) Ventilé à partir de 15 A nom. 3) Ventilé

Documentation N°3

| Données techniques à +25°C | |
|------------------------------------|---|
| Nbre incréments par tour codeur | RB 10, 20, 25, 30, 36, 40, 50, 60, 100, 120, 125, 128, 150, 180, 200, 250, 400, 500 RC 25, 30, 36, 40, 50, 60, 100, 120, 125, 150, 200, 250, 256, 300, 360, 400, 500, 512 |
| vitesse de rotation maximum | 6000 t/mn |
| couple de démarrage | typ. 0,5 Ncm |
| charge maxi sur l'axe | radiale: 20 N; axiale: 20 N |
| vibrations | 10 g (58 – 2000 Hz) |
| résistance au choc | 30 g (11 ms) |
| protection | IP 64 |
| boîtier | aluminium |
| axe | acier inoxydable |
| poids | 200 g (RB) 300 g (RC) |
| température ambiante | -20°C à +60°C |
| température stockage | -30°C à +80°C, jusqu'à 98% humidité relative de l'air |
| tension d'alimentation | 5 V ±0,25 V DC; 10 – 30 V DC |
| consommation | 120 mA – 150 mA |
| courant de sortie | 5 V DC: TTL-sortie 30 mA; 10 – 30 V DC: sortie en push pull 50 mA |
| signal de sortie | <p>piste A: </p> <p>piste B:</p> <p>index O:</p> <p>Sorties complémentées 5 V sur RB/RC et en version 24 V DC/RC sur demande</p> |
| déphasage canal A et B | 90° |
| maxi erreur de phase | ±45° (de 0°C à +50°C) |
| fréquence de commutation | 15 kHz |
| raccordement | 5 V/10 – 30 V blanc A vert B jaune O (index) brun L+ gris L- gris blindage |

Document réponse

Faire figurer vos tracés sur l'abaque.



| | |
|--------------------------------------|-----|
| Courant d'induit à vitesse constante | I = |
| Tension d'induit à vitesse constante | V = |
| Courant d'induit au démarrage | I = |

CORRECTION VOIR LE DIAPORAMA PP

VARIATION DE VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES

RAPPELS

vitesse de synchronisme

$$n_s = \frac{f \text{ (Hz)}}{p \text{ nb de paire de pôles}}$$

(tr/s)

glissement

$$g = \frac{n_s - n}{n_s} \rightarrow n = n_s (1 - g)$$

$$n = \frac{f}{p} (1 - g)$$

La vitesse de rotation du moteur peut donc être modifiée comme suit:

- Action sur « p » action discontinue.

- Action sur « g » \$ par baisse de la tension du stator.
 \$ par augmentation de la résistance du rotor
 \$ par addition d'un couple de freinage.

- Action sur « f » par hacheur-onduleur, cycloconvertisseur.

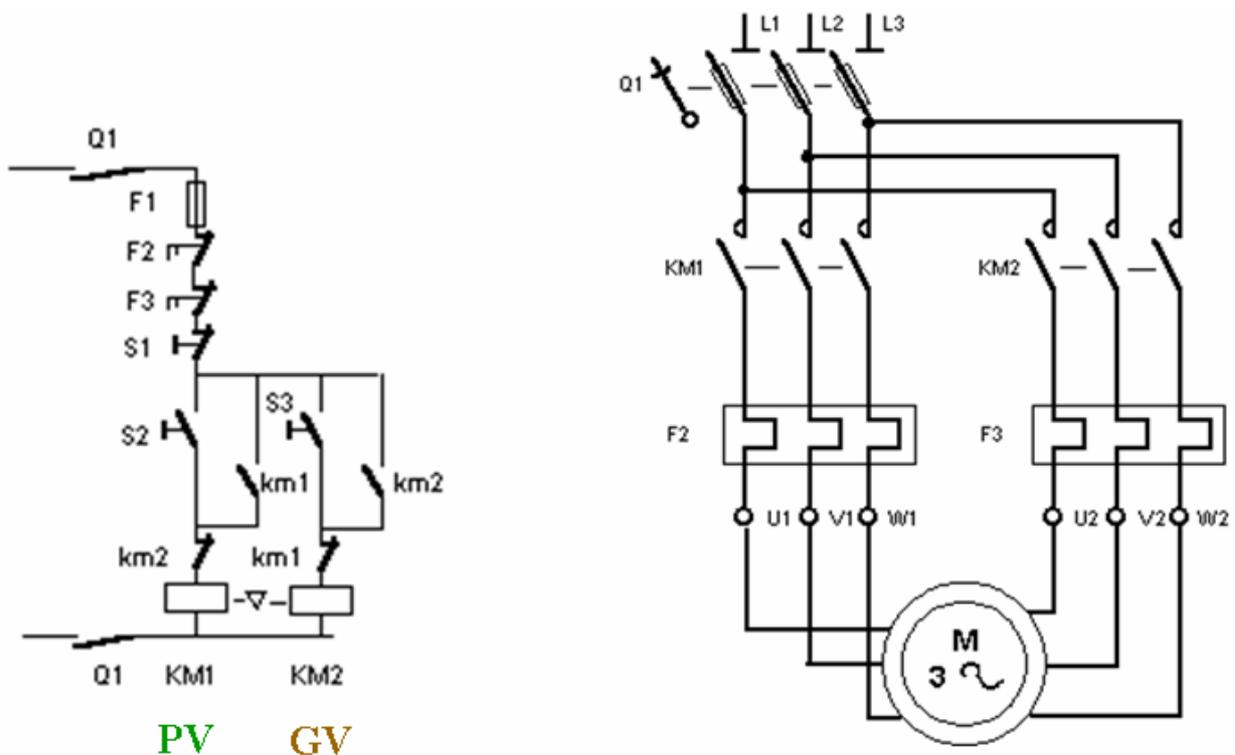
ACTION SUR P (Moteur à deux vitesses)

Moteur à enroulements séparés

Les deux enroulements sont indépendants, isolés, montés l'un après l'autre dans les encoches du même stator.

Ils permettent un rapport de vitesse quelconque mais fixé à la fabrication, (un enroulement hors tension ne doit jamais être couplé en triangle " courants induits").

Les intensités nominales étant généralement différentes, deux relais thermiques de protection sont nécessaires.

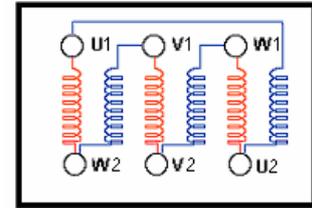


Moteur à couplage de pôles (Dahlander - Lindström)

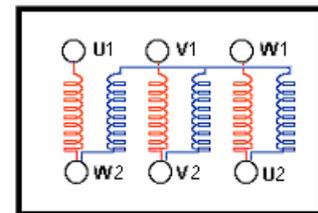
Ces moteurs n'ont qu'un seul bobinage triphasé. Il ne permet qu'un seul rapport de vitesse de 1 à 2. Ce rapport est obtenu par couplage des enroulements.

