

Chapitre 2 : Composants électrotechniques et installation électrique

1. Disjoncteur

Un appareil électromécanique de connexion qui permet de couper le courant en cas de surintensité, surcharge ou court-circuit, a pour but de protéger l'installation électrique.

1.1 Différents types de disjoncteurs

1.1.1 Disjoncteur magnétique : qui assure la protection contre les courts circuits

1.1.2 Disjoncteur thermique : qui assure la protection contre les surcharges.

1.1.3 Disjoncteur magnétothermique : c'est un disjoncteur magnétique et thermique à la fois. Ce type de disjoncteur est constitué de (voir figures 1 et 2):

Bobine de détection magnétique (court-circuit)

Bilame de détection thermique (surcharge)

Contact de phase (borne de raccordement 1, 2)

Contact de neutre

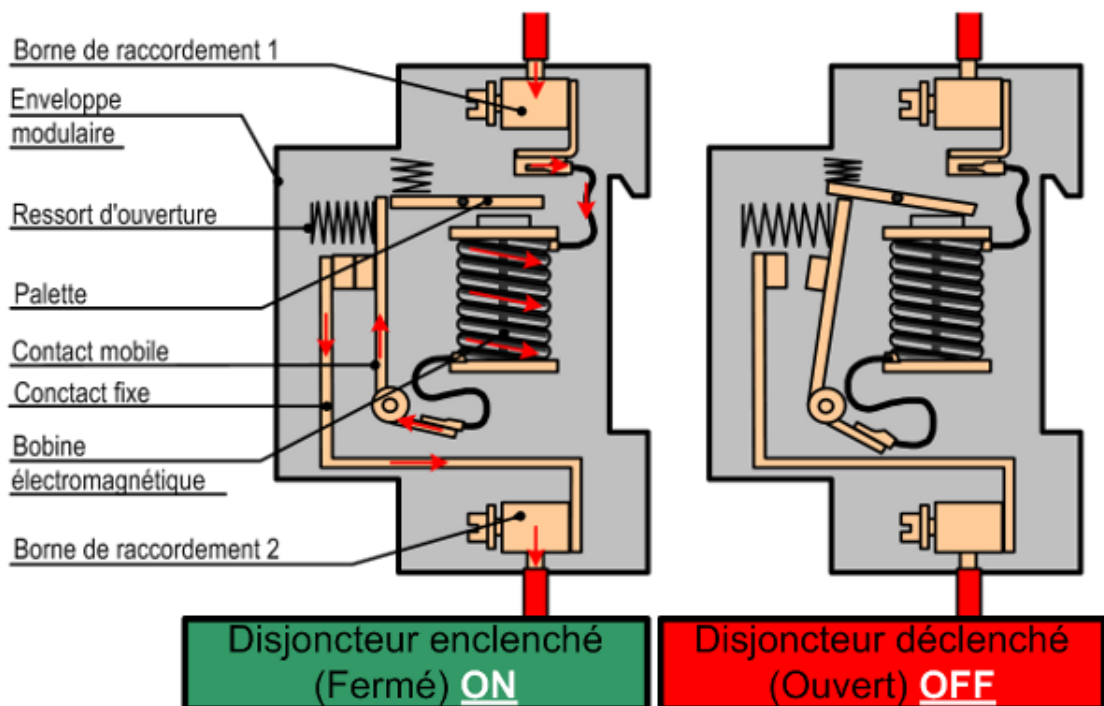


Figure 1 : Composition de disjoncteur magnétique

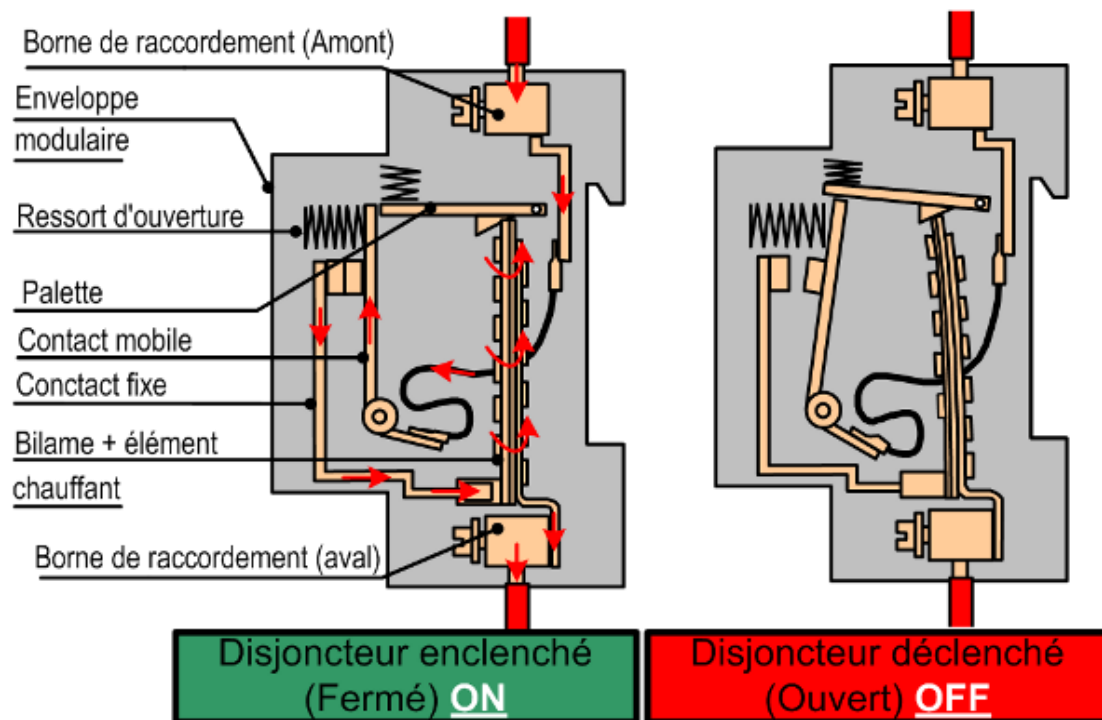


Figure 2 : Composition de disjoncteur Thermique

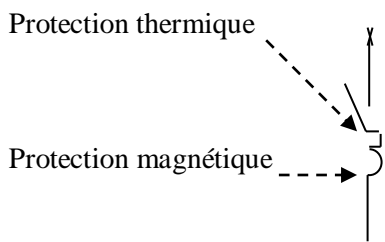
1.1.4 Disjoncteur différentiel : qui peut être de type disjoncteur magnétothermique et en plus protège les personnes contre le courant de fuite typique 30mA.

