

Le moteur asynchrone

Si un moteur asynchrone triphasé a été rebobiné, et n'a pas son couple normal, il se peut qu'une bobine ou une paire de bobines soit inversée. Pour vérifier le stator, on peut enlever les barrettes, et utiliser une lampe de poche avec 2 fils qui partent de l'interrupteur vers une bobine, et un voltmètre à aiguille sur calibre 1V, sur une autre bobine. Par exemple, le + de la lampe est toujours du côté secteur, et le + du voltmètre est toujours de l'autre côté. Quand on allume l'ampoule, l'aiguille doit dévier à droite. Si elle dévie à gauche, une des deux bobines est inversée.

Trois essais sont suffisants : De 1 vers 2, de 1 vers 3, et de 2 vers 3.

Moteur 230/400 sur triphasé :

Cette indication signifie 230V par bobine.

Sur un réseau triphasé 400V (entre phases), ce moteur sera donc câblé en étoile (2 barrettes) :



Mettre 2 barrettes l'une sur l'autre, pour pouvoir éventuellement le mettre en triangle par la suite !

Un abonnement 3x15A, à la place de l'abonnement 45A monophasé (même prix), nécessitera de répartir correctement les appareils sur chaque phase...

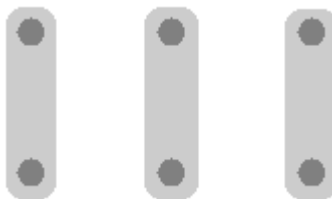
Moteur asynchrone en monophasé :

Prenons un moteur asynchrone triphasé 1400 tr/mn 230/400V de 1KW, avec un rendement de 0,75 :
Il consomme 1333W, et pour un $\cos \phi$ de 0,75 : 1778 VA.

Sur un réseau triphasé 230V, ce moteur peut se décomposer en 3 circuits mono de 593VA sous 132V.
Ce qui fait 4,5A par phase, et correspond à un condensateur permanent de $65\mu\text{F}$ 450V= non polarisé.
($14\mu\text{F}$ par ampère en 230V~). Se référer au courant s'il est inscrit...

Il suffira d'adapter la capacité au moteur ($130\mu\text{F}$ pour 2KW...). Un cheval fait 736W ($50\mu\text{F}/\text{Cv}$).
Un moteur 2800 tr/mn a un meilleur cosinus, et n'a besoin que de $60\mu\text{F}/\text{KW}$.

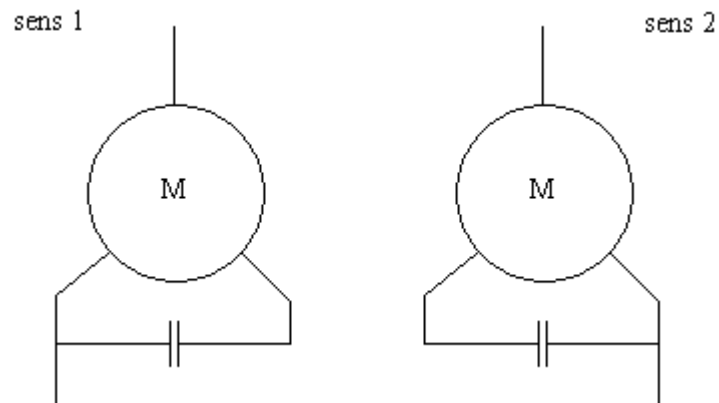
Sur le 230V, Ce moteur sera câblé en triangle (3 barrettes) :



Le couple sera alors de 70%

Si le démarrage est difficile, ajouter un 2^{ème} condensateur de même valeur en parallèle avec le 1^{er}, mais seulement pour le démarrage !!

Illustration :



Relais thermique

Le même moteur a une puissance réactive telle que $Q^2 = S^2 - P^2$ donc $Q_m = 1176 \text{ VAR}$

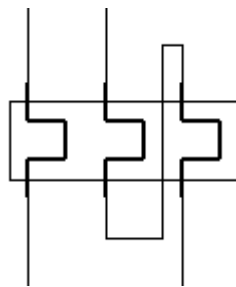
Pour le condensateur $Q_c = 250 \times 4,5 = 1125 \text{ VAR}$.