Deux couplages sont possibles:

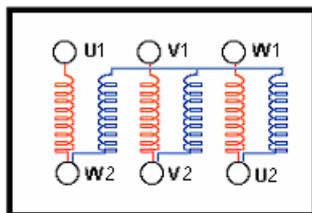
(Δ série - Y parallèle) machines outils



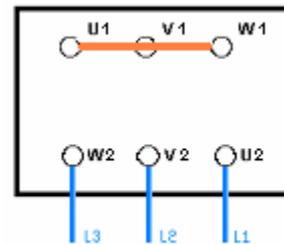
(Y série - Y parallèle) machines centrifuges



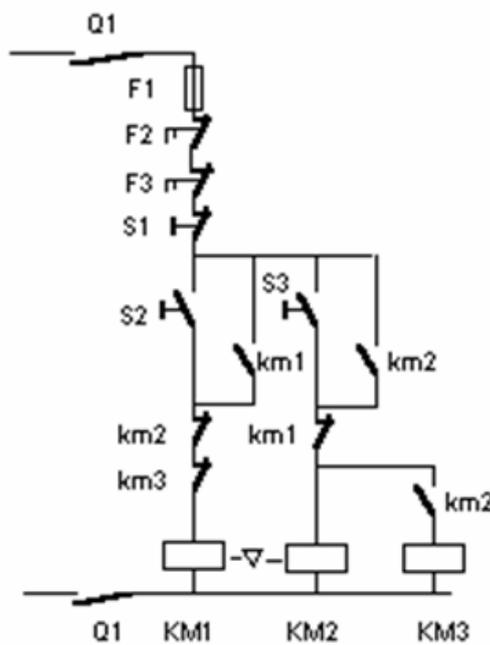
Les mêmes raccordements sont à réaliser au niveau de la plaque à bornes. Le choix du couplage est à préciser à l'achat du moteur.



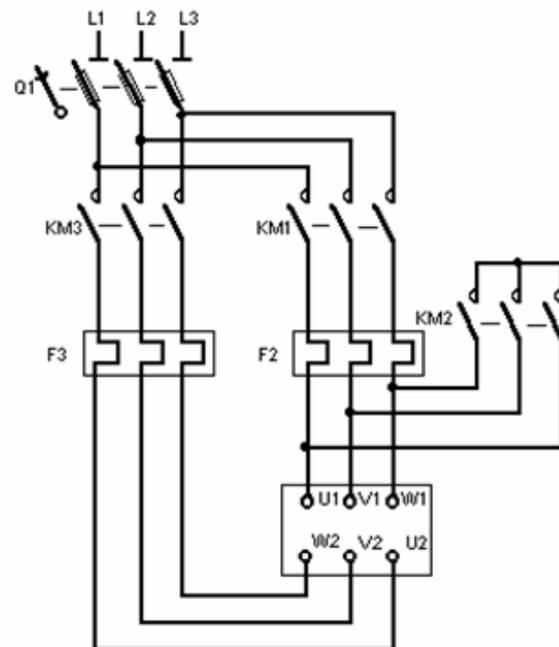
Petite vitesse



Grande vitesse



PV



GV

ACTION SUR g

Pour un moteur asynchrone, en fonction de la vitesse, le couple varie comme le carré de la tension.

$$C = K U^2$$

Le couple passe par un maximum pour:

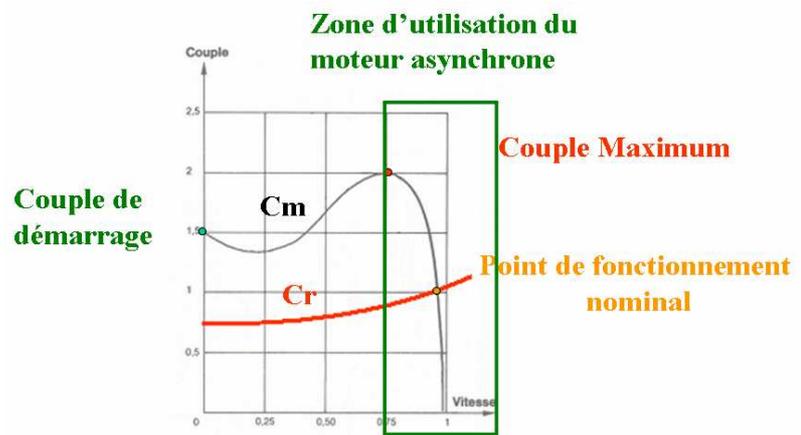
$$g \omega = R / L$$

R : résistance du rotor

L : inductance du rotor

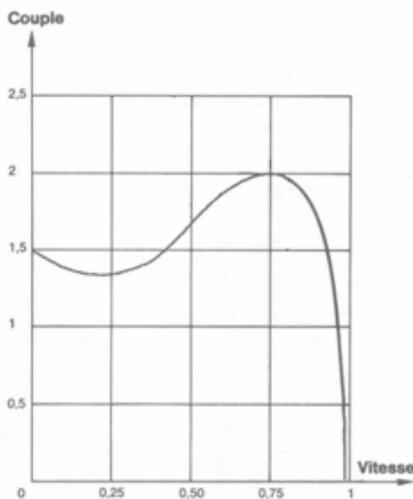
g : glissement

ω : vitesse angulaire de synchronisme

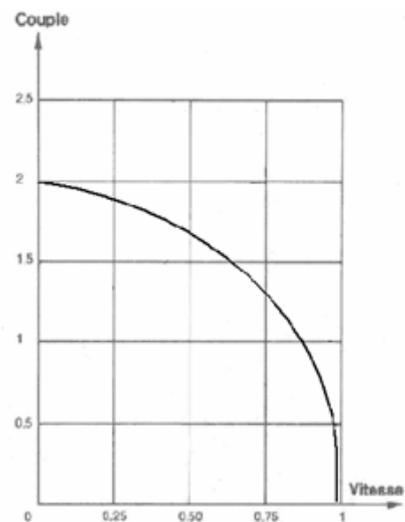


Au delà de la vitesse correspondant au couple maximal le fonctionnement du moteur est stable, en deça le moteur décroche.

La caractéristique couple vitesse des moteurs asynchrones dépend de la fabrication du rotor.



Moteur à simple cage



Moteur à cage résistante

La plage de variation de vitesse permise dépend de l'allure de cette caractéristique.

Action sur g par baisse de tension au stator (moteur à cage).

La variation Δn est mise en évidence par les points d'intersection avec C_r .