Si un courant de fuite apparaît et dépasse cette intensité le disjoncteur coupe le courant dans les circuits incriminés.

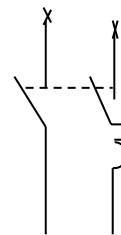
En effet, si l'on prend l'exemple d'une installation monophasée normale, le courant électrique qui arrive dans un récepteur par le fil de phase doit ressortir dans sa totalité par le fil de neutre (principe de la conservation des charges). De fait, si le courant dans le conducteur de phase au départ d'un circuit électrique est différent de celui du conducteur neutre, c'est qu'il y a une fuite de courant I_f , c'-à-d un défaut.

La différence d'intensité du courant à laquelle réagit un disjoncteur est appelée la sensibilité différentielle du disjoncteur. (**exemple** Courant 30mA de Seuil à pour effet électrique de paralysie l'être humain).

1.2 Symbole du disjoncteur



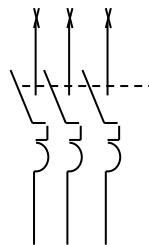
Disjoncteur unipolaire



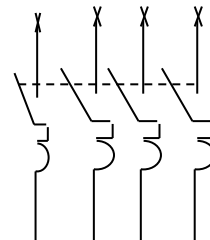
Disjoncteur Bipolaire

Phase protégée

Neutre coupé



Disjoncteur Triphasé

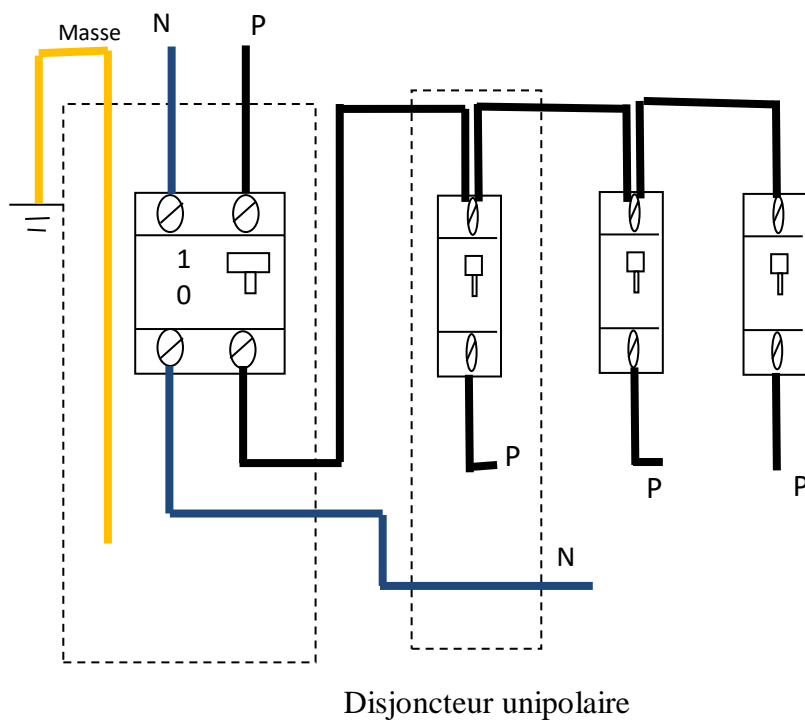
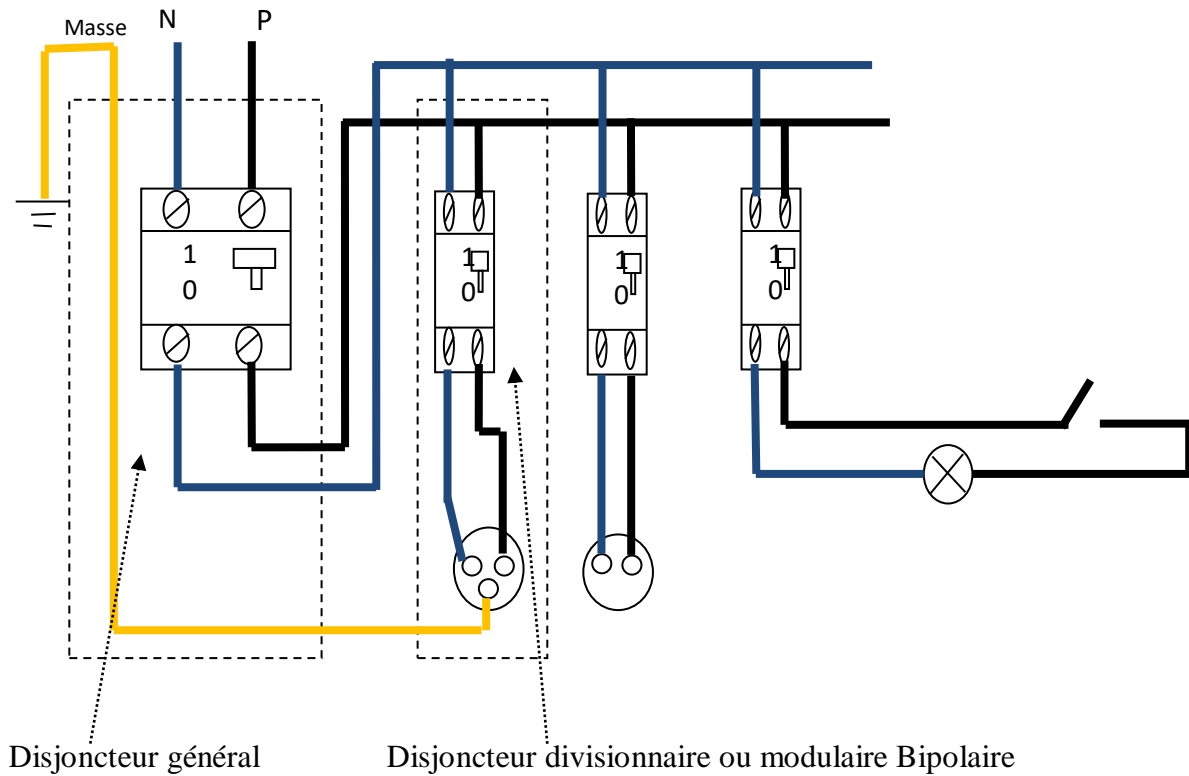


