



**OFPPT**

**ROYAUME DU MAROC**

**مكتب التكوين المهني و انعكاش الشغل**

**OFFICE DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE ET DE LA PROMOTION DU TRAVAIL  
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

**VERSION EXPERIMENTALE**

**RESUME THEORIQUE  
&  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**Module N° 8 : DEMARRAGE DES MOTEURS  
A COURANT ALTERNATIF**

**SECTEUR : FROID ET GENIE THERMIQUE**

**Niveau : TECHNICIENSPECIALISE /TECHNICIEN**



**ISTA.ma**  
**Un portail au service**  
**de la formation professionnelle**

### **Le Portail <http://www.ista.ma>**

Que vous soyez étudiants, stagiaires, professionnels de terrain, formateurs, ou que vous soyez tout simplement intéressé(e) par les questions relatives aux formations professionnelles, aux métiers, <http://www.ista.ma> vous propose un contenu mis à jour en permanence et richement illustré avec un suivi quotidien de l'actualité, et une variété de ressources documentaires, de supports de formation, et de documents en ligne ( supports de cours, mémoires, exposés, rapports de stage ... ) .

Le site propose aussi une multitude de conseils et des renseignements très utiles sur tout ce qui concerne la recherche d'un emploi ou d'un stage : offres d'emploi, offres de stage, comment rédiger sa lettre de motivation, comment faire son CV, comment se préparer à l'entretien d'embauche, etc.

Les forums <http://forum.ista.ma> sont mis à votre disposition, pour faire part de vos expériences, réagir à l'actualité, poser des questionnements, susciter des réponses. N'hésitez pas à interagir avec tout ceci et à apporter votre pierre à l'édifice.

### **Notre Concept**

Le portail <http://www.ista.ma> est basé sur un concept de gratuité intégrale du contenu & un modèle collaboratif qui favorise la culture d'échange et le sens du partage entre les membres de la communauté ista.

### **Notre Mission**

Diffusion du savoir & capitalisation des expériences.

### **Notre Devise**

Partageons notre savoir

### **Notre Ambition**

Devenir la plate-forme leader dans le domaine de la Formation Professionnelle.

### **Notre Défi**

Convaincre de plus en plus de personnes pour rejoindre notre communauté et accepter de partager leur savoir avec les autres membres.

### **Web Project Manager**

- Badr FERRASSI : <http://www.ferrassi.com>

- contactez : [admin@ista.ma](mailto:admin@ista.ma)

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module de formation.

**Pour la supervision :**

**M. Rachid GHRAIRI : Chef de projet Froid et Génie Thermique**

**M. Mohamed BOUJNANE : Coordonnateur du CFF/ Froid et Génie Thermique**

**Pour l'élaboration**

**Mr ELLOUZY ALI: Formateur à l'ISTA Settat**

**Pour la validation :**

- **Mr Ahmed LAKDARI : Formateur à l'ISGTF**
- **Mr Omar OUADGHIRI : Formateur à l'ISGTF**

***les utilisateurs de ce document sont invités a communiquer a la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.***

**MR. SAID SLAOUI  
DRIF**

SOMMAIRE

	Page
Présentation du module	5
Résumé de théorie	
I. Moteurs asynchrones monophasés-----	7
I-1 Généralités-----	7
I-2 Accessoires de démarrage. -----	10
--	21
I-3 Détermination de la capacité d'un condensateur-----	22
I-4 Calcul de la puissance monophasé-----	23
I-5 Calcul de la section des conducteurs-----	24
II. Moteur asynchrone triphasés-----	24
II-1 Généralité -----	27
II-2 Appareil d'isolement----	28
II-3 Organe de commande-----	29
II-4 Appareils de protection des circuits-----	32
II-5 Choix des appareils électriques-----	34
II-6 Calcul de la puissance électrique triphasé-----	35
II-7 Procèdes de démarrage -----	
Guide de travaux pratique	43
TP1 Démarrage par relais d'intensité-----	45
TP2 Démarrage par relais de tension-----	47
TP3 Démarrage direct par interrupteur rotatif-----	49
TP4 Démarrage direct semi-automatique un sens de marche-----	51
TP5 Démarrage direct semi-automatique deux sens de marche -----	53
TP6 Démarrage étoile/triangle -----	
Evaluation de fin de module-----	57
Liste bibliographique -----	58

**Module N°8 : Démarrage des moteurs électriques à courant alternatif**

Durée :60 H

50% :théorique

50% :pratique

**DE COMPORTEMENT  
OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU**

**COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit **assurer le démarrage des moteurs électriques à C.A** selon les conditions , les critères et les précisions qui suivent:

**CONDITIONS D'EVALUATION**

- Individuellement.
- A partir des travaux effectués sur un banc d'essai de démarrage des moteurs à c.a.
- A partir des document techniques.
- A l'aide d'outillage d'électricien et instrument de mesure.