Pour l'ensemble $Q = Q_m - Q_c$ est négligeable devant P , donc on admet $Q = 0$.

Ce moteur a un courant de $593/230 = 2,6 \text{ A}$ dans chaque bobine.

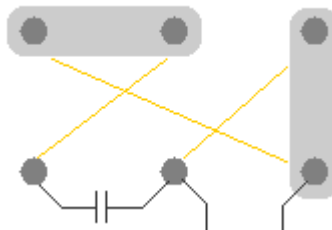
En 380, le thermique déclenche donc au dessus 2,6A par phase.

Ces relais étant souvent différentiels, il faut par exemple, câbler les 3 résistances comme ci-dessous, et le thermique sera, par exemple réglé à 4,5A, pour une puissance maxi de $230 \times 4,5 = 1 \text{ KW}$.



Autre branchement

2,6A correspond à priori à un condensateur de $35 \mu\text{F}$, pour ce branchement exotique :



Ici, la mise en place des barrettes nécessite de sonder les bobinages, et ne permet apparemment qu'un seul sens de rotation, et une puissance plus faible.

Moteur monophasé

En principe, une bobine reçoit directement le 220, et l'autre le reçoit par un condensateur en série.

Pour un seul sens de rotation :

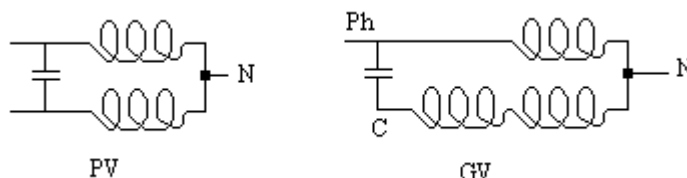
- Bleu = neutre
- Marron = Phase
- Condensateur entre Marron et Noir

Moteur mono double vitesse

Un moteur de lave linge a deux circuits indépendants (PV et GV), et fonctionne généralement avec un $15\mu\text{F}$.

Pour la petite vitesse, on trouvera 2 résistances identiques à l'ohm-mètre : Le neutre sera branché au milieu. Les 2 sens de rotations sont possibles.

Pour la grande vitesse, le neutre N est branché entre une résistance faible reliée directement à la phase Ph, et une résistance élevée reliée à la phase par le condensateur, au point C. Normalement, la résistance entre Ph et C, est la somme des deux précédentes.



Le moteur asynchrone triphasé double vitesse :

Le nombre 'théorique' de tours par minute (n) est donné par la formule : $n_p = 60 f$, p étant le nombre de paires de pôles par phase, et f la fréquence du secteur.

Le nombre de paires de pôles, dépend du branchement des bobines.

Voici l'exemple d'un moteur avec 4 pôles par phase :

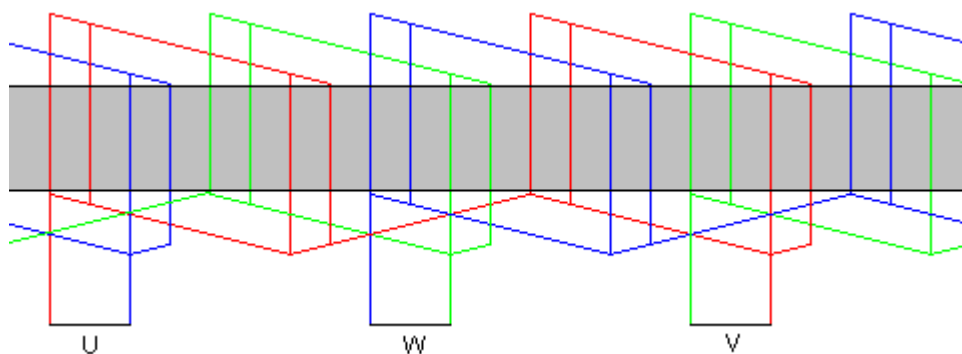
A l'instant 0, l'intérieur des bobines rouges sont des pôles 'nord', leur extérieur sont des pôles 'sud'.