Disjoncteur Triphasé

Neutre protégé

1.3 Installation électrique de disjoncteur pour un système monophasé

Pour protéger l'installation électrique on doit implanter des disjoncteurs dans chaque endroit contenant les éléments électriques. Et cela pour faciliter la détection des problèmes électriques des parties suspectées en cas de court circuit ou surcharge, ainsi en laissant les autres parties fonctionnels.



2. Moteur électrique synchrone

Un moteur synchrone est une machine électrique qui absorbe un courant électrique dont la fréquence détermine la vitesse de rotation du rotor.

Les moteurs synchrones sont généralement des machines triphasées. Le rotor, souvent appelé « roue polaire », est alimenté par une source de courant continu ou équipé d'aimants permanents.

Le moteur électrique tournant à courant alternatif contient des bobines fixes forme le stator, alimentée en monophasé ou triphasé. Et le rotor, qui est alimenté par une source continue

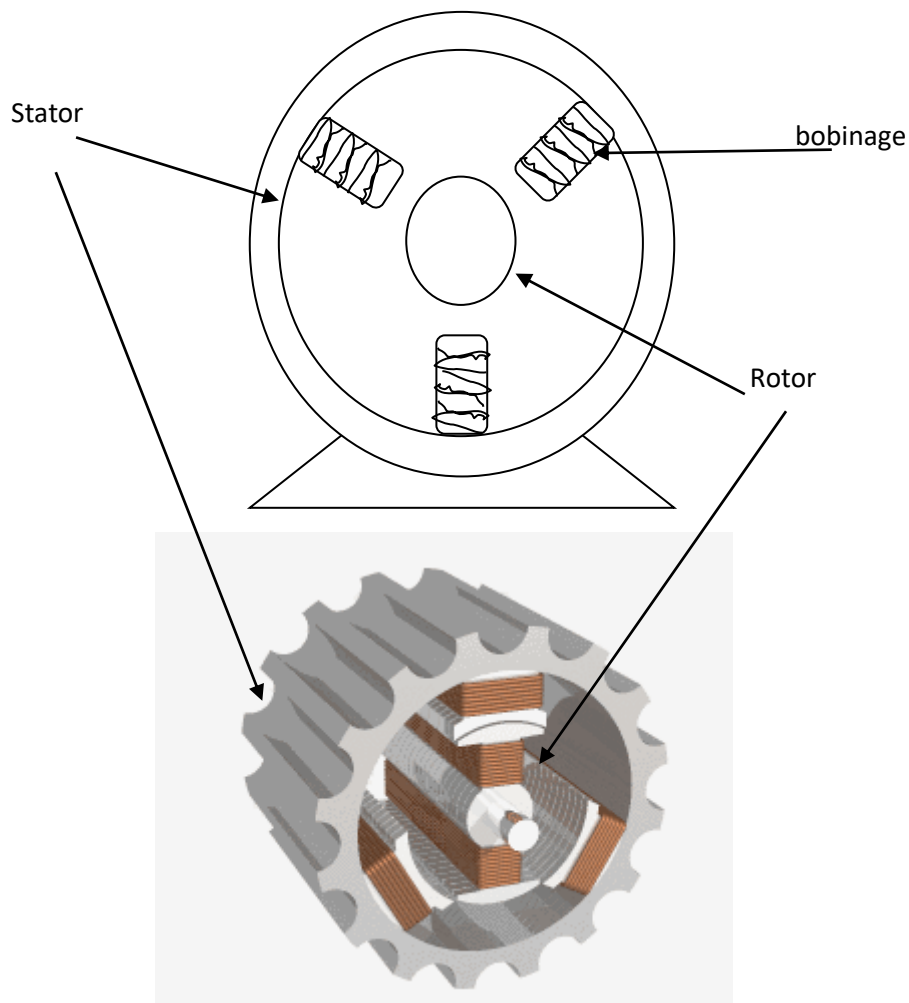


Figure 3 : Constitution d'un moteur synchrone

Le stator est l'induit. Il comprend 3 phases décalées de $2\pi/3$. Le stator est formé d'un empilage de tôles et porte sur la face tournée vers l'entrefer un bobinage triphasé à $2p$ pôles ($4p$, $6p$, $8p$). C'est dans ce bobinage statorique que sont induites les f.é.m $e(t)$.

Le rotor est l'inducteur. Il comprend p pôles Nord et p pôles Sud intercalés. Ces pôles sont créés à partir de soit :

- d'aimants permanents, pour les petites puissances
- de bobine alimentée en courant continu, pour les puissances élevées

L'alimentation continue peut être assurée par un collecteur à deux bagues.

3. Moteur électrique asynchrone

Le moteur asynchrone, ou à induction est une machine électrique à courant alternatif.

Le stator crée un champ magnétique tournant à la vitesse de synchronisation V_s .

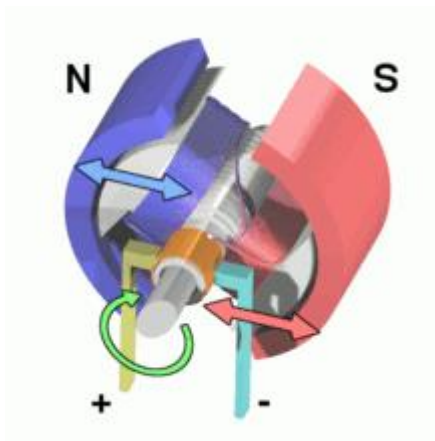


Figure 4 : Stator fixe et rotor mobile au centre relié à l'axe

Le principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone repose :

- D'une part sur la création d'un courant électrique induit dans un conducteur placé dans un champ magnétique tournant. L'induction du courant ne peut se faire que si le conducteur est en court-circuit, il se comporte comme le secondaire d'un transformateur (tant que le moteur ne tourne pas). Un courant très important apparaît soit :
 - dans le bobinage, et celui-ci produit à son tour un champ magnétique qui est inverse au champ primaire. (c'est le cas puisque les deux bagues latérales relient tous les barreaux à l'aide de deux charbons).
 - dans l'un des barreaux de la cage d'écureuil (figure 5) constituant le rotor du moteur.

