

S.T.I. GENIE ENERGETIQUE

Série XIII - T.P. 6

AUTOMATISME

DOSSIER RESSOURCE

Maquette Electrotechnique

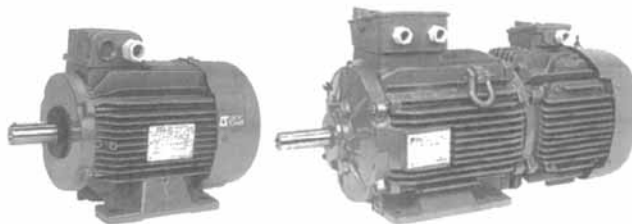
× Démarrage Etoile/Triangle

 STI Génie Energétique	DOSSIER RESSOURCE Maquette Electrotechnique	AUTOMATIQUE et INFORMATIQUE APPLIQUEES
	Démarrage Etoile/Triangle	DR 1

I - LE MOTEUR ASYNCHRONE

Moteur asynchrone triphasé

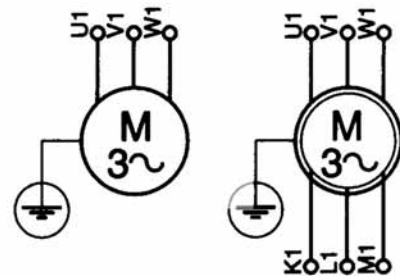
Identification



Moteur asynchrone triphasé fermé rotor à cage type LS (Leroy Somer)

Moteur asynchrone triphasé fermé à bagues type FLSB (Leroy Somer)

Représentation graphique



Moteur asynchrone triphasé à cage

Moteur asynchrone triphasé à bagues

FONCTION Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique.

- Type de service : service continu (S1) ; services intermittents (S3, S4, S5).
- Fréquence de rotation :
 - donnée au régime de fonctionnement du moteur, elle définit le nombre de pôles ;
 - voisine de 3 000 min⁻¹ : 1 paire de pôles ;
 - voisine de 1 500 min⁻¹ : 2 paires de pôles...

$$n = \frac{60f}{p} ;$$

n : min⁻¹ ; f : Hz ; p : nbre de paires de pôles.

- Mode de fixation, position et hauteur d'axe :
 - arbre horizontal (B) à pattes au sol, à pattes au mur, à pattes en haut ; à bride trous lisses ou taraudés ;
 - arbre vertical (V) à pattes au mur ; à bride trous lisses ou taraudés ;
 - hauteur d'axe : distance séparant l'axe de l'arbre du moteur de l'embase de fixation du moteur.
- Température et altitude de fonctionnement : la puissance du moteur est donnée pour une altitude ≤ 1 000 m et pour une température ≤ 40 °C. Au delà, il faut procéder à des corrections de puissance.
- Classe d'isolation : définit l'échauffement limite au delà de 40 °C.
- Niveau sonore : donné pour le fonctionnement nominal du moteur à 1,80 m.
- Volume du local : doit permettre le renouvellement d'air Q en m³/h pour assurer le fonctionnement normal du moteur.

Il est donné par la relation :

$$Q = 0,2 P_n \left(\frac{1}{\eta} - 1 \right).$$

Q : m³/h

P_n : kW ; η : rendement du moteur.

- Tensions de fonctionnement :
 - 230/400 V ; 400/690 V 50 Hz ;
 - la plus petite valeur correspond à la tension applicable aux bornes d'un enroulement ;
 - moteur 230/400 V, réseau 230 V : le moteur doit être couplé en triangle ;
 - si le réseau est 400 V : le moteur doit être couplé en étoile.

Voir Ressources 5.011.

- Puissance : les constructeurs donnent la **puissance nominale sur l'arbre** (puissance mécanique).