Un tiers de période électrique plus tard, les bobines vertes joueront le rôle des bobines rouges :

Le champ magnétique aura tourné de 60° , soit un demi-tour par période électrique.

(Entre temps, l'intérieur des bobines bleues seront des pôles sud, donc l'extérieur, des pôles 'nord')

(branchement 'triangle série', petite vitesse)

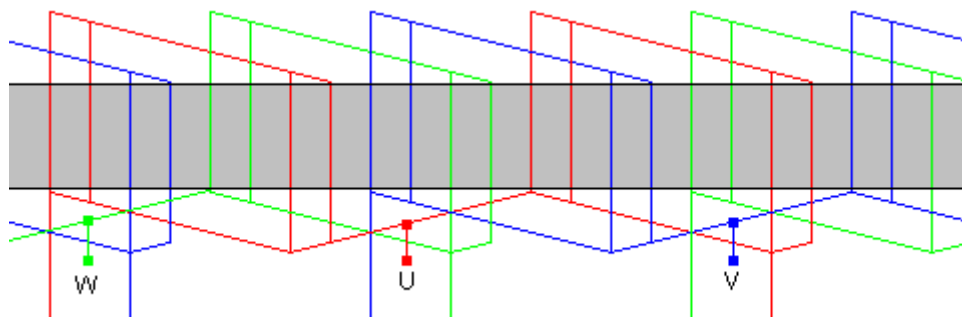


L'exemple suivant est celui d'un moteur avec 2 pôles par phase. Si une seule phase était alimentée, aucun champ magnétique ne passerait à l'extérieur de ces bobines.

A vide, ce moteur tourne de 120° par tiers de période électrique (Rouge-Vert-Bleu).

En 'charge', la fréquence de rotation sera donc légèrement inférieure à la fréquence du secteur.

(branchement 'étoile parallèle', grande vitesse)



Comparaison des inductances :

	$p = 1$	$p = 2$
série	$3,45 L$	$2 L$
parallèle	$0,86 L$	$0,5 L$

On suppose qu'une seule bobine a une inductance L .

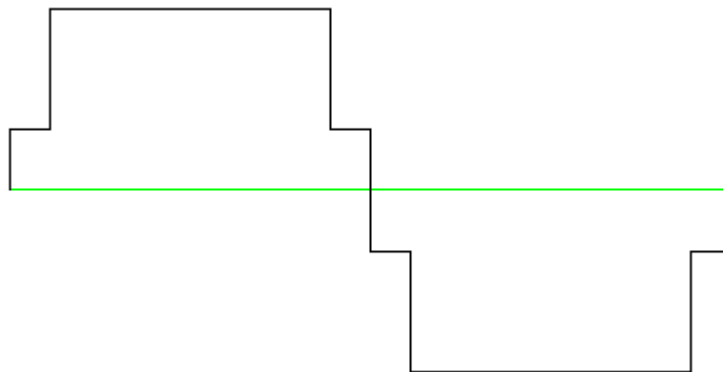
Avec 4 pôles, les bobines sont indépendantes, d'un point de vue magnétique, donc on utilise la règle d'association des impédances.

Avec 2 pôles, il existe un couplage magnétique entre les bobines. Donc on élève au carré du nombre de spires en série, et deux bobines en parallèle, sont considérées comme une seule, de même valeur. La réluctance est 'un peu' plus élevée, du fait que le trajet du flux dans le fer est plus long, alors que les entrefers restent identiques, donc inductance un peu plus faible que prévue.

Les valeurs pour $p = 1$ dans le tableau sont donc, un peu arbitraires, mais elles peuvent être aisément multipliées ou divisées par $\sqrt{3}$.

