

# Moteurs spéciaux

Si le moteur asynchrone triphasé est très utilisé de par sa robustesse et sa simplicité de construction, on a étendu son emploi en utilisant en tant que moteur monophasé, ou comme moteur à plusieurs vitesses. EX Le moteur DAHLANDER.

Chaque fois que l'on doit produire une énergie électrique à partir de l'énergie mécanique, on emploie l'alternateur.

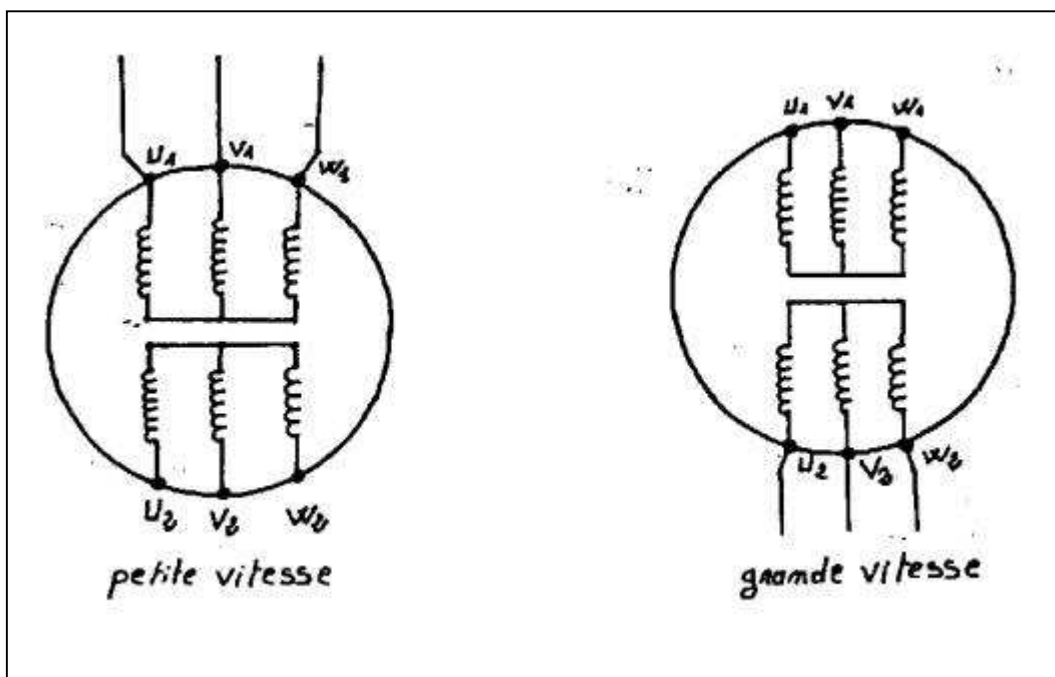
## 1) MOTEURS A PLUSIEURS VITESSES

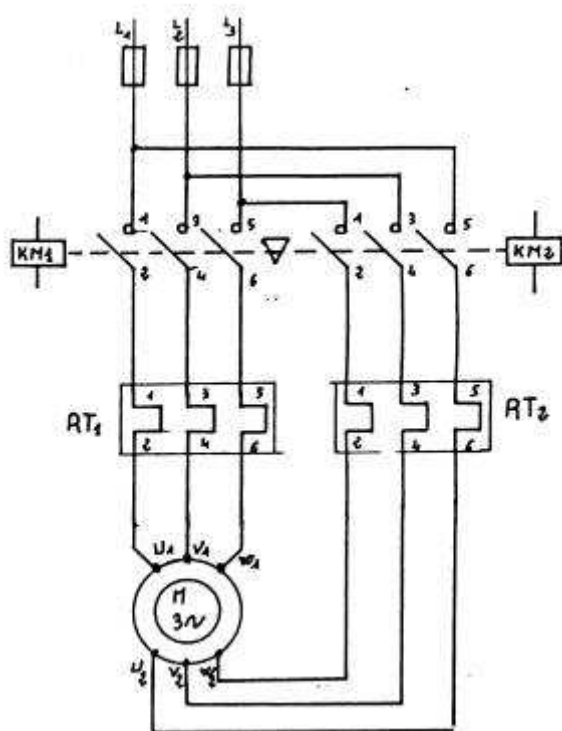
La variation de vitesse d'un moteur asynchrone peut être obtenue par

- Variation du nombre de pôles.
- Modification du glissement ( moteur à rotor bobiné uniquement).
- Alimentation à fréquence variable.