- Rotor à cage normale

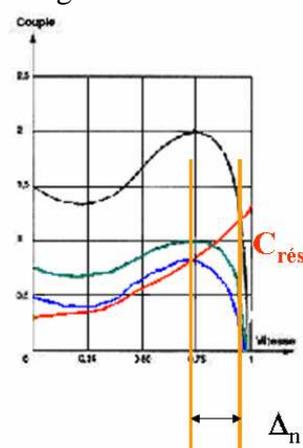
Seule une faible variation de vitesse Δn est permise au delà le moindre supplément de C_r entraîne une instabilité, et le décrochage du moteur.

$$C_d = C_d / 2$$

$$C_{max} = C_{max} / 2$$

$$C_d = C_d / 3$$

$$C_{max} = C_{max} / 3$$



$$U_{alim} = U_n$$

$$U_{alim} = U_n / \sqrt{2}$$

$$U_{alim} = U_n / \sqrt{3}$$

- Rotor à cage résistante

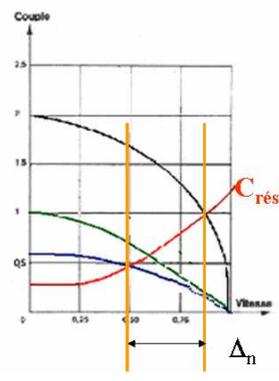
Ici on obtient une variation plus importante.

$$C_d = C_d / 2$$

$$C_{max} = C_{max} / 2$$

$$C_d = C_d / 3$$

$$C_{max} = C_{max} / 3$$

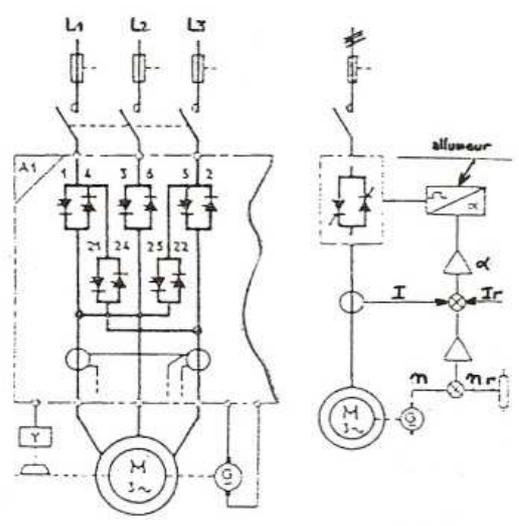


$$U_{alim} = U_n$$

$$U_{alim} = U_n / \sqrt{2}$$

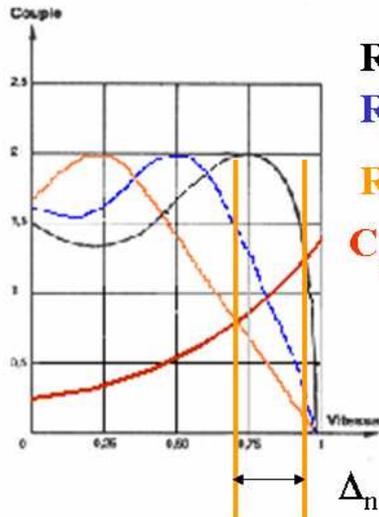
$$U_{alim} = U_n / \sqrt{3}$$

Réalisation avec utilisation d'un gradateur à thyristors "STATOVAR" (Télemécanique).

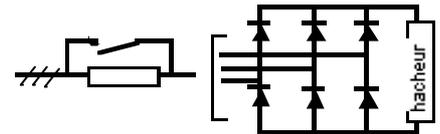


Action sur g par augmentation de la résistance rotorique (moteur à bagues).

Les résistances rotoriques sont prévues pour supporter le fonctionnement en petite vitesse. Elles dissipent l'énergie à l'extérieur du moteur. Elles sont en général fermées par un pont redresseur lui même court circuité par un hacheur qui ajuste ainsi la résistance rotorique.

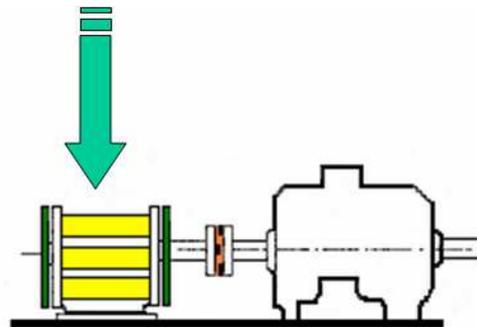
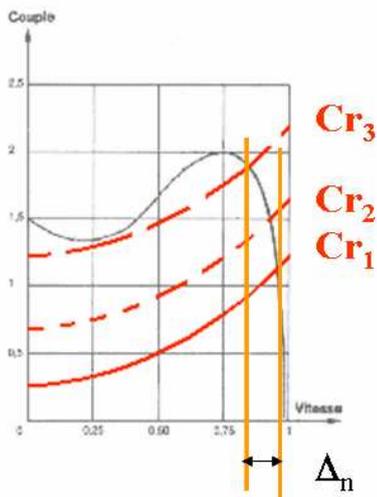


$R = R_{\text{rotor}}$
 $R = R_{\text{rotor}} + R1$
 $R = R_{\text{rotor}} + R1 + R2$
 $C_{\text{résistant}}$



Action sur g par addition d'un couple de freinage

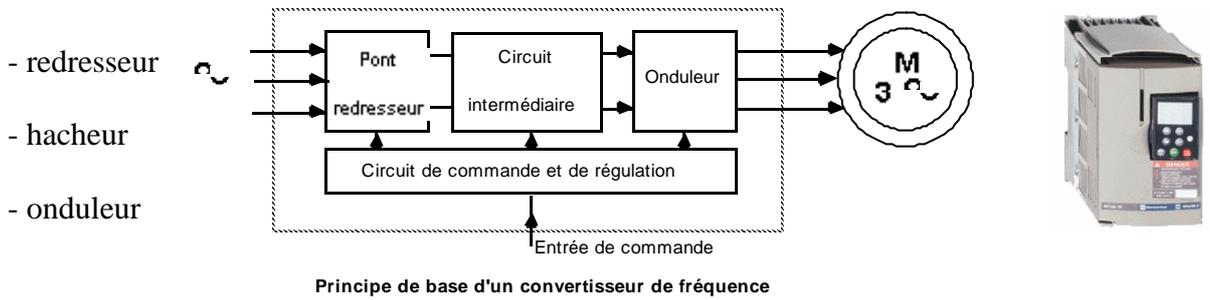
On utilise en général un ralentisseur à courants de FOUCAULT.



$Cr_3 > Cr_2 > Cr_1$

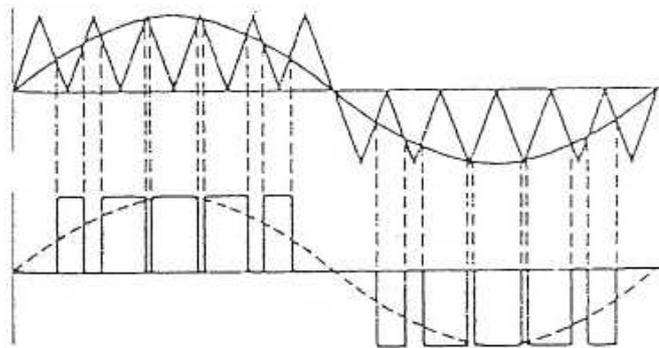
ACTION SUR f

On utilise l'association:

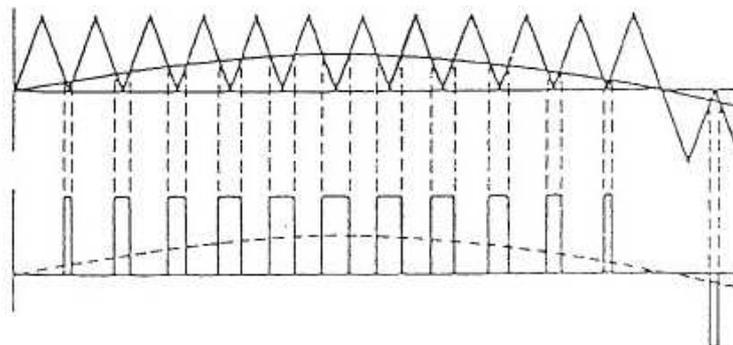


La conception des quatre circuits principaux (redresseur - circuit intermédiaire - onduleur - circuit de commande et de régulation) dépend essentiellement du type de convertisseur considéré.

