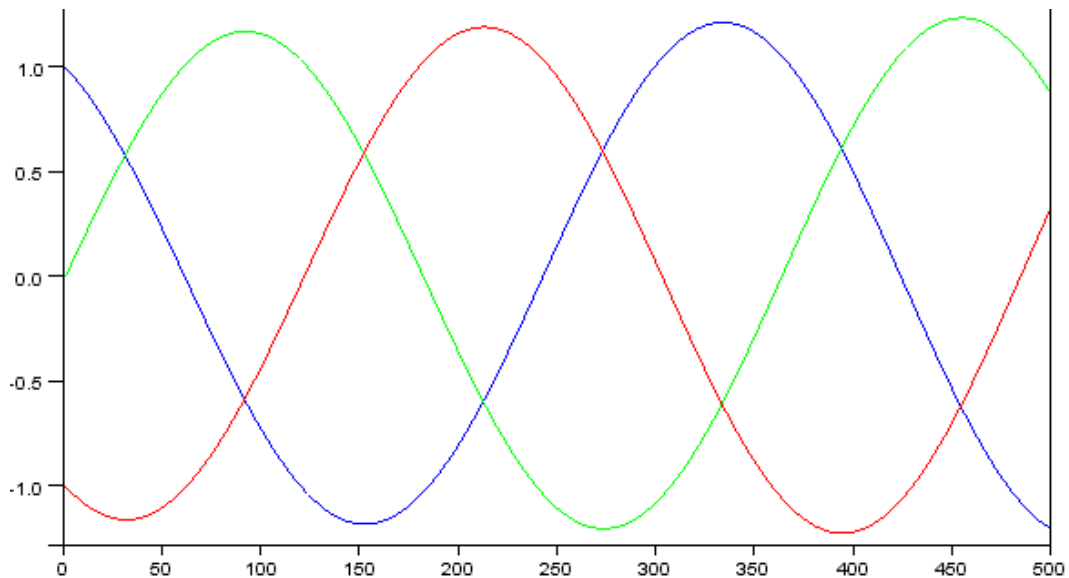


Energie

Le triphasé



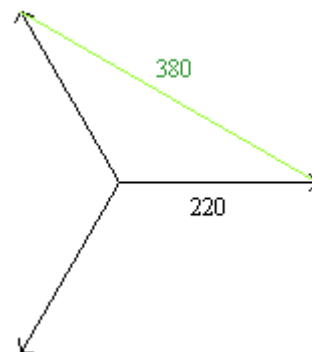
3 Tensions décalées de 120° :

$$V_1 = V_{\max} \cos \omega t \text{ avec } \omega = 2\pi f.$$

$$V_2 = V_{\max} \cos (\omega t - 2\pi/3)$$

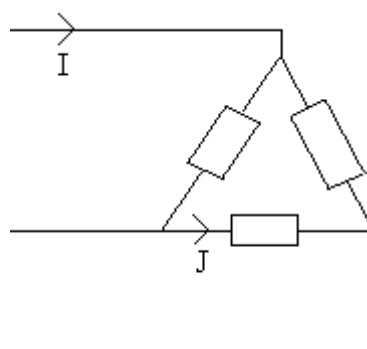
$$V_3 = V_{\max} \cos (\omega t - 4\pi/3)$$

Diagramme de Fresnel :



La tension efficace entre phase et neutre est notée V .

La tension efficace entre phases est notée U . $U = V\sqrt{3}$.



La puissance en régime équilibré vaut $P = 3VI.\cos \varphi = 3UJ.\cos \varphi$ donc $I = J\sqrt{3}$.
De $P = 3VI.\cos \varphi$, il vient $P = UI\sqrt{3}.\cos \varphi$.

On passe du montage triangle au montage étoile en divisant les impédances par 3 :
Avec 3 résistances R en triangle : $P = 3UJ$ avec $J = U/R$ donc $P = 3U^2/R$
Avec 3 résistances r en étoile : $P = 3VI$ avec $I = V/r$ donc $P = 3V^2/r$
 $U^2/R = 3V^2/R = V^2/r$ donc $r = R/3$. Ce qui permet de faire un schéma équivalent monophasé.

Tous les calculs se font avec des tensions efficaces, sans $\sqrt{2}$. Section des câbles : $S.J^4 = 3000$.