### 1-1 Deux vitesses « enroulements séparés »

Les deux vitesses sont obtenues par deux bobinages séparés logés dans les encoches du stator.





KM1 : Petite vitesse.  
KM2 : Grande vitesse.

### 1-3 Deux vitesses par couplage des enroulements

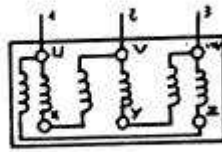
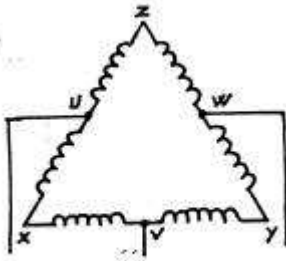
Dans un bobinage de moteur asynchrone, si on connecte à l'envers une bobine sur 2 de chaque phase d'un enroulement, la vitesse du champ est doublée.

On peut donc obtenir, par couplage des enroulements, 2 vitesses, l'une double de l'autre.

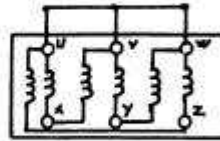
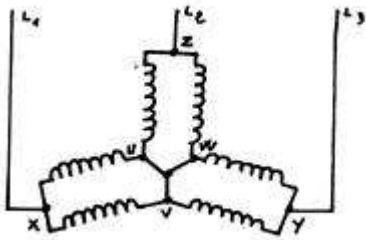
Ex : 4 pôles ( 1500 tr/mn)

8 pôles ( 750 tr/mn)

- Une petite vitesse, couplage triangle série.



- une grande vitesse, couplage étoile parallèle.



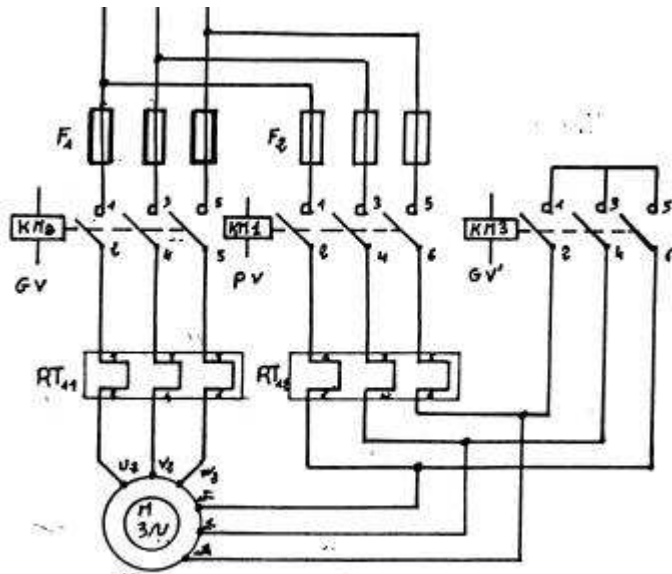
### 1-4 Couplage DAHLANDER

\* Circuit de puissance  $\Delta/YY$

Pour l'une des vitesses, le réseau est connecté sur les 3 bornes correspondantes. Pour la seconde, celle-ci sont reliées entre elles, le réseau étant branché sur les trois autres bornes.

L'ordre d'alimentation des phases doit être respecté pour ne pas avoir une inversion du sens de rotation au moment du passage de la petite vitesse à la grande vitesse.