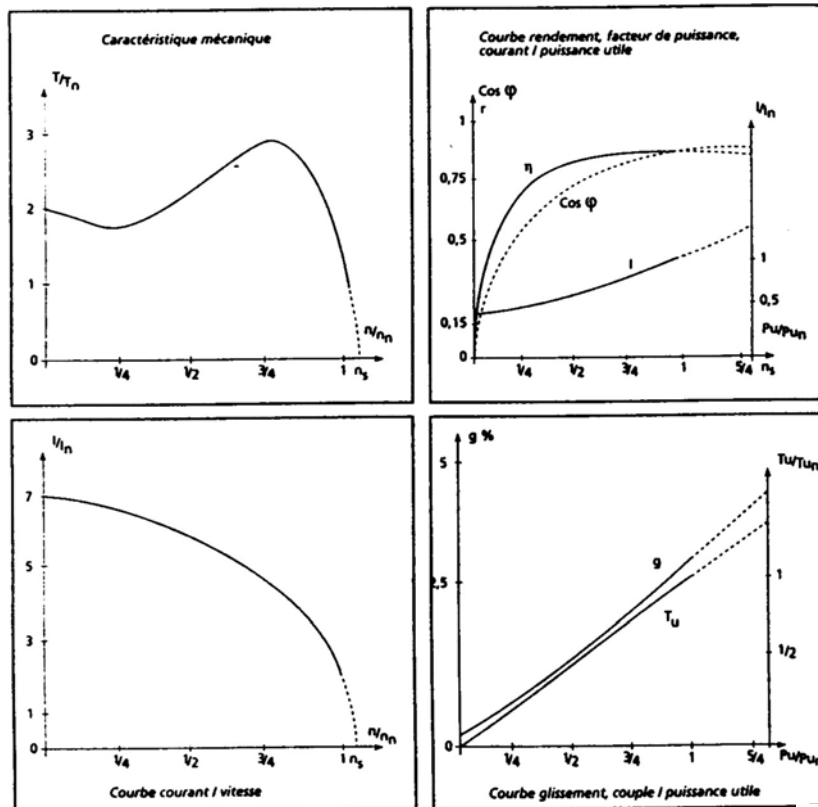
- Couples :
 - nominal : couple sur l'arbre à fréquence de rotation et puissance nominales du moteur ;
 - moteur : couple maximum disponible sur l'arbre du moteur en fonction de la fréquence de rotation ; le **couple moteur** doit toujours être **supérieur ou au moins égal au couple résistant** ;
 - résistant : couple opposé par la machine entraînée au moteur ;
 - accélérateur : réserve de couple (entre le couple moteur et le couple résistant).
- Voir Applications 6.001 à 6.006.

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

 STI Génie Energétique	DOSSIER RESSOURCE Maquette Electrotechnique	AUTOMATIQUE et INFORMATIQUE APPLIQUEES
	Démarrage Etoile/Triangle	DR 2

II – COURBES CARACTERISTIQUES D'UN MOTEUR ASYNCHRONE

L'ensemble des caractéristiques ci-dessous sont obtenues sous tension et fréquence constantes; les axes des grandeurs T , T_u , r_i , P_u et 1 sont gradués en valeur relative par rapport à leur valeur nominale.



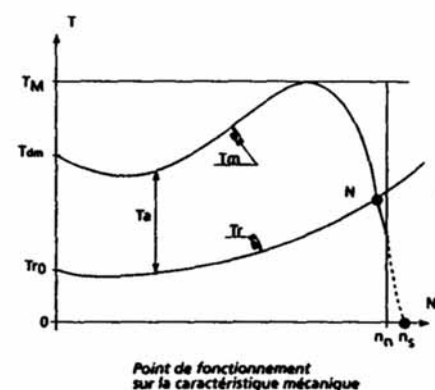
II - UTILISATION D'UN MOTEUR ASYNCHRONE

Y Point de fonctionnement

Pour connaître le point de fonctionnement de l'ensemble composé du moteur et de la charge entraînée, il nous faut connaître: la courbe du couple utile du moteur en fonction de sa vitesse, et la courbe du couple résistant de la machine entraînée en fonction de la vitesse.

Le point de fonctionnement du moteur en charge est défini par l'intersection de la caractéristique mécanique du moteur et de celle de sa charge, comme le montre la figure 20.

Au moment du **démarrage le couple** moteur doit être notablement supérieur au couple résistant ($T_{dm} > T_{r0}$).



 STI Génie Énergétique	DOSSIER RESSOURCE Maquette Electrotechnique	AUTOMATIQUE et INFORMATIQUE APPLIQUEES
	Démarrage Etoile/Triangle	DR 3

Lorsque le couple moteur est supérieur au couple résistant le couple accélérateur ($T_a = T_m - T_r$) est positif, la vitesse de l'ensemble moteur-charge augmente jusqu'au point d'équilibre N où le couple accélérateur est nul.

Pour un rendement optimum le moteur doit être choisi tel que son point de fonctionnement N s'approche au plus près des valeurs nominales de ce moteur.