Redressement du facteur de puissance :

Puissance apparente : $S = 3VI$ en VA

Puissance active : $P = S.\cos \varphi$ en Watts

Puissance réactive : $Q = S.\sin \varphi$ en VAR

$S^2 = P^2 + Q^2$ avec $Q = S.\sin \varphi = (P/\cos \varphi).\sin \varphi$ donc $Q = P \tan \varphi$

$P_t = \sum P$ $Q_t = \sum Q$

Moteur asynchrone

Vérification du sens des bobinages d'un 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) :

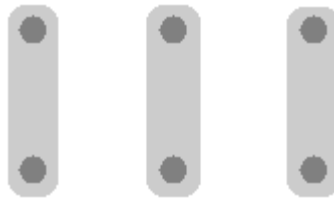


Mettre 2 barrettes l'une sur l'autre, pour pouvoir éventuellement le mettre en triangle par la suite !

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

Moteur asynchrone tri en monophasé :

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

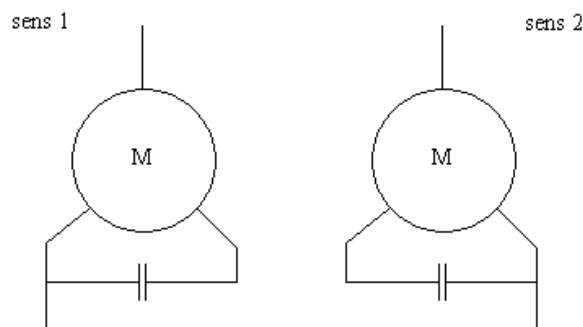


Le moteur doit être à cage d'écureuil (ou rotor bobiné sur rhéostat). Si on peut se contenter d'un couple réduit, il sera de 70%. Si le moteur ne tourne pas à pleine vitesse, couper immédiatement le courant...

Il suffit d'ajouter un condensateur permanent de $14\mu\text{F}$ par ampère par phase à 50Hz.

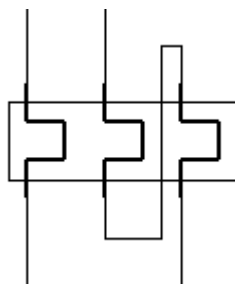
Si le démarrage est difficile, ajouter un 2^{ème} condensateur déchargé, de même valeur en parallèle avec le 1^{er}, puis le déconnecter après le démarrage (ex contact centrifuge).

Illustration :



Relais thermique

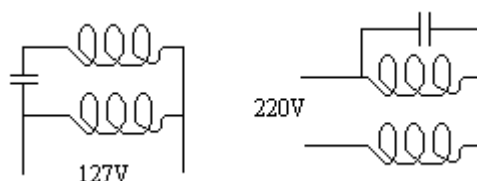
Ces relais étant souvent différentiels, il faut par exemple, câbler les 3 résistances comme ci-dessous, et le thermique sera, par exemple réglé à 4,5A, pour une puissance brute maxi de $230 \times 4,5 = 1 \text{ KW}$.



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, la bobine auxiliaire a une résistance plus grande (voir ci dessous).

Passage 115/230 :



Moteur mono double vitesse

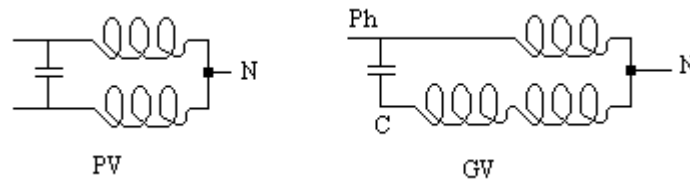
Un moteur de lave linge a 2 circuits indépendants (PV et GV), et fonctionne généralement avec un 15µF.

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 plus 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 :

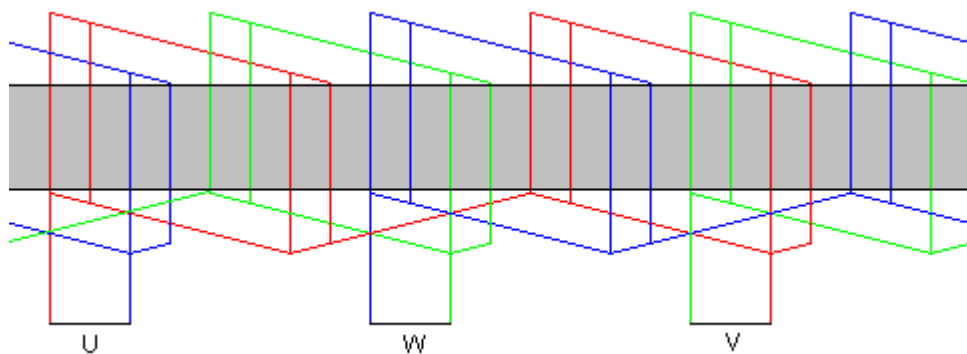
A l'instant 0, l'intérieur des bobines rouges sont des pôles 'nord', leur extérieur sont des pôles 'sud'.