L1 L2 L3

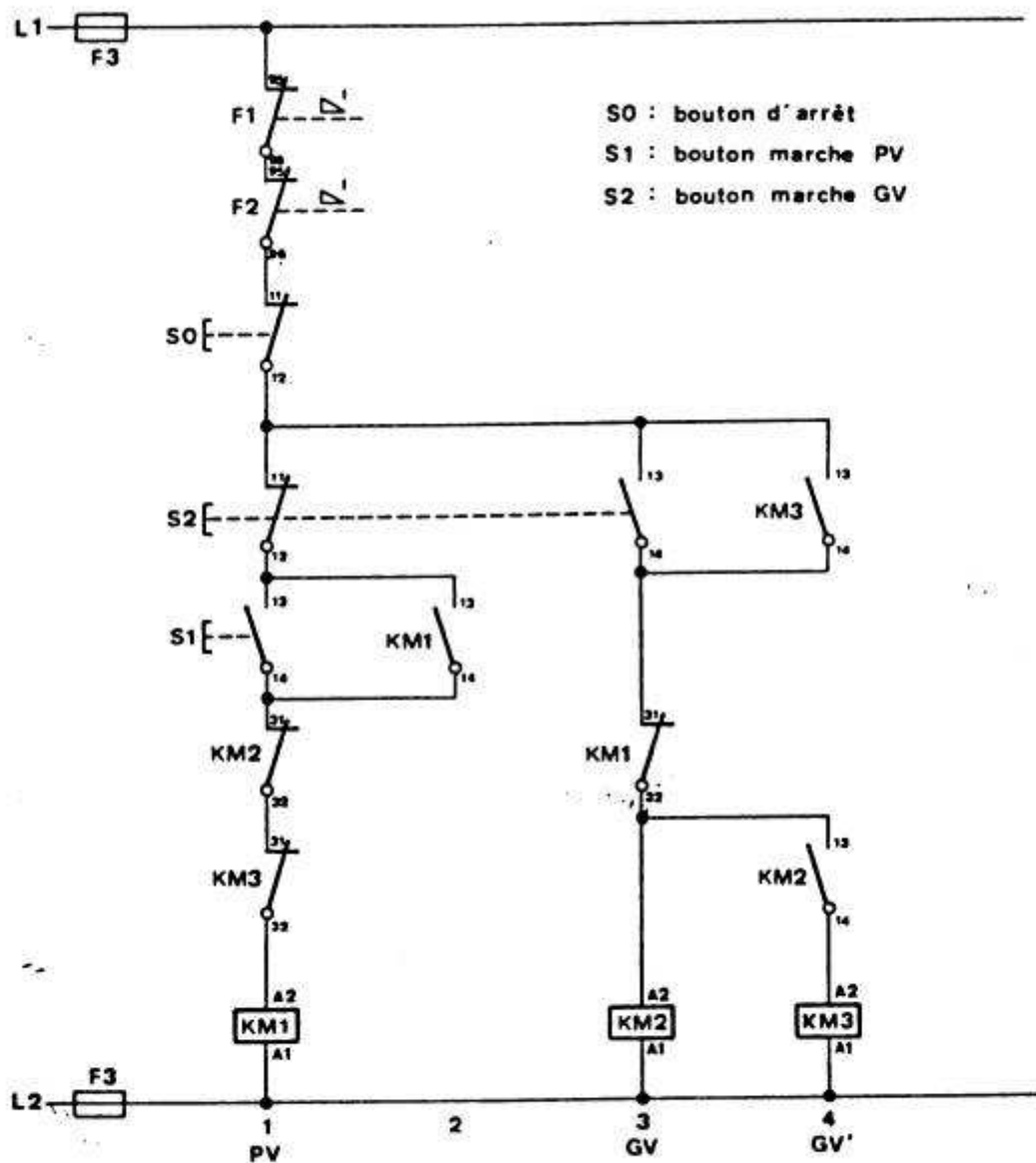


KM1 : Contacteur PV  
 KM2 : Contacteur GV  
 KM3 : Contacteur G'V

\* Exemple de démarrage

Pour l'un des démarrages on a choisi la variante suivante.

- Démarrage en petite ou grande vitesse à partir de l'arrêt.
- Passage possible de PV en GV.
- Pas de passage de GV en PV



## 2) REGLAGE DE VITESSE DES MOTEURS ASYNCHRONES

On a remarqué que la variation de vitesse du moteur asynchrone est obtenue par variation du nombre de pôles dans le moteur de type « DAHLANDER »

Mais généralement, pour varier la vitesse des moteurs asynchrones, il est nécessaire que la fréquence et la tension varient linéairement afin de maintenir un flux magnétique optimum dans le moteur lui permettant de fournir son couple nominal.

$$\text{flux} = \frac{\text{variation de tension}}{\text{variation de fréquence}} \Rightarrow \frac{\Delta U}{\Delta F} = \text{constante}$$

La conception d'un convertisseur de fréquence dépend du choix entre les deux systèmes les plus courants pour la génération de la forme d'onde

a) Système PWM ( pulse width modulation)

C'est la modulation de Largeur d'impulsion.