Convertisseur de fréquence à largeur d'impulsions modulées (PWM).



Tension et fréquence maxi d'un PWM



PWM avec tension et fréquence réduites de moitié

Variateur de fréquence SYSDRIVE

Pourquoi faut-il choisir, pour un problème de variation de vitesse l'association d'un moteur asynchrone et d'un variateur de fréquence.



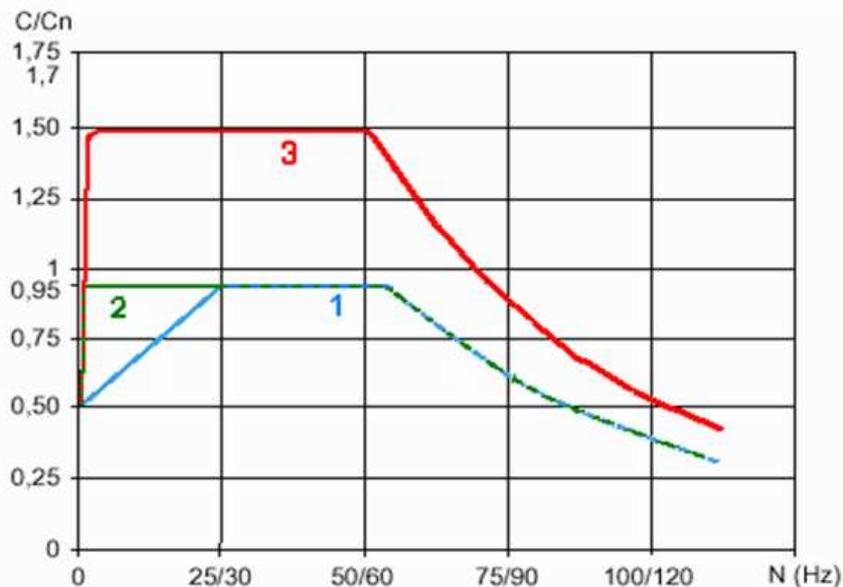
Parce qu'ils répondent aux exigences de robustesse et de simplicité des utilisateurs, les moteurs asynchrones sont les plus utilisés dans l'industrie.

Il est possible aujourd'hui, de faire varier leur vitesse et d'obtenir un couple constant, nécessaire le plus souvent à l'entraînement des machines.

Les variateurs de fréquence sont particulièrement adaptés à la commande des moteurs asynchrones normalisés, en fournissant une fréquence et une tension variables à partir du secteur.

Ces variateurs allient à la robustesse une grande simplicité de mise en œuvre.

Caractéristique de couple



- 1 Moteur autoventilé : couple utile permanent
- 2 Moteur motoventilé : couple utile permanent
- 3 Surcouple transitoire

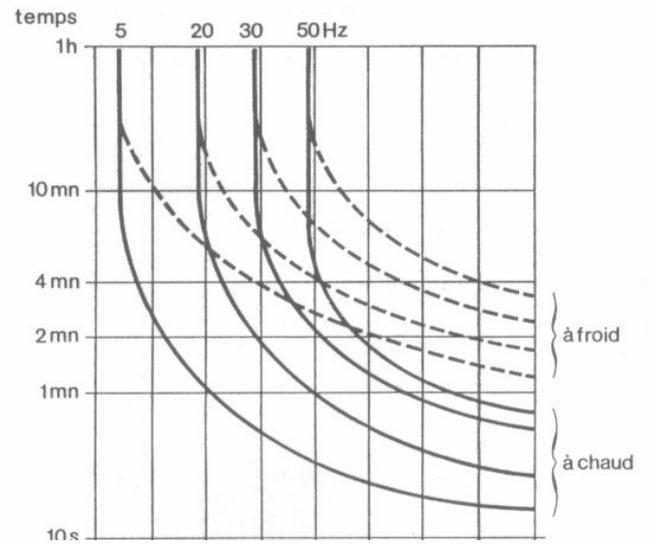
$$C_{max} = 1,5 C_N$$

La courbe ci-dessus définit le couple permanent et le couple transitoire disponibles soit sur un moteur autoventilé soit sur un moteur motoventilé. La différence réside uniquement dans l'aptitude du moteur à fournir un couple permanent important en dessous de 25 Hz.

La protection thermique du moteur est assurée par le variateur. Dans le cas d'un fonctionnement au-delà de 50 Hz il est nécessaire de s'assurer auprès de constructeur du moteur des possibilités mécaniques de survitesse du moteur choisi.

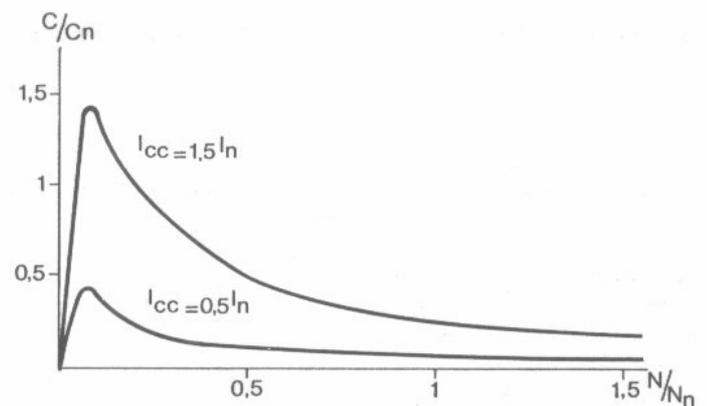
Protection thermique intégrée du moteur

Le microprocesseur calcule à partir de différents éléments (fréquence de fonctionnement, courant statotique moteur, temps d'utilisation ...) l'échauffement théorique du moteur.
 L'opérateur sur appel de la visualisation peut connaître à tout moment l'état thermique de la machine.
 Si le moteur atteint 118% de sa température nominale, le variateur se verrouille et le relais de sécurité est activé.
 Un code défaut apparaît sur les afficheurs.



Freinage et arrêt

La figure ci-contre donne l'allure des courbes de couple de freinage.
 Elles sont liées aux caractéristiques du moteur.
 Le couple de freinage est nul à vitesse nulle, il s'effectue par injection de courant continu.



Autodiagnostic

Une séquence d'autodiagnostic est intégrée dans le variateur. Elle permet de contrôler les fonctions principales du produit et de mettre en évidence un défaut éventuel au niveau :

- de la connectique et des circuits d'entrées logiques,
- de la carte de puissance et de la carte de contrôle.