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)

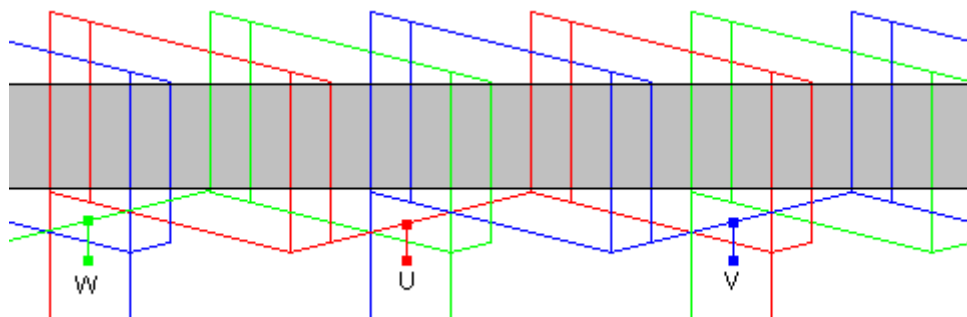


L'exemple suivant est celui d'un moteur avec 2 pôles par phase. Si une seule phase était alimentée, aucun champ magnétique ne passerait à l'extérieur de ces bobines.

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)



Notions de mécanique

Poids

$$P = mg$$

P en Newtons

m : masse en Kg

g = 9,81 (à la surface de la terre)

Travail d'une force

$$W = F.d.\cos(\theta)$$

W : travail en Joules

F : force en Newtons

d : déplacement en mètres

si la force est perpendiculaire au déplacement : $W = 0$

(ex : électron dans champ magnétique ou attraction de la terre par le soleil)

si la force est dans la même direction : $W = F.d$

Vitesse

$$d = \sum v.t$$

v en m/s

t : durée en secondes

Vitesse moyenne d'un aller-retour :

$$2d \text{ en } (d/v_1 + d/v_2) \text{ donc } V_{\text{moy}} = 2 / (1/v_1 + 1/v_2)$$

Puissance

$$W = P.t$$

P en Watts

$$P = F.d / t = F.v$$

Application

La puissance mécanique pour lever une masse verticalement à vitesse constante vaut : $P = mgv$

Accélération

$$F = ma \text{ avec } a = dv/dt \text{ en m/s}^2$$

Energie cinétique

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

La variation de l'énergie cinétique est égale au travail des forces

démonstration :

$$V = at + V_0$$

En intégrant par rapport au temps :

$$X = \frac{1}{2} at^2 + V_0.t + X_0$$

En remplaçant t par son expression :

$$V^2 - V_0^2 = 2a (X - X_0)$$

Cas de la rotation :

Couple d'une force

$$C = F.r$$

avec r : rayon en mètres, donc C en Nm

Frottements d'un moteur électrique

Couple : $KI - C_0$ en moteur et $KI + C_0$ en générateur

C_0 = frottements (les frottements secs sont constants)

Déplacement linéaire

ex : la longueur d'une corde qui s'enroule autour d'un axe

$L = r.\theta$ avec θ en radians (1 tour = 2π radians)

Vitesse linéaire

$$v = r.\omega$$

ω en rd/s. $\omega = 2\pi.f$ avec f : fréquence de rotation en Hertz

Travail

$$W = F.L = F.r.\theta = C.\theta$$

Puissance

$$P = C.\omega$$

Force centrifuge

$a = r\omega^2$ (Grand virage : r mini $\Rightarrow \omega$ maxi)

$a = r(v/r)^2 \Rightarrow a = v^2/r$ (Petit virage : r maxi $\Rightarrow v$ maxi)

Engrenages parfaits

$$v_1 = v_2 \text{ donc } r_1.\omega_1 = r_2.\omega_2 \text{ donc } N_1.\omega_1 = N_2.\omega_2$$

$$F_1 = F_2 \text{ donc } C_1 / r_1 = C_2 / r_2 \text{ donc } N_2.C_1 = N_1.C_2$$

On vérifie bien $C_1.\omega_1 = C_2.\omega_2$

Vis sans fin

Quand la vis fait un tour, l'engrenage tourne de une dent, donc le rapport de vitesse angulaire est le nombre de dents de l'engrenage.

Accélération

$$C = J.d\omega/dt$$

Avec réducteur parfait de rapport k : $kC = J_2.\omega'/k$ donc $C = (J_1 + J_2/k^2).\omega'$