- D'autre part, sur la création d'une force motrice sur le conducteur considéré (parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique tournant ou variable) dont le sens est donné par la règle des trois doigts de la main droite. Par la réaction d'induit, le rotor produit un champ magnétique qui s'oppose aux variations du champ tournant statorique. Ce champ a la polarité inverse et les pôles contraires s'attirent. Mais le champ magnétique n'est pas fixe, il tourne car le moteur est alimenté en triphasé. Le champ secondaire (du rotor) a tendance à suivre le champ primaire (vitesse de synchronisme V_s) et le rotor se met à tourner.

Un rotor de moteur asynchrone ne tourne donc jamais à la vitesse de synchronisme. Pour un moteur à une paire de pôles (à 50 Hz, la vitesse de rotation du champ tournant est de 3 000 [tr/min]) la vitesse de rotation du rotor peut être de 2 950 [tr/min]

$$\text{Vitesse (tr/s)} = \text{Vitesse synchronisme} - \text{Glissement}$$

$$\text{Vitesse (tr/s)} = \text{Fréquence (Hz)} / \text{Nb de paires de pôles} - \text{Glissement}$$

Le glissement représente la différence de vitesse de rotation entre l'arbre du moteur et le champ tournant du stator; il s'exprime par la relation suivante :

$$\mathbf{G} = \text{Vitesse de synchronisme} - \text{Vitesse de rotation de l'arbre}$$

Exprimé en %
$$\mathbf{G (\%)} = (V_s - V_r) / V_s$$

Glissement = 1%_10%

Le Couple du moteur, la puissance et la vitesse sont liés par la relation suivante :

$$\mathbf{C = P / V_r}$$

Avec : C : couple en Newton-mètre [Nm].

P = Puissance du moteur [W].

V_r = la vitesse de rotation du moteur [rd/s].

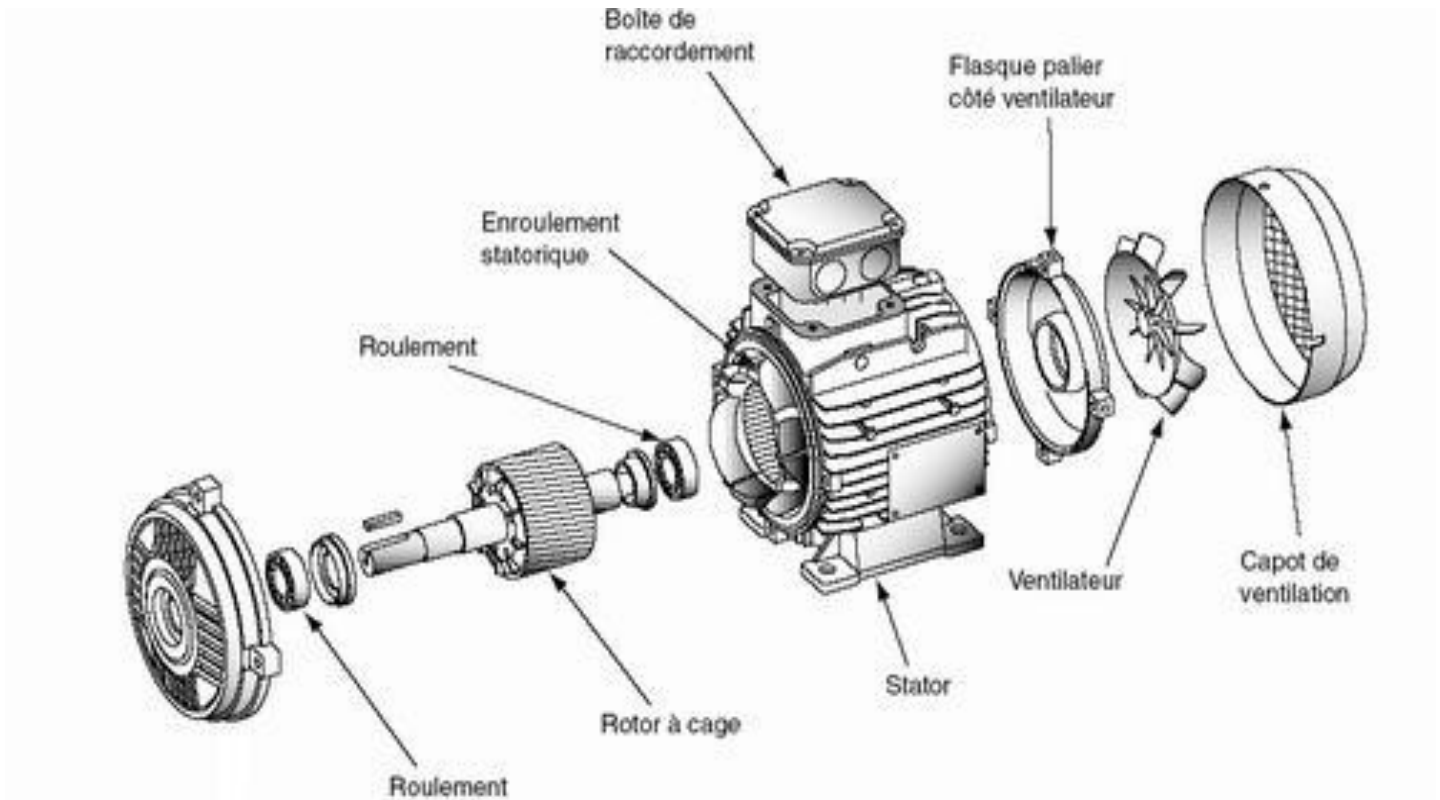


Figure 5: Composition du moteur asynchrone

3.1 Le stator

Constitué d'un cylindre ferromagnétique entaillé d'en-coches permettant d'y loger les bobinages.