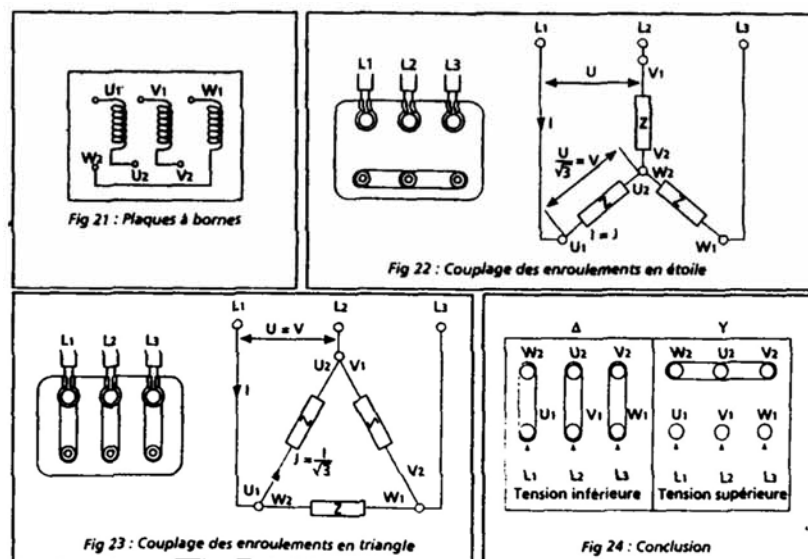
Y Couplage

Grâce à la manière de coupler leurs enroulements, tous les moteurs triphasés sont bi-tension, cependant il convient de ne jamais appliquer sur ces enroulements une tension supérieure à leur valeur nominale.

Sur la plaque signalétique d'un moteur, la plus petite des deux tensions inscrites, est la tension nominale d'un enroulement, elle est égale à la tension entre deux phases du réseau lorsque le couplage est triangle (Δ).

De ce fait, pour adapter le moteur au réseau, deux couplages sont possibles :

- le couplage en étoile (Y) figure 22,
- le couplage en triangle (Δ) figure 23.



Y Lecture de la plaque signalétique

La plaque signalétique décrit le point de fonctionnement nominal du moteur, les valeurs fournies permettent notamment le calcul du couple, de la puissance absorbée et du rendement.

Sur la plaque représentée figure 25, nous lisons, sur la ligne correspondant à « (:230 – Y400 » :

- la puissance mécanique utile sur l'arbre de 750 W,
- la possibilité de brancher ce moteur sur un réseau triphasé 400V (tension entre phase) s'il est couplé en étoile,
- la possibilité de brancher ce moteur sur un réseau triphasé 230V s'il est couplé en triangle,
- la vitesse de rotation du rotor de 2800 tr/min pour une alimentation à 50 Hz,
- l'intensité absorbée en étoile (sur un réseau triphasé 400V) de 1,9 A,
- l'intensité absorbée en triangle (sur un réseau triphasé 230V) de 3,3 A,
- le facteur de puissance $\cos(\phi)$ de 0,83.

 STI Génie Energétique	DOSSIER RESSOURCE Maquette Electrotechnique	AUTOMATIQUE et INFORMATIQUE APPLIQUEES
	Démarrage Etoile/Triangle	DR 4

Nous en déduisons :

- la vitesse du champ tournant statorique de 3000 tr/min (soit un moteur deux pôles par phase),

Nous calculons :

- le glissement $g = (3000 - 2800)/3000 = 6,7 \%$
- le couple utile sur l'arbre $T_u = 750 / (2800 \times 2\pi/60) = 2,6 \text{ N.m}$
- la puissance électrique absorbée (au stator)
 - en triangle $P_a = 230 \times 3,3 \times 1,73 \times 0,83 = 1090 \text{ W}$
 - en étoile $P_a = 400 \times 1,9 \times 1,73 \times 0,83 = 1090 \text{ W}$
- le rendement $\eta = 750/1090 = 69 \%$

REMARQUE :

Les moteurs de petite puissance ont un rendement relativement faible.

Autre exemple : les indications suivantes (triangle 400 V, 50 Hz, 1485 tr/min, 132 kW, 0.85, 234 A), relevées sur la plaque d'un moteur asynchrone ont permis de calculer un rendement de 0,96% et un glissement de 1 %.