Cette séquence permet une assistance efficace à la maintenance !

Utilisations particulières

- Utilisation avec un moteur de puissance différente du calibre du variateur.

L'appareil peut alimenter tout moteur de puissance inférieure à celle pour laquelle il a été prévu. Pour des puissances supérieures au calibre du variateur, s'assurer que le courant absorbé ne dépasse pas le courant nominal du variateur.

- Association de moteurs en parallèle,

Le calibre du variateur doit être supérieur ou égal à la somme des calibres des moteurs à raccorder. Il sera dans ce cas nécessaire de protéger chaque départ moteur par un relais thermique.

- Couplage d'un moteur en aval du variateur,

Le couplage à la volée est envisageable si la puissance du moteur génère une surcharge acceptable: ($I_p < \text{intensité transitoire maximale du variateur}$).

- Utilisation de moteurs spéciaux.

Moteurs frein, le frein doit être libéré pour une fréquence > 5 Hz.

OMRON VARIATEUR DE FREQUENCE

- Très compact,
- Puissance en monophasé : 0,1 kW à 0,75 kW,
- Alimentation monophasée de 200 à 240 Vc.a.,
- Console intégrée,
- Gamme de fréquence : 0 à 400 Hz,
- Une courbe V/f configurable,
- Unité de freinage intégrée pour tous les modèles,
- Conforme CE,
- 8 types de variateurs intégrant les fonctions, 4 quadrants en standard,
- Silencieux : fréquence de découpage réglable de 2,5 à 10 kHz éliminant 40 % des bruits,
- 2 modèles disponibles : un modèle standard et un modèle haute fonctionnalité.



Références

Modèle standard monophasé 220 Vc.a.

| Puissance | Sortie | Tension d'alimentation | Fréquence de sortie max. | Poids | Référence |
|-----------|----------------|------------------------|--------------------------|--------|----------------------------------|
| 0,1 kW | 0,8 A nominale | 220 V monophasée | 400 Hz | 0,5 kg | 3G3EV-AB001-CE ▲ |
| 0,2 kW | 1,5 A nominale | | | 0,6 kg | 3G3EV-AB002-CE ▲ |
| 0,4 kW | 3 A nominale | | | 1,3 kg | 3G3EV-AB004-CE ▲ |
| 0,75 kW | 5 A nominale | | | | 3G3EV-AB007-CE ▲ |

Modèle haute fonctionnalité monophasé 220 Vc.a.

| Puissance | Sortie | Tension d'alimentation | Fréquence de sortie max. | Poids | Référence |
|-----------|------------|------------------------|--------------------------|--------|-----------------------------------|
| 0,1 kW | 0,8 A nom. | 220 V monophasée | 400 Hz | 0,5 kg | 3G3EV-AB001-MCE ▲ |
| 0,2 kW | 1,5 A nom. | | | 0,6 kg | 3G3EV-AB002-MCE ▲ |
| 0,4 kW | 3 A nom. | | | 1,3 kg | 3G3EV-AB004-MCE ▲ |
| 0,75 kW | 5 A nom. | | | | 3G3EV-AB007-MCE ▲ |

Filtre RFI pour les modèles monophasés

| Puissance | Référence variateur | Référence filtre |
|-----------|---------------------------------|----------------------------------|
| 0,1 kW | 3G3EV-AB001-MCE | 3G3EV-PFI-1010 ▲ |
| 0,2 kW | 3G3EV-AB002-MCE | |
| 0,4 kW | 3G3EV-AB004-MCE | 3G3EV-PFI-1015 ▲ |
| 0,7 kW | 3G3EV-AB007-MCE | |