Le stator d'un moteur triphasé (le plus courant en moyenne et grosse puissance), comme son nom l'indique, est la partie statique du moteur asynchrone. Il se compose principalement :

- de la carcasse,
- des paliers,
- des flasques de palier,
- du ventilateur refroidissant le moteur,
- le capot protégeant le ventilateur.

3.2 Le rotor

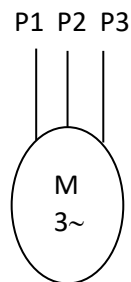
Un rotor constitué de conducteurs mis en circuit fermé. On rencontre deux types de rotor :

- (a) "Rotor à cage d'écureuil" : constitué de tôles ferromagnétiques et de barres conductrices régulièrement réparties à la périphérie du rotor et mises en court-circuit par 2 anneaux.

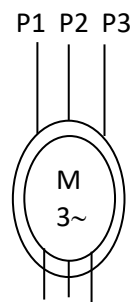
Pas relié au réseau (aucune alimentation électrique) pas de contrôle de l'induit.

- (b) Rotor bobiné: fait de 3 bobinages triphasés, semblable à celui du stator. Chaque bobine est reliée à une bague qui permet d'avoir une liaison électrique avec les bobines du rotor. Possibilité de modifier les propriétés électromécaniques.

3.3 Symboles



Symbole à cage d'écureuil



Symbole à cage bobiné

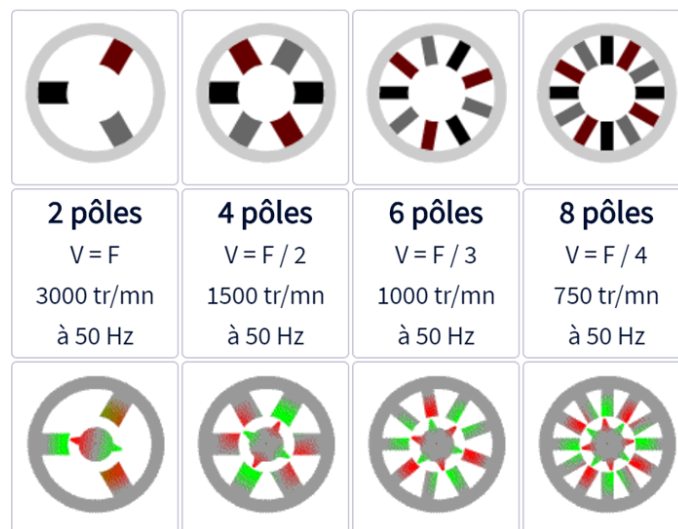
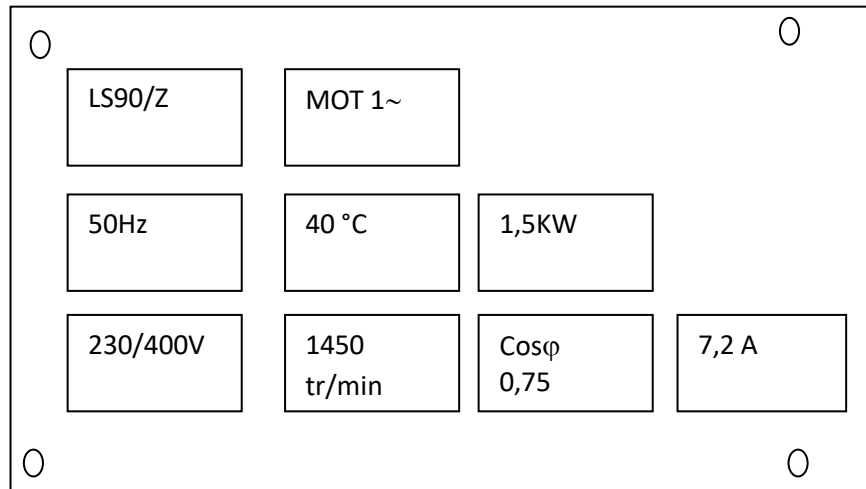


Figure 6 : Relation de la vitesse de synchronisme et Nb de pôles dans le stator

Sur un moteur électrique on trouve généralement une plaque signalétique

Exemple :



LS90/Z : type du moteur référence propre du constructeur

MOT 1~ : moteur monophasé alternatif

40 °C : Température d'ambiance maxi de fonctionnement

50Hz : fréquence d'alimentation

1450 : vitesse nominale du rotor

1,5KW : puissance nominal

Cosφ : facteur de puissance

7,2 A: intensité du courant nominale

6,2A/ 3,8 A: intensité en ligne dans chaque phase pour chacun des couplages (pour réseau triphasé)

230/400 V: la 1ere indique la valeur nominale de la tension aux bobines (pour montage étoile seulement pour réseau d'alimentation triphasé 220/380V)

Sur la boîte de raccordement (figure 5) on peut coupler le moteur en étoile ou en triangle selon les figures suivantes :