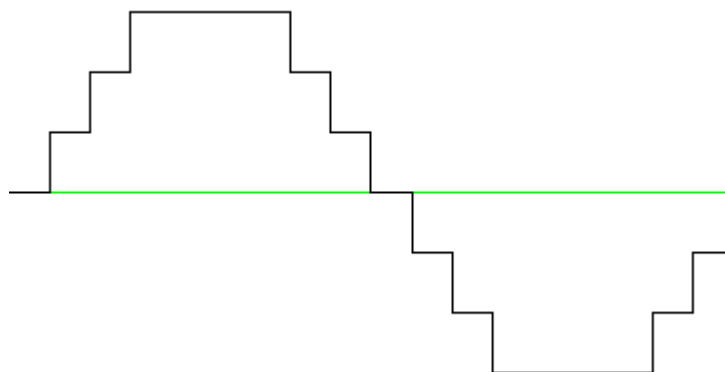
Bobinage :

Flux créé par une bobine sur six encoches :



Répartition spatiale du flux en triphasé :

On fixe arbitrairement les courants à 1, 0 et -1 et on fait la somme des flux.



L'étalement des bobines, permet d'avoir un flux maximal pas trop dépendant du temps.

Rotor bobiné :

Les moteurs asynchrone 'de luxe' ont un rotor bobiné, sur lequel on peut brancher un rhéostat pour améliorer le démarrage. Le rotor doit normalement être court-circuité à vitesse maximale.

Redressement du facteur de puissance :

V et I étant des valeurs efficaces ($V_{\max} = V\sqrt{2}$) :

Puissance active : $P = VI \cdot \cos \varphi$ en Watts

Puissance réactive : $Q = VI \cdot \sin \varphi$ en VAR

Puissance apparente : $S = VI$ en VA

$S^2 = P^2 + Q^2$ avec $Q = P \tan \varphi$

Exemple : pour un moteur triphasé de 1kW 'brut' dont le $\cos \varphi$ est de 0,8

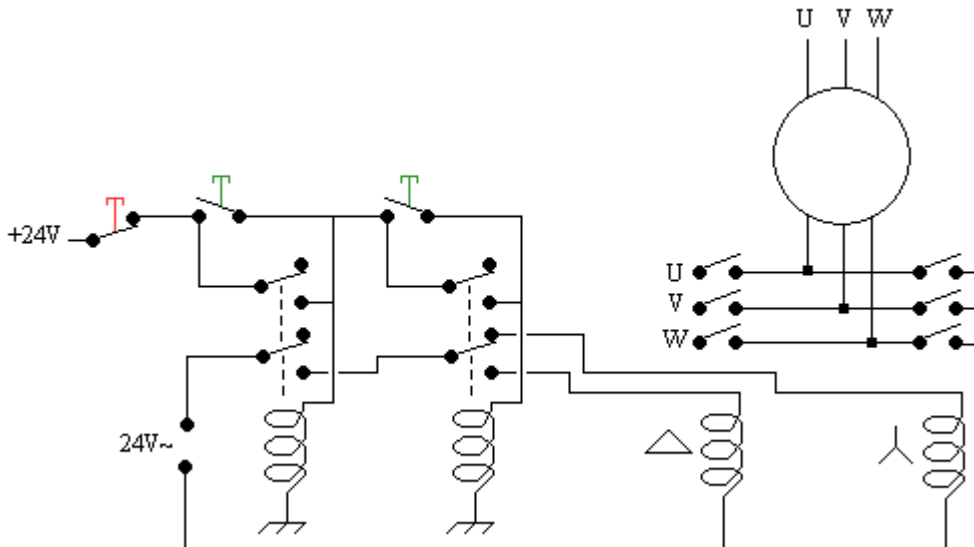
$\tan \varphi = \sin \varphi / \cos \varphi = \sqrt{(1 - \cos^2 \varphi)} / \cos \varphi = 0,75$

$I_c = UC_w$ avec $U = V\sqrt{3}$

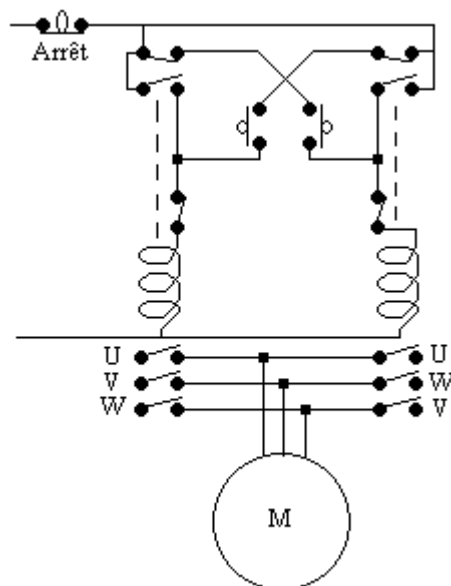
$Q = 3UI_c = 3U^2C_w = P \tan \varphi$ donc $U^2C_w = 250\text{VAR}$ donc $C = 5\mu\text{F}$.