▲ Produit classifié standard

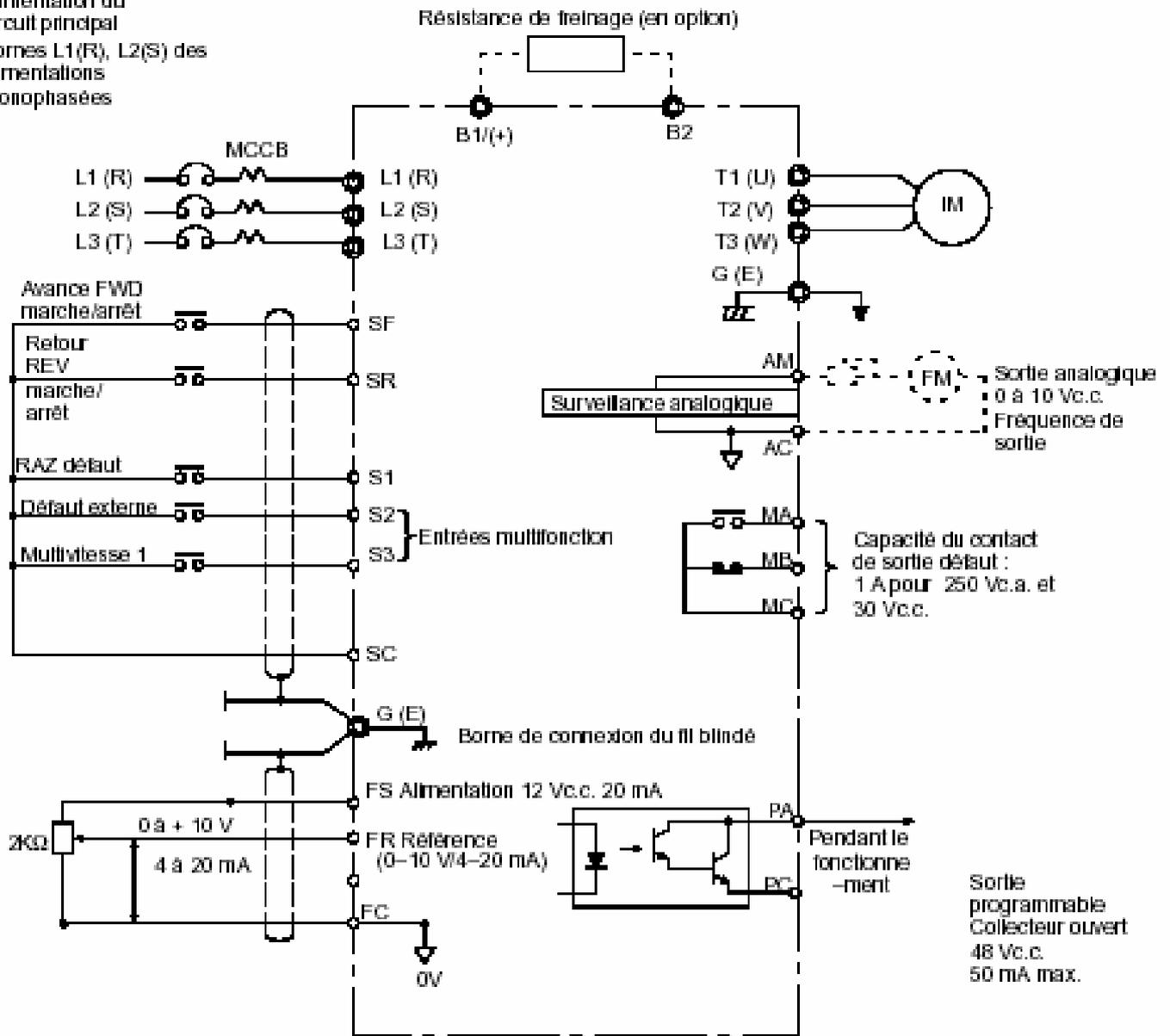
Caractéristiques techniques

| 3G3EV-____-E/-ME | Monophasé 200 V | AB001 | AB002 | AB004 | AB007 |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---|---|-------|-------|
| Sortie de moteur max. applicable (kW) | | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 0,75 |
| Caractéristiques de sortie | Capacité du variateur (kVA) | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 1,9 |
| | Courant de sortie nominal (A) | 0,8 | 1,5 | 3 | 5 |
| | Tension de sortie max. | 200 à 230 V triphasée (proportionnelle à la tension d'entrée) | | | |
| | Fréquence de sortie max. | 400 Hz (disponible avec sélection constante) | | | |
| Alimentation | Tension d'entrée et fréquence max. | Monophasée : 200 à 240 V, 50/60 Hz | | | |
| | Fluctuation de tension admissible | + 10 % | | | |
| | Fluctuation de fréquence admissible | + 5 % | | | |
| Caractéristiques de contrôle | Mode de contrôle | PWM sinusoïdal | | | |
| | Plage de contrôle de fréquence | 0,1 à 400 Hz | | | |
| | Précision de fréquence | Commande digitale : 0,01 %, - 10 à 50 °C Commande analogique : + 1 %, 25 °C + 10 °C | | | |
| | Résolution de fréquence | Référence de la console : 0,1 Hz ; référence analogique : 0,06 Hz/60 Hz | | | |
| | Résolution de la fréquence de sortie | 0,1 Hz | | | |
| | Capacité de surcharge | 150 % du courant de sortie nominal pendant 1 mn | | | |
| | Signal de sélection de fréquence | 0 à 10 Vc.c. (20 kΩ), 4-20 mA (250 Ω), sélection par interrupteur DIP | | | |
| | Temps d'accélération/décélération | 0,1 à 999 s (sélection indépendante des temps d'acoél./décoél.) | | | |
| | Couple de freinage | 20 % env. (jusqu'à 150 % avec la résistance de freinage optionnelle montée de façon externe) | | | |
| | Caractéristique V/f | Courbe V/f programmable | | | |
| | Niveau de protection anti-calage | Sélection du courant de fonctionnement possible | | | |
| | Fonctions de protection | Surcourant instantané | Arrêt en roue libre (arrêt à 200 % du courant nominal env.) | | |
| Surcharge | | Arrêt en roue libre en 60 s (arrêt à 150 % du courant de sortie nom.) | | | |
| Défaut de terre | | Fourni par le circuit électronique | | | |
| Protection de surcharge moteur | | Relais de surcharge thermique | | | |
| Surtension | | Arrêt en roue libre si la tension c.c. du circuit principal dépasse 410 V | | | |
| Coupure de tension momentanée | | Arrêt immédiat en cas de coupure momentanée de 15 ms ou reprise du fonctionnement après coupure de 0,5 s env. | | | |
| Surchauffe du ventilateur | | Protection par interrupteur thermique (en mode de ventilation forcée uniquement) | | | |

Connexions (modèle haute fonctionnalité)

Alimentation du circuit principal

Bornes L1(R), L2(S) des alimentations monophasées



Câblage des bornes du circuit principal ☉

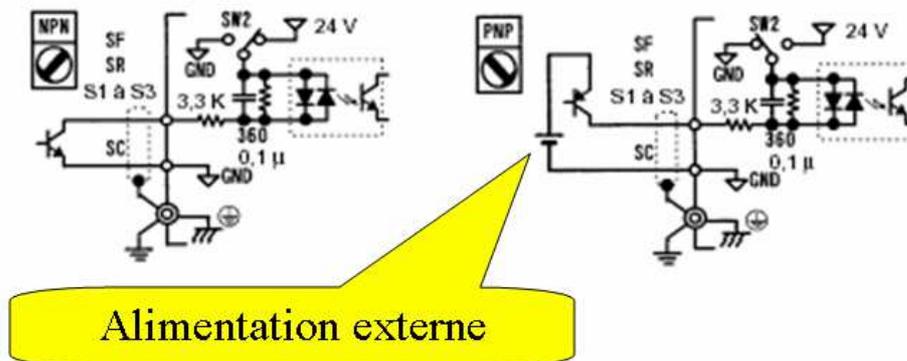
| Référence | Symboles des bornes | Vis des bornes | Section du câble (mm ²) | Capacité du disjoncteur (A) |
|-------------|---------------------|----------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 3G3EV-AB001 | R S T B1 B2 | M3,5 | 0,75 à 2 | 5 |
| | U V W ⚡ | | | |
| 3G3EV-AB002 | R S T B1 B2 | M3,5 | 0,75 à 2 | 5 |
| | U V W ⚡ | | | |
| 3G3EV-AB004 | R S T B1 B2 | M3,5 | 0,75 à 2 | 5 |
| | U V W ⚡ | | | |
| 3G3EV-AB007 | R S T B1 B2 | M3,5 | 0,75 à 2 | 10 |
| | U V W ⚡ | | | |

Câblage des bornes du circuit de contrôle ○

| Type de câble | Taille du câble | Câble à utiliser |
|---------------|----------------------------|------------------------------|
| Câble simple | 0,5 à 1,25 mm ² | Câble blindé en polyéthylène |
| Câble torsadé | 0,5 à 0,75 mm ² | |

Les entrées SF, SR et S1 à S3 peuvent être utilisées en NPN et PNP en fonction de la position du switch SW2 accessible sous la console de programmation.

Connexion des entrées NPN et PNP



Réglage des paramètres

Les 68 paramètres de n 01 à n 68 permettent à l'utilisateur du variateur :

- d'adapter le fonctionnement du variateur,
- d'affecter des rôles aux entrées et aux sorties TOR,
- de valider un mode de pilotage du variateur,
- de visualiser des paramètres en cours de fonctionnement,
- ...etc....

EXERCICE **Extrait BTS 1995****C 241****Etablir le schéma électrique du moteur du tapis de transfert****Cahier des charges :**

Le tapis de transfert est entraîné par un moteur asynchrone triphasé 240/400 V (vitesse nominale 1470 tr/min, puissance nominale 0,37 KW) et muni d'un frein à manque de courant.

Ce moteur « MTT » est commandé par un variateur de vitesse de type ATV 15037. Celui-ci est piloté en tension par une carte de sortie analogique QXA 0808 placée dans le rack de l'APRIL 5000.

La voie affectée à ce variateur est la voie numéro1.

L'installation est alimentée par un réseau triphasé 400 Volts.

Question C241-1

Compléter le schéma électrique du circuit de puissance (Document réponse C24-A)

. Ne pas oublier la liaison variateur - carte analogique.