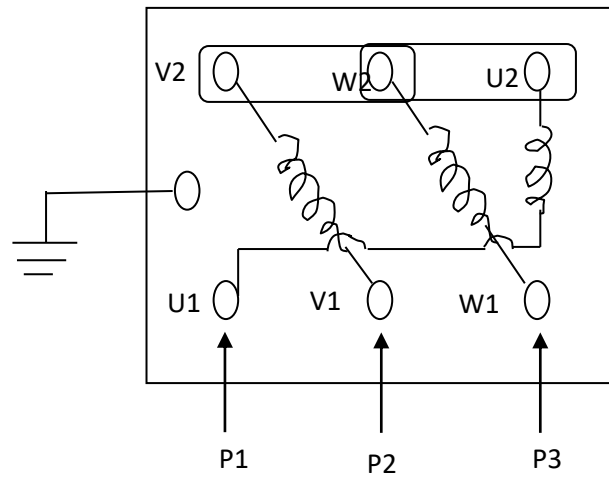


Figure 7 : Couplage du moteur en montage étoile

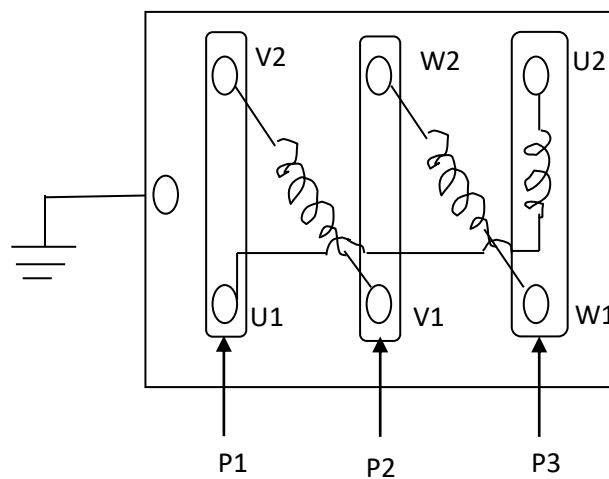


Figure 8 : Couplage du moteur en montage triangle

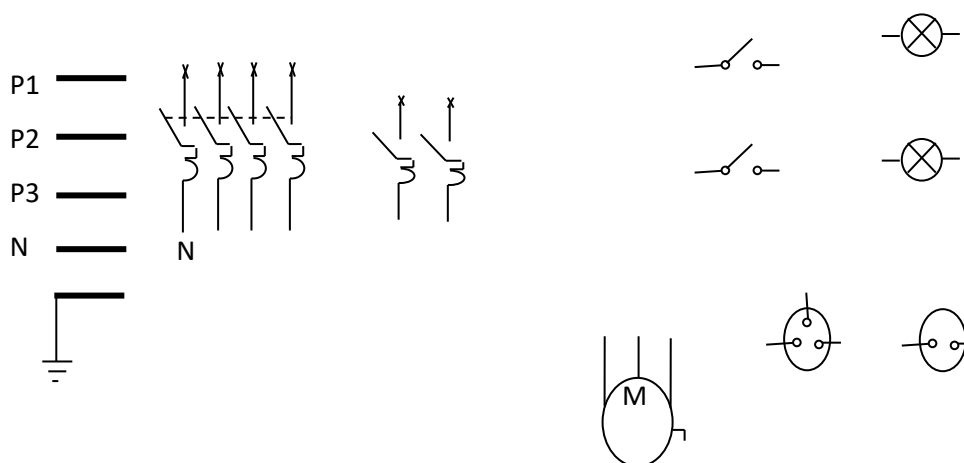
Remarque : le sens de rotation d'un moteur alimenté à partir d'un réseau triphasé direct est le sens horaire si le raccordement des phases P1, P2, P3 se fait respectivement sur U1, V1, W1.

Tableau de couplement du moteur selon la plaque signalétique et le réseau d'alimentation triphasé

La plaque signalétique du Moteur indique Réseau triphasé d'alimentation indique	127/ 230V	230/ 400V	400/ 600V
127/ 220V	Etoile	Triangle	Aucun
220/ 380V	Aucun	Etoile	Triangle
400/ 690V	Aucun	Aucun	Etoile

Exemple d'installation électrique des éléments électrotechniques

Etant donné les éléments électrotechniques suivants : un moteur triphasé, deux prises, deux lampes, deux interrupteurs, des câbles électriques, un disjoncteur principale (sert à protéger les deux enroulements du moteur et l'autre protège le reste des éléments) et deux disjoncteurs unipolaires (l'un pour protéger le troisième enroulement du moteur et l'autre protège le reste des éléments). Ces éléments sont Alimentés avec un réseau triphasé équilibré.



L'installation convenable pour ces éléments est donnée par la figure 8 suivante :

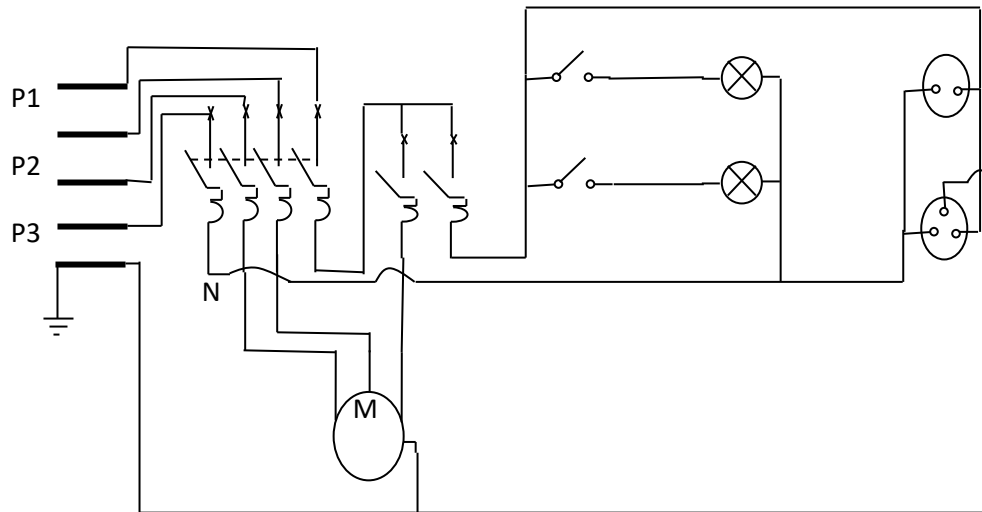


Figure 9 : Installation électrique

4. Câblage du moteur électrique monophasé avec des condensateurs

La plupart des moteurs monophasés que nous avons l'habitude de retrouver dans l'industrie frigorifique sont constitués de deux enroulements à savoir :

Un enroulement principal "P". Ce dernier est prévu pour être alimenté en permanence. Cet enroulement doit être capable de supporter l'intensité nominale du moteur.

Un enroulement auxiliaire "A" que l'on appelle généralement "enroulement de démarrage" (• start). Il est constitué d'un fil de section plus faible que l'enroulement principal (sa résistance est donc plus élevée).

L'enroulement auxiliaire permet de démarrer le moteur en lui fournissant un couple de démarrage supérieur au couple résistant de la machine.