Démarrage étoile/triangle :

Un moteur 380/660 peut démarrer en étoile sur le 380, pour avoir un pic de courant moins important.

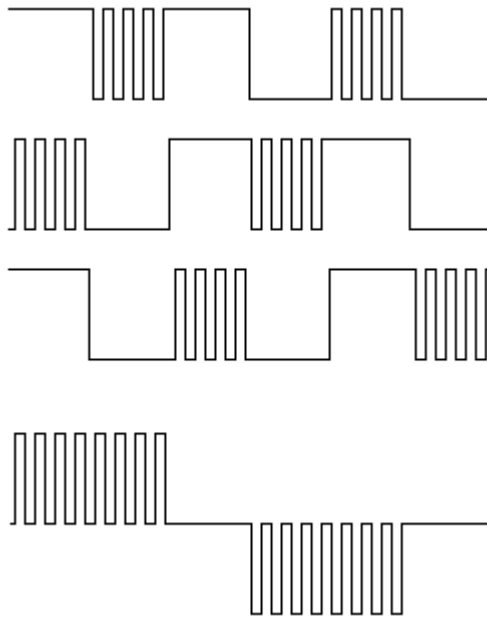


Commande MAV/MAR :



Variateur pour moteur asynchrone triphasé :

La méthode la plus simple est de générer ces 3 tensions simples :



Le dernier chronogramme donne une tension composée.

La tension doit être hachée par les deux transistors concernés en même temps, en évitant la transconduction, avec 6 transistors :

ACE

BDF

La raison est la suivante :

Si le courant magnétisant est de moins en moins négatif (au début des chronogrammes):

- A vide, le moteur étant selfique, il suffirait de hacher avec C, pour diminuer la variation de courant
- En charge, le moteur étant résistif, il faudrait hacher avec D, pour apporter de l'énergie

Le rapport cyclique doit être :

- relativement proportionnel à la fréquence de rotation
- inversement proportionnel à la tension d'alimentation

Sur le 220 redressé :

- condensateur 400V, 1 μ F par Watt
- charge lente à la mise sous tension
- moteur 127/220 en étoile ou 220/380 en triangle

Un compteur à 6 étapes pourra être réalisé avec 3 bascules D (74175) :

010
011
001
101
100
110

Un seul bit change d'une étape à l'autre.

Avec 3 multiplexeurs (74157) pour choisir le sens de rotation :

	MAV	MAR
D2	Q1/	Q0/
D1	Q0/	Q2/
D0	Q2/	Q1/

Reconstitution des 3 sinus avec un quart de période :

0...29	$Y(n)$	$1023-Y(n+60)$	$Y(60-n)$
30...59	$Y(n)$	$1023-Y(120-n)$	$Y(60-n)$
60...89	$Y(n)$	$1023-Y(120-n)$	$1023-Y(n-60)$
90...119	$Y(180-n)$	$1023-Y(120-n)$	$1023-Y(n-60)$
120...149	$Y(180-n)$	$Y(n-120)$	$1023-Y(n-60)$
150...179	$Y(180-n)$	$Y(n-120)$	$1023-Y(240-n)$
180...209	$1023-Y(n-180)$	$Y(n-120)$	$1023-Y(240-n)$
210...239	$1023-Y(n-180)$	$Y(300-n)$	$1023-Y(240-n)$
240...269	$1023-Y(n-180)$	$Y(300-n)$	$Y(n-240)$
270...299	$1023-Y(360-n)$	$Y(300-n)$	$Y(n-240)$
300...329	$1023-Y(360-n)$	$1023-Y(n-300)$	$Y(n-240)$
330...359	$1023-Y(360-n)$	$1023-Y(n-300)$	$Y(420-n)$