**AUTOMATIQUE et
INFORMATIQUE
APPLIQUEES**

Démarrage Etoile/Triangle

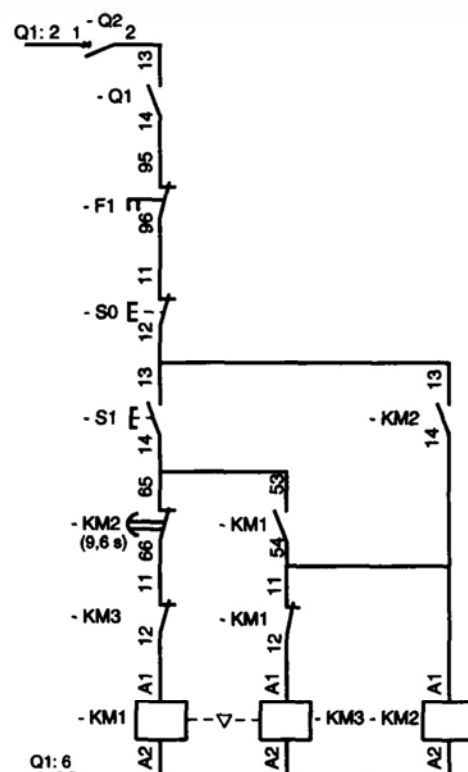
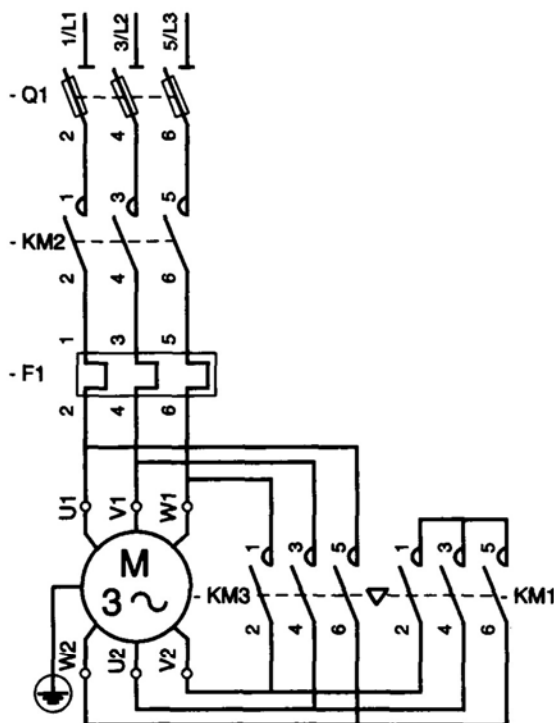
DR 5

Schéma d'un démarrage étoile-triangle un sens de marche

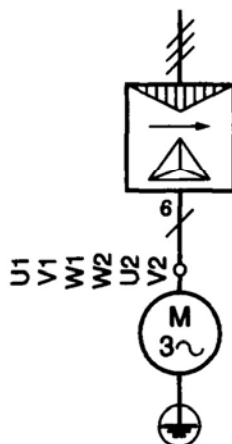
Lettre symbole du démarrage : YD.
 Couple au démarrage : $M'_d = M_d/3$.
 Courant au démarrage : $I'_d = I_d/3$.

Nombre d'étapes : 2.
Nombre de contacteurs : 3.
Temps maximum de démarrage : $t_d = 10$ s.

Schéma développé du circuit de commande



Représentation simplifiée



Identification	Désignation	Calibrage
S0	Bouton « arrêt »	1 « O »
S1	Bouton « marche »	1 « F »
Q1	Sectionneur 3 « P » + 1 « F »	I_n
	Fusibles « puissance »	$3 \cdot aM \cdot I_n$
Q2	Disjoncteur « contrôle »	1 « F »
KM1	Contacteur Y-3 « P » + 1 « O » + 1 « F »	$I_n/3$
KM2	Contacteur 3 « P » + 1 « F » + 1 « F » I_p	I_n
KM3	Contacteur 3 « P » + 1 « O »	$I_n/\sqrt{3}$
F1	Relais thermique 1 « O »	réglé à I_n
M	Moteur triphasé à cage	I_n

 STI Génie Energétique	DOSSIER RESSOURCE Maquette Electrotechnique	AUTOMATIQUE et INFORMATIQUE APPLIQUEES
	Démarrage Etoile/Triangle	DR 6

Le couple important au démarrage d'un moteur asynchrone, (T_{dm} figure 20), provoque un à-coup parfois néfaste sur la partie opérative, pour palier cet inconvénient un démarrage en deux temps est utilisé sur un moteur fournissant sa pleine puissance lorsqu'il est couplé en triangle :

- Dans un premier temps, le moteur démarre couplé en étoile, il est sous-alimenté.
- Dans un deuxième temps, il est couplé en triangle et fournit alors son couple nominal.

La caractéristique mécanique donnée figure 26 détaille ce procédé de démarrage. Un autre avantage de cette technique est de limiter l'appel de courant au démarrage comme le montre la figure 27.

Y Fixation mécanique

Le moteur asynchrone est un moteur normalisé ce qui facilite son interchangeabilité. Pour remplacer ou implanter un moteur, trois éléments sont à prendre en compte :

- le montage de l'axe vertical ou horizontal,
- le mode de fixation à pattes ou à brides (trous lisses ou taraudés),
- la hauteur d'axe: distance entre le plan de fixation et l'axe.

Y Gammes de puissance

La gamme usuelle de la puissance utile des moteurs asynchrones triphasés s'étend de 75 W à 300 kW. Il existe aussi des moteurs asynchrones monophasés mais leurs performances sont moindres, ils sont très utilisés en électroménager (réfrigérateur, machine à laver, etc.).