La carte QXA 0808 est matérialisée par un connecteur 25 points, utilisé pour les voies 0 à 3.

. Ne pas oublier la commande du sens de rotation obtenue par une sortie automate.

. Sur le même document réponse préciser le couplage à effectuer sur le moteur « MTT ».

Question C241-2

Justifier la présence de l'autotransformateur et préciser ses tensions d'entrée et de sortie.

Question C241-3

Préciser la nature et le rôle du composant repéré F5. Quel calibre doit-on choisir sachant que les valeurs usuelles dans ce type de matériel sont :

1A, 2A, 3A, 6A, 10A, 16A,

ATV 15 * CARACTERISTIQUES

Pour moteurs asynchrones de 90 à 750 W
à 1 ou 2 sens de marche

DOC C24-B1/2

Variateurs avec
gamme de fréquence
- 1 à 67/80 Hz
extension possible
- 1 à 110/132 Hz

| Réseau Tension d'alimentation | Intensité ligne | Moteur Puissance plaque | | Altivar 5 | Degré de protection | Référence | Masse |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----|--------------------------------------|------------------------|-------------|-------|
| | | W | HP | Intensité de sortie permanente | | | |
| | A | | | A | | | kg |
| 220/240 V 50/60 Hz monophasé | 3 | 90 | 1/8 | 1,5 | IP00 | ATV-15025M0 | 3,500 |
| | | à | à | | IP20 | ATV-15025 | 3,900 |
| | | 250 | 1/3 | | IP54 | ATV-15025M5 | 5,300 |
| | 4 | 370 | 1/2 | 2,1 | IP00 | ATV-15037M0 | 3,500 |
| | | | | | IP20 | ATV-15037 | 3,900 |
| | | | | | IP54 | ATV-15037M5 | 5,300 |
| | 7 | 750 | 1 | 3,8 | IP00 | ATV-15075M0 | 3,600 |
| | | | | | IP20 | ATV-15075 | 4,000 |
| | | | | | IP54 | ATV-15075M5 | 5,400 |

Les variateurs sont homologués UL et CSA en 240 V 60 Hz

Extension de fonctionnement

Alimentation par autotransformateur

Dans le cas d'un réseau de tension différente de 220/240V, il est nécessaire de prévoir un autotransformateur monophasé (hors fourniture) de puissance appropriée au variateur.

| Pour Altivar | Puissance de l'autotransformateur |
|--------------|--------------------------------------|
| ATV-15025 | 0,6 kVA |
| ATV-15037 | 0,8 kVA |
| ATV-15075 | 1,6 kVA |

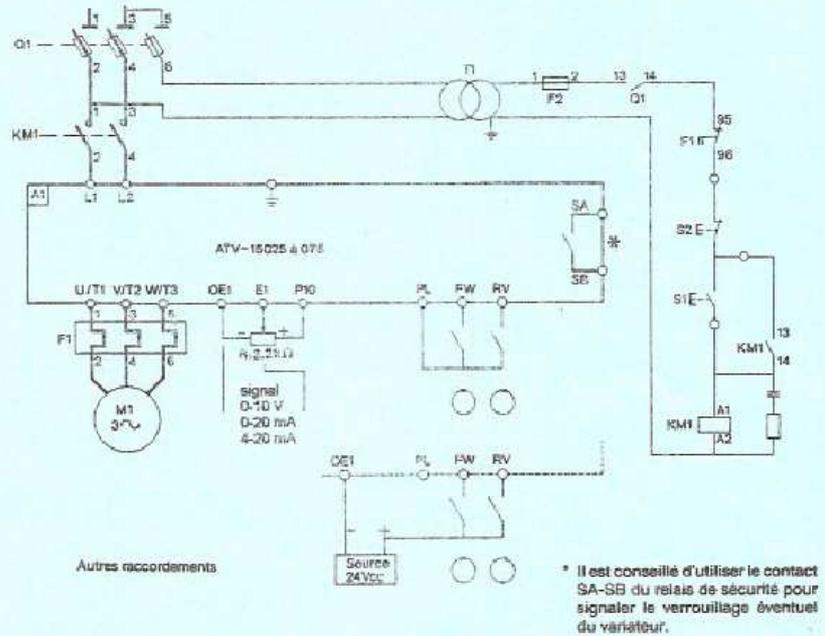
| Altivar | Protection IP00 | | ATV-15025M0 | ATV-15037M0 | ATV-15075M0 |
|---|-----------------|---|---|-------------|-------------|
| | Protection IP20 | | ATV-15025 | ATV-15037 | ATV-15075 |
| | | Protection IP54 | | ATV-15037M5 | ATV-15075M5 |
| Homologations UL et CSA en 240 V 60 Hz | | | | | |
| Puissance nominale moteur | | W | 90 à 250 | 370 | 750 |
| | | HP | 1/8 à 1/3 | 1/2 | 1 |
| Tension d'alimentation | | Nature 50/60 Hz monophasé | | | |
| | | Valeur de 220 V - 15 % à 240 V + 6 % | | | |
| Intensité de ligne | | A | 3 | 4 | 7 |
| Tension de sortie | | Tension maximale égale à la tension du réseau | | | |
| Gamme de fréquence en sortie | | Hz | Choix par commutateurs sur la carte contrôle 1 à 67/80 Hz ou 1 à 110/132 Hz | | |
| Intensité nominale | | A | 1,5 | 2,1 | 3,8 |
| Intensité transitoire maximale (16s) | | A | 2,3 | 3,2 | 5,4 |
| Puissance totale dissipée à la charge nominale | | W | 25 | 30 | 50 |
| Surcouple transitoire | | 150 % du couple nominal | | | |
| Consigne de vitesse | | <ul style="list-style-type: none"> Entrée de consigne isolée galvaniquement des circuits de puissance Par potentiomètre (entre 1 et 10 kΩ) branché sur la source interne Par signal analogique extérieur 0-10 V (impédance d'entrée 33 kΩ) Par signal analogique 0-20 mA ou 4-20 mA (choix par commutateur, impédance d'entrée 100 Ω) | | | |
| Inversion de sens de marche | | Par ordres extérieurs sur entrées logiques isolées | | | |
| Rampes accélération/décélération | | Réglables séparément par potentiomètre entre 0,2 et 20 secondes | | | |
| Loi tension/fréquence | | Pré-réglée en usine Correction possible pour : <ul style="list-style-type: none"> machines fortement chargées à basse vitesse machines à cycles transitoires rapides | | | |
| Freinage d'arrêt | | Automatique par injection de courant continu pendant 0,5 s, dès que la fréquence en décélération devient inférieure à 1 Hz | | | |
| Signalisation | | Par diode électroluminescente : <ul style="list-style-type: none"> allumée fixe : normal allumée clignotante : défaut | | | |