B) Système PAM ( pulse amplitude modulation)

C'est la modulation d'amplitude d'impulsion.

### A) Le rotovar

Le rotovar est un variateur de vitesse dont le domaine d'emploi est la commande des mouvements verticaux d'engin de levage ; ( Pont roulant, grues ...)

Moteur	Mouvement vertical	Mouvement horizontal
Asy. à cage	Statovar 4 quadrants (0 à 30% de la vitesse)	Statovar 4 quadrants (0 à 100% de la vitesse)
Asy. à bague	Rotovar 2 quadrants (0 à 30% de la vitesse) Statovar 4 quadrants (0 à 100% de la vitesse)	statovar 2 quadrants (0 à 100% de la vitesse) Statovar 4 quadrants (0 à 100% de la vitesse)
Courant continu	Rectivar	Rectivar

Le rotovar est employé avec des moteurs asynchrones triphasés à rotor bobiné ( à bagues).

Le rotovar permet la régulation de la vitesse depuis l'arrêt jusqu'à 30% de la vitesse de synchronisme, le passage à grande vitesse s'effectue par l'élimination des résistances rotoriques. L'équipement comporte

- Trois diodes et trois thyristors qui insérés dans le point neutre de la résistance rotorique, permettent d'en faire varier la résistance apparente.

- Un ensemble électronique qui comprend Une alimentation stabilisée, le dispositif d'affichage, le comparateur, l'amplificateur et le système de commande des gâchettes des thyristors.

### \* PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Un gradateur triphasé à thyristors est branché dans l'étoilage de la résistance rotorique. La variation de l'angle de conduction permet de modifier la variation du courant rotorique, et par conséquent celle du couple moteur. En d'autres termes, le gradateur règle la valeur de la résistance apparente insérée dans le circuit rotorique.

La référence de vitesse est affichée par un potentiomètre généralement entraîné par le mouvement d'un combinateur de commande. En position extrême de montée ou de descente, correspondant à l'ordre de marche en pleine vitesse, un contact provoque le démarrage automatique par élimination des sections de résistance.

Dans la zone de régulation, une vitesse donnée peut être obtenue quelque soit le couple mécanique résistant  $d\sim$  & la charge suspendue. En montée ou en descente à pleine vitesse, le moteur travaille sur sa caractéristique naturelle.