4.1 Principe de fonctionnement

Le relais colle avec l'appel de courant au démarrage, le contact se ferme et alimente la phase auxiliaire, mais le courant décroît brusquement dans la phase principale quand le moteur approche de sa vitesse nominale, ce qui a pour effet d'ouvrir le contact quand la valeur de seuil du relais est atteinte et de couper l'alimentation de la phase de démarrage.

Il est monté en parallèle sur la phase auxiliaire : collé ou non suivant l'évolution de la tension aux bornes de la phase de démarrage.

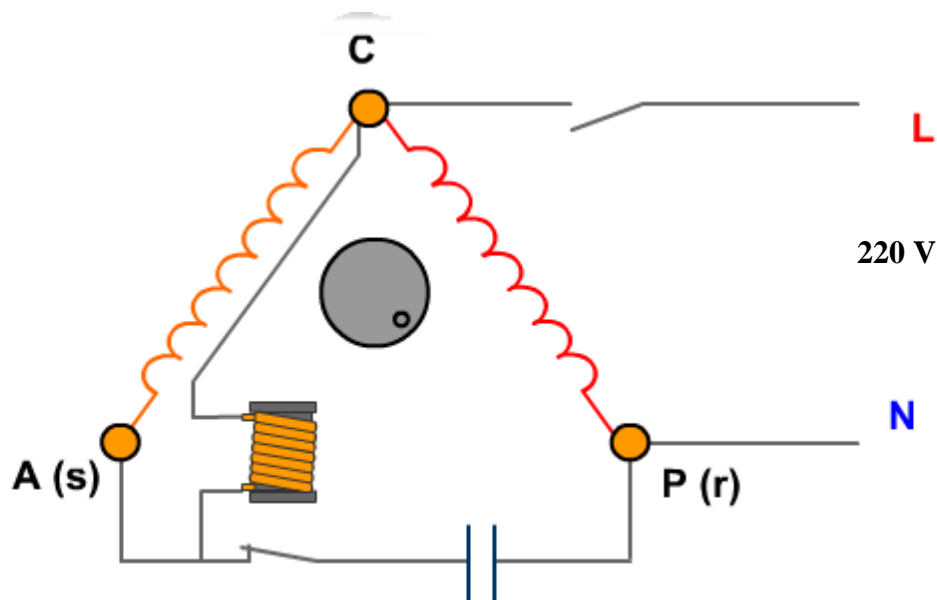


Figure 10 : Montage des enroulements du moteur monophasé

Dès la fermeture de l'interrupteur, les deux enroulements sont alimentés. Le courant traverse donc l'enroulement principal et l'enroulement auxiliaire. Le condensateur de démarrage permet d'améliorer le couple. Au fur et à mesure que le moteur prend de la vitesse, une tension induite prend naissance aux bornes de l'enroulement auxiliaire. Cette tension permet justement l'alimentation de la bobine du relais de tension. Lorsqu'elle est suffisante, ce dernier ouvre son contact. Désormais, l'enroulement auxiliaire n'est plus alimenté. Le rotor poursuit sa rotation, la tension induite dans l'enroulement auxiliaire reste suffisante pour que le relais puisse maintenir son contact ouvert. La phase de démarrage est terminée, le moteur est lancé.

Le condensateur de démarrage est fonctionne 2-3 secondes, puis est découplé automatiquement pour un relais (microcontact) dans le moteur, pour laisser place au condensateur permanent.

4.2 Câblage du moteur monophasé avec des condensateurs

Pour les deux sens de rotation du moteur monophasé alimenté en tension alternative (réseau monophasé), le câblage se fait avec un condensateur de démarrage et un condensateur permanent est donné par les figures suivantes :