ATV 15 * CHOIX DES CONSTITUANTS

2 sens de marche
Alimentation monophasée 220/240 V - 50/60 Hz

DOC C24-B2/2

Schéma développé
conseillé



Nomenclature du matériel nécessaire

| Repère | Désignation | Référence | Référence | Référence | Référence |
|--------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| M1 | Moteur | 120 W | 250 W | 370 W | 750 W |
| A1 | Altiiver | ATV-15025 | ATV-15025 | ATV-15037 | ATV-15075 |
| Q1 | Sectionneur + 2 fusibles + 1 fusible | LS1-D2531A65 DF2-CN04 DF2-CA02 | LS1-D2531A65 DF2-CN04 DF2-CA02 | LS1-D2531A65 DF2-CN06 DF2-GA02 | LS1-D2531A65 DF2-CN10 DF2-GA02 |
| KM1 | Contacteur | LC1-D093-A65 | LC1-D093-A65 | LC1-D093-A65 | LC1-D093-A65 |
| | Antiparasite | LA9-D09980 | LA9-D09980 | LA9-D09980 | LA9-D09980 |
| F1 | Relais thermique + platine | LR1-D09305A65 LA7-D0964A65 | LR1-D09306A65 LA7-D0964A65 | LR1-D09307A65 LA7-D0964A85 | LR1-D09308A65 LA7-D0964A85 |
| F2 | Fusible Support fusible | DF2-CN02 DF6-AB10 | DF2-CN02 DF6-AB10 | DF2-CN02 DF6-AB10 | DF2-CN02 DF6-AB10 |
| T1 | Transformateur | 63 VA | 63 VA | 63 VA | 63 VA |
| R | Potentiomètre | SZ1-RV1202 | SZ1-RV1202 | SZ1-RV1202 | SZ1-RV1202 |
| S1-S2 | Boutons-poussoirs | XB2-B-*** | XB2-B-*** | XB2-B-*** | XB2-B-*** |

Câblage

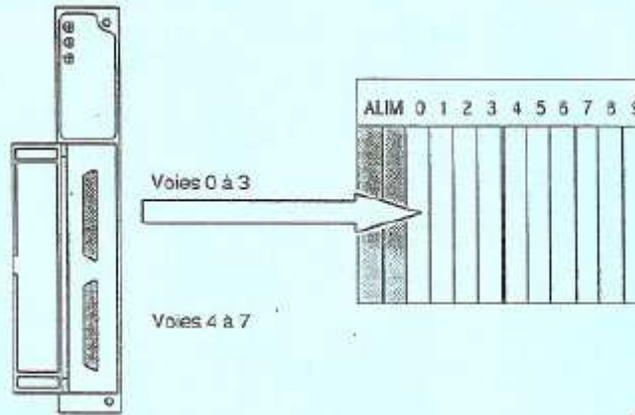
| Bornes | Pour Altiiver | Section recommandée mm ² | AWG |
|------------------------|---------------------|--|-----|
| CL1-CL2-PL-FW-RV-SA-SB | tous calibres | 1 | 18 |
| OE1-E1-P10 | tous calibres | 1 (fils blindés ou torsadés) | 18 |
| L1-L2-U/T1-V/T2-W/T3 | ATV-15025, 037, 075 | 1,5 | 16 |

APRIL 5000 : CARTE ANALOGIQUE QXA 0808

DOC C24-C2/2

Installation

La carte doit être installée dans un rack standard.

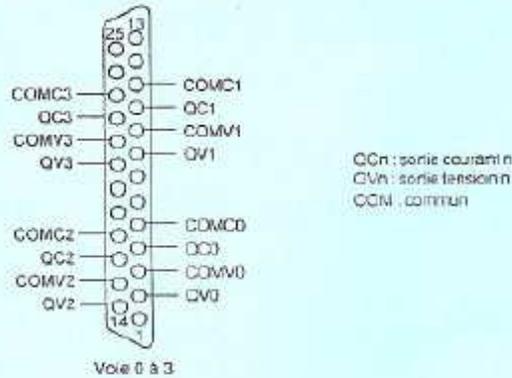


TEM 20000F / TEM 30000F



Câblage

- Le raccordement est réalisé à l'aide de connecteurs SUB-D 25 points.
- Utilisez des câbles torsadés et blindés.

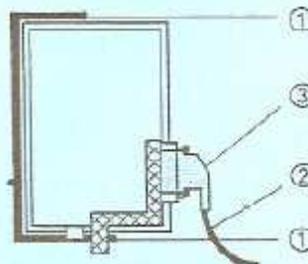


Section des fils autorisée pour le câblage des connecteurs SUB-D :

- Pour les contacts à sertir : Gauge 24 AWG max.
- Pour les contacts à souder : Gauge 20 AWG max.

Précautions

Carte avec connecteur SUB-D



- ① La liaison de la masse de la carte à celle du rack. Cette liaison est assurée en bloquant les deux vis de maintien de la carte dans le rack.
- ② La connexion de la tresse du câble à la partie métallique du connecteur SUB-D femelle. Cette liaison est assurée en serrant la tresse du câble dans le ferrule.
- ③ La fixation du connecteur SUB-D sur la carte. Cette fixation est réalisée au moyen des deux vis prévues à cet effet et qui doivent être correctement serrées.

TEM 20000F / TEM 30000F



Conclusion

Le variateur électronique basé sur l'emploi de semi-conducteurs est le procédé le plus moderne de variation de vitesse destiné aux moteurs électriques à courant continu ou alternatif.

Les performances techniques et technologiques des composants actuels permettent de proposer à l'industrie des produits très adaptés et d'une grande fiabilité, parfaitement compétitifs avec les autres solutions existantes.

La variation électronique de vitesse répond à deux type d'application :

- l'alimentation des moteurs à courant continu, obtenu par variation de la tension d'induit et éventuellement de la tension d'excitation (puissance constante).
- l'alimentation des moteurs à courant alternatif, de type asynchrone, obtenue par variation de la tension d'alimentation dans le cas de gradateurs, par la variation de la tension et de la fréquence dans le cas des convertisseurs de fréquence.

Le choix du couple moteur-variateur est lié aux performances souhaitées, en fonction des contraintes d'utilisation (voir tableau).



Moteur asynchrone avec variateur incorporé « Motovariateur »

| Fonction recherchée | Moteur | | Type de variateur | Gamme de vitesse | Applications caractéristiques |
|--------------------------------------|------------|------------------------------|---|---------------------------|--|
| | Standard | Spécial | | | |
| Démarrage | Asynchrone | Asynchrone à cage résistante | Gradateur | | Ventilateur-pompes Convoyeurs |
| Variation de vitesse sans régulation | Asynchrone | | Gradateur Convertisseur de fréquence | 1 à 3 1 à 50 | Petit levage ventilation Toute application ne nécessitant pas de précision |
| Variation de vitesse avec régulation | Asynchrone | Asynchrone à bagues | Gradateur | 1 à 20 | Gros levage |
| | | Synchrone | Convertisseur de fréquence | 1 à 50 | Toute application ne nécessitant pas de précision élevée et de cycles intensifs |
| | Continu | | Redresseur contrôlé Hacheur | 1 à 300 1 à 10 000 | Application nécessitant une grande plage de variation de vitesse, une grande précision, des cycles intensifs : levage, téléphérique, convoyage Petite puissance : robotique, machine-outil positionnement forte puissance : traction |