A1-Rotovar VR1

-Contacteur d'étoilage

F11-F31 Relais à inverseur

KM3 : Contacteurs maximum d'intensité

KM12-KM16 : Contacteurs rotoriques

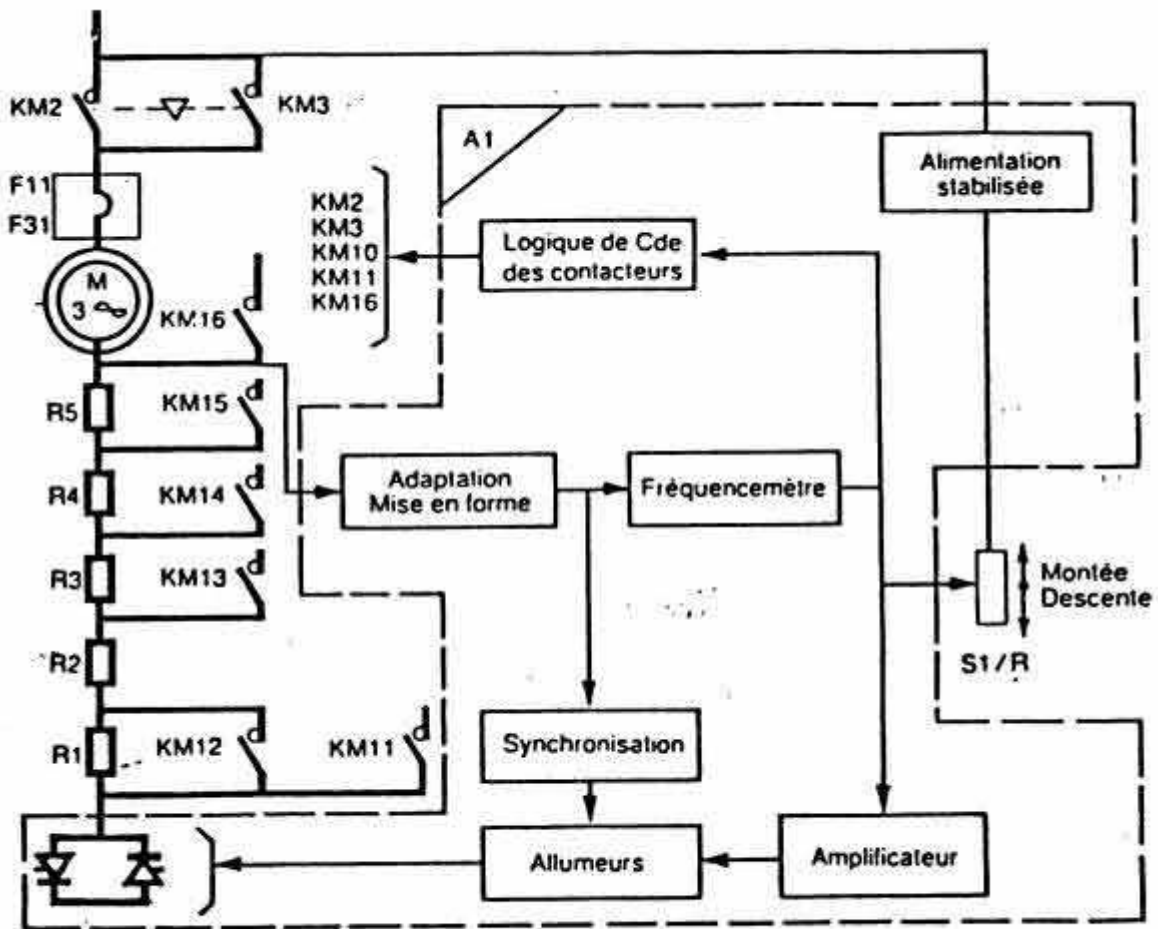
Moteur asynchrone à rotor à bague

KM11

KM2-

M-

S1/R-potentiomètre de référence



## B) LE STATOVAR

C'est un système électronique de variation de vitesse, il est employé avec les moteurs asynchrones à bagues. Il peut être utilisé pour commander et contrôler des engins, ponts roulant, grues ...

### \* PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le réglage de la vitesse est obtenu en ajustant sur le couple moteur au moyen d'un pont à thyristor. Ceux-ci, en fonction de leur angle de conduction, font varier la valeur de la tension d'alimentation appliquée au stator du moteur.

La résistance rotorique qui, comme dans les démarreurs rotoriques conventionnels, est partagée en un certain nombre de sections court-



circuitées par des contacteurs est sélectionnée automatiquement à une valeur convenable dépendant du glissement. c'est à dire la vitesse.

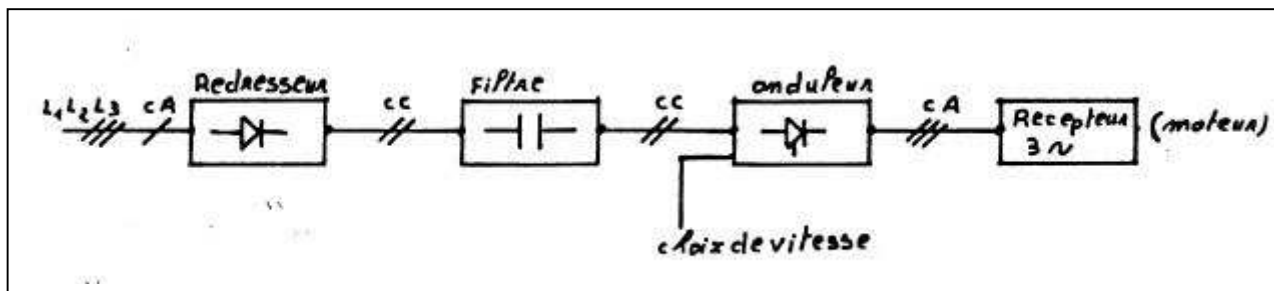
### C) L'ALTIVAR

Un variateur de vitesse est composée de deux circuits distincts Le circuit de puissance et le circuit de contrôle.