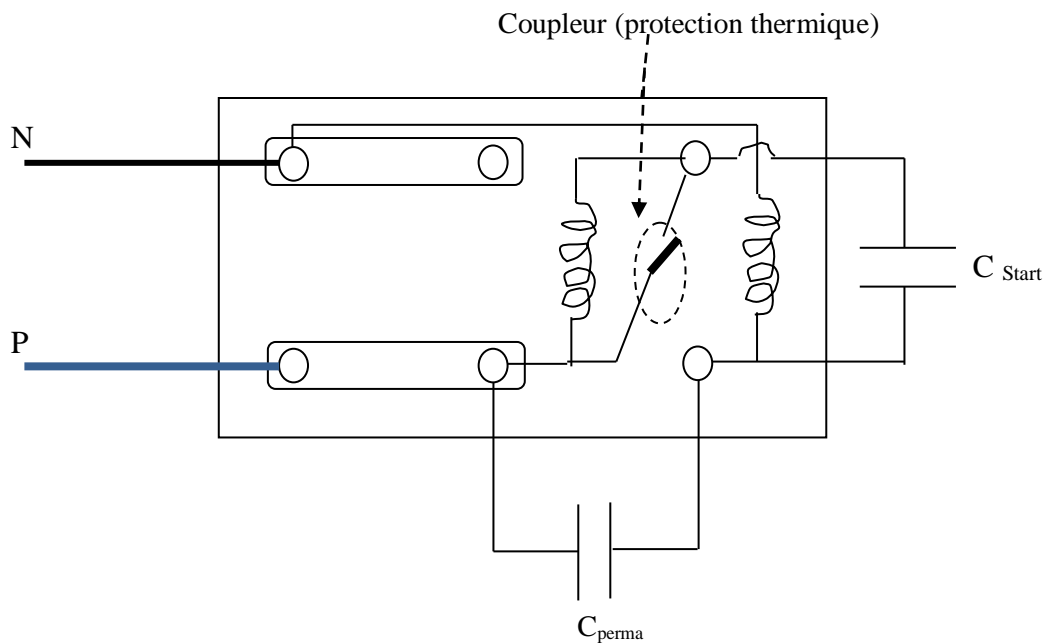


Figure 11 : Premier sens de rotation, la position de barrette horizontale

Deuxième sens de rotation du moteur

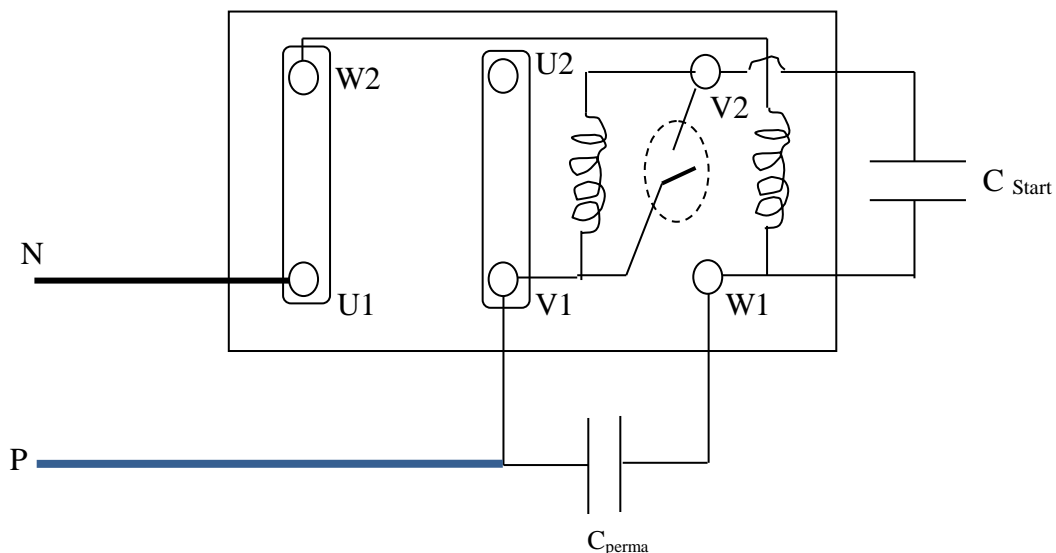


Figure 12 : Deuxième sens de rotation, la position de barrette verticale

Remarque : Dans le cadre d'un remplacement du condensateur permanent il faut veillez à ce rapprocher au maximum de la valeur en microfarads du condensateur d'origine. Il faut s'assurer que le condensateur supporte la tension à ses bornes.

5. Câblage de la boîte de raccordement du moteur électrique triphasé sous un réseau monophasé

Le câblage de la boîte de raccordement du moteur triphasé lorsqu'il est alimenté en réseau électrique monophasé se fait à l'aide des condensateurs. Les figures suivantes montrent ce raccordement:

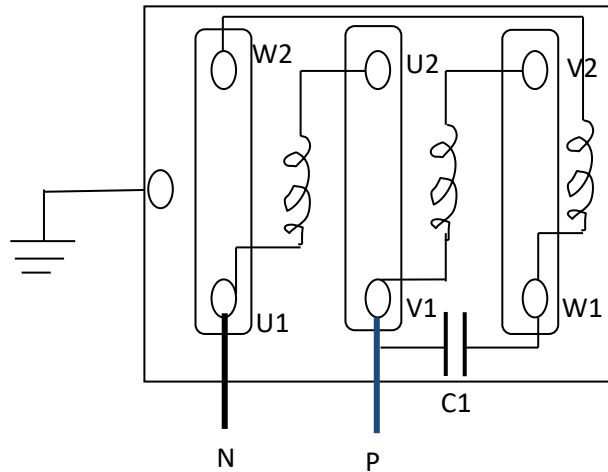


Figure13 : Montage avec 1 condensateur

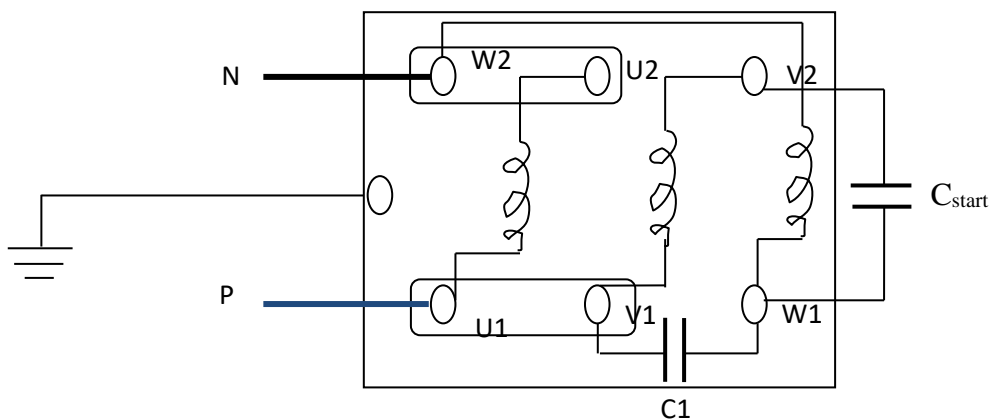


Figure14 : Montage avec 2 condensateurs et premier sens de rotation

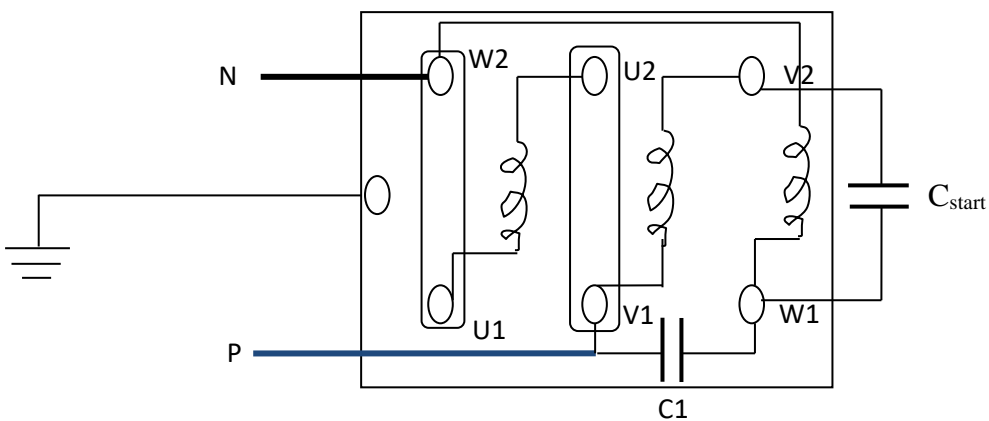


Figure15 : Montage avec 2 condensateurs et deuxième sens de rotation