#### \* Circuit « puissance »

Il comprend 3 étages :

- Etage redresseur
- Etage filtrage
- Etage onduleur



#### \* Circuit contrôle

Il comprend :

- Des alimentations stabilisées
- Un convertisseur tension / fréquence
- Un compteur en anneau
- Une boucle de régulation
- Une rampe
- Une logique de commande de la voie haute ( VH ) et de la voie basse ( VB )

### D) AUTRES SYSTEMES DEREGLAGE

Le système de changement ou variation de fréquence est toutefois coûteux, car il nécessite un générateur h fréquence

différente, voir variable, c'est à dire groupe tournant ou de préférence actuellement un convertisseur statique de fréquence.

### 3) PROTECTION DES MOTEURS

Le problème de la protection des moteurs consiste à définir la nature des risques contre lesquels on doit se protéger ; puis à choisir l'appareil capable de détecter ces risques et d'opérer leur suppression.

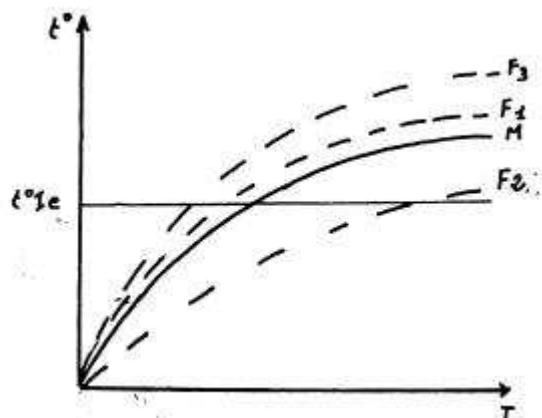
Les principales perturbations sur les moteurs électriques se traduisent par :

- Les surintensités
- Les surcharges ou court-circuit
- Les baisses de tension
- Défaillance d'une phase
- L'échauffement

#### A) CARACTÉRISTIQUE DU DISPOSITIF DE PROTECTION DU MOTEUR

Le dépassement de la température maximale peut être évité au moyen d'un dispositif relativement simple présentant un comportement en fonction du temps qui peut être différent de celui du moteur.

La seule condition est toute fois que la caractéristique d'échauffement soit égale ou plus rapide que celle du moteur



$T^\circ$  : Température  
 $T^\circ_{se}$  : Température au courant nominal  
 $T$  : Temps

Le -moteur est protégé en cas de surcharge si la pente initiale de la caractéristique d'échauffement du dispositif de protection est plus élevée que celle du moteur ( F1 F3 ). La protection est insuffisante si le dispositif de protection ne réagit pas assez rapidement ( F2 ).

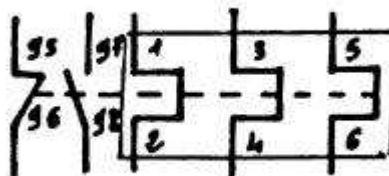
Donc la figure suppose un échauffement régulier en une seule fois du moteur.

Les dispositifs de protection en fonction de la température, (appareils équipés de thermistances ) protègent le rotor d'un échauffement inadmissible de façon très restreinte puisqu'ils mesurent 'la température directement au sein de l'enroulement du stator

## B) LES RELAIS THERMIQUES

### \* Principe de fonctionnement

<Symbole>



Le relais thermique utilise la propriété d'un bilame formé de deux lames minces de métaux ayant des coefficients de dilatation

différents. Il s'incurve lorsque sa température augmente. Après un certain déplacement qui dépend du courant de réglage, il commande un mécanisme d'ouverture.

L'échauffement des bilames peut s'effectuer soit de façon directe ou indirecte.

Dans le premier cas, le courant passe directement au travers du bilame.

Dans le deuxième cas, le courant passe au sein d'une bobine de chauffage isolée entourant le bilame. Un peu plus conséquente que celle des relais à échauffement direct.

— Le relais thermique protège parfaitement les moteurs lors d'un démarrage suivi d'un service interrompu (marche arrêt plusieurs fois).

#### \*Fonctionnement

a) Déclenchement par surcharges

- Déplacement simultané des trois bilames

b) Déclenchement en cas de coupure d'une phase

- Dispositif différentiel

c) Compensation de réglage

La compensation permet au relais de déclencher à la même valeur d'intensité quelque soit la température ambiante, le relais thermique donne une image thermique du récepteur à protéger.

#### C) PROTECTION EN CAS DE DÉFAILLANCE D'UNE PHASE

En général, la protection en cas de défaillance d'une phase des moteurs est expliquée par la manière suivante :

##### - Couplés en étoile

Les moteurs ne sont pas affectés par une défaillance de phase, car les courants au sein de l'enroulement sont dans ce cas identiques à ceux passant dans les conducteurs qu'il y ait ou non défaillance d'une phase, si N à la terre.

### - Couplés en triangle

Les moteurs dont la puissance nominale d'emploi est inférieure à 10 KW ne nécessitent aucune protection spéciale contre les défaillances de phase, à condition que le relais thermique réagisse à un courant biphasé  $< 1.25 I_e$ .

Pour les moteurs couplés en triangle dont la puissance nominale d'emploi est supérieure à 10 KW, il est recommandé de prévoir des dispositifs avec protection contre les défaillances d'une phase.

### \* Principe du déclenchement différentiel

En présence d'une défaillance de phase, ce dispositif engendre une ouverture déjà à 85% du courant de réglage triphasé c'est à dire du courant parcourant le relais thermique. Lors d'une défaillance de phase et un moteur couplé en triangle, les courants au sein du relais ne sont en effet pas identiques à ceux parcourant les enroulements du moteur.

La répartition des courants n'est pas non plus constante au sein du moteur puisqu'elle dépend de la charge.

## D) LES FUSIBLES

Les fusibles HPC sont des organes de protection coupant le circuit principal par la fusion d'un ou de plusieurs conducteurs. Leur rôle est donc d'interrompre le circuit en cas de surintensité ou de court-circuit lorsque la valeur préétablie est, dépassée après un temps défini.

Il existe également des fusibles de protection partielle normalisés (classe aM ). Ces fusibles sont prévus uniquement pour la protection contre les courts-circuits. Ils sont surtout prévus pour la protection des moteurs à courant alternatif. Il ne doivent être utilisés qu'avec des systèmes de protection thermique (p.ex contacteur avec relais thermique ).

## E) Les disjoncteurs

Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les

conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit.

Les petits disjoncteurs sont le plus souvent équipés d'un relais thermique réglable à maximum d'intensité et d'un relais magnétique à ajustement fixe pour la protection en cas de court-circuit. La bobine de ces relais est parcourue par le courant principal de l'installation. Dès que l'intensité qui la traverse dépasse la valeur du réglage de l'appareil, une palette mobile bascule sous l'effet attractif du circuit magnétique et actionne un levier. Ce dernier agit sur le mécanisme de déclenchement des contacteurs. Les relais dits « à accrochage » ne peuvent être remis en marche par les boutons poussoirs qu'après avoir été réarmés par un bouton spécial disposé sur le contacteur.

#### F) Les relais de protection électroniques

Le rôle du relais de protection électronique est de protéger le moteur contre les surcharges en engendrant le déclenchement du contacteur avant que l'enroulement soit soumis à un échauffement inadmissible. Autres possibilités de protection offertes par cet appareil :

- Déclenchement rapide en cas de défaillance d'une phase.
- Protection contre le blocage.
- Contrôle du sens de rotation.
- Protection contre les sous-charges.
- Protection contre les courts-circuits.

Le relais de protection est commandé par une sonde de température à thermistor placée au sein de l'objet dont la température doit être contrôlée. Lorsque la température maximale admissible est atteinte, le contact du relais de protection RT2 coupe le circuit de commande de la bobine du contacteur.

Les relais de protection à thermistor offre une protection efficace contre :

- Surcharge.
- Défaillance d'une phase.

- Sous-tension et surtension.

Le relais thermique représente sans conteste la solution la plus économique pour une protection normale, y compris le contrôle de la défaillance de phase et la surveillance des moteurs. Cette protection est toutefois insuffisante lors de démarrages fréquents sous charge. Le relais de protection électronique CET3 est utilisé lorsque la protection doit satisfaire à de hautes exigences telles que :

- Démarrages pénibles.

- Protection efficace en cas de défaillance de phase.

Le relais électronique offre en outre un meilleur contrôle de l'échauffement des moteurs, et devient de plus en plus employé dans l'industrie comme une protection efficace pour le moteur à haute tension.