**CRITERES GENEREAUX DE PERFORMANCE**

- Justesse des explications concernant les principes de fonctionnement de chacun des composants.
- Justesse des explications de la logique du fonctionnement de l'ensemble du circuit.
- Maîtrise des techniques de câblage.
- Maîtrise des techniques de réglage des dispositifs de commande et sécurité.
- Qualité du câblage :
  - \* Fonctionnel
  - \* Respect des normes et des codes
- Maîtrise des techniques de dépannage.

**PRECISION S SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

**A- Assurer les différents types de  
démarrage des moteurs monophasés**

- Conformité du câblage au schéma
- Qualité de raccordement
  - Montage sécuritaire et conforme aux normes
  - Circuit fonctionnel et conforme aux normes et consignes

**B- Assurer le démarrage des moteurs triphasés**

- Qualité de raccordement
- Montage sécuritaire et conforme aux normes
- Circuit fonctionnel et conforme aux consignes

## OBJECTIF OPERATIONNEL DE SECOND NIVEAU

Le stagiaire doit maîtriser les savoir, savoir-faire, savoir percevoir ou savoir être juges préalables aux apprentissages directement requis pour l'atteinte de l'objectif opérationnelle premier niveau, ainsi :

### **(A) Avant d'apprendre à assurer les différents types de démarrage des moteurs monophasés, le stagiaire doit :**

- 1 - Expliquer le principe de fonctionnement des moteurs monophasés et les appareillages électriques utilisés.
- 2 - Résoudre des problèmes de calcul relatif aux notions de puissance monophasé et au choix d'appareillages électriques.
- 3 - Expliquer la logique du fonctionnement de l'ensemble du circuit électrique.

### **(B) Avant d'apprendre à assurer les différents types de démarrage des moteurs triphasé, le stagiaire doit :**

- 4- Expliquer le principe de fonctionnement des moteurs triphasés et appareillages électriques utilisés.
- 5 - Résoudre des problèmes de calcul relatif aux notions de puissance triphasé et aux choix d'appareillages électriques.
- 6 - Expliquer la logique de fonctionnement de l'ensemble du circuit électrique

## **PRESENTATION DU MODULE**

Ce module permet aux stagiaires d'acquérir le savoir faire nécessaire pour maîtriser le démarrage des moteurs électriques monophasés et triphasés .Ce module comprend une partie théorique et des travaux pratiques jugés indispensables pour la maîtrise de cette compétence.

Le volume théorique est de : 26 H

Le volume pratique est estimé à :28H

L'évaluation est estimée à : 6 H

**MODULE : DEMARRAGE DES MOTEURS ELECTRIQUES A  
COURANT ALTERNATIF  
RESUME THEORIQUE**

## **I.MOTEUR ASYNCHRONE MONOPHASE**

### **I.1 Généralités**

#### **I.1.1 Constitution**

Il est composé du point vue électrique :

- ❖ D'un stator comprenant un circuit magnétique dans lequel sont logés un enroulement principal (en deux parties ou non) et un enroulement auxiliaire (celui-ci est souvent branché en série avec un condensateur et un contact centrifuge).
- ❖ D'un rotor à cage d'écureuil en court-circuit.

#### **I.1.2 Fonctionnement**

L'enroulement principal du stator, alimenté par un réseau monophasé, donne un champ magnétique alternatif et non tournant.

Pour que le moteur démarre seul, il faut créer un champ tournant en alimentant l'enroulement auxiliaire par une tension déphasée de  $90^\circ$  sur la tension du réseau. Ce déphasage de  $90^\circ$  s'obtient soit en insérant un condensateur en série avec l'enroulement auxiliaire, soit en construisant un enroulement auxiliaire très indicatif.

Suivant les constructeurs, l'enroulement auxiliaire peut être supprimé après le démarrage .

#### **I.1.3 Caractéristiques essentielles**

La vitesse de rotation du moteur dépend, comme pour un moteur asynchrone triphasé de la fréquence du réseau d'alimentation et du nombre de paires de pôles du moteur. Elle n'atteint jamais la vitesse de synchronisme (3000, 1500, 1000, 750, 600, 500 tr/min)

On utilise toujours le démarrage direct car la puissance de ces moteurs est toujours inférieure à 1 KW et son courant d'appel est de l'ordre de deux à six fois le courant nominal.

#### **I.1.4 Inversion du sens de rotation du moteur asynchrone monophasé**

Pour changer le sens de rotation du moteur, il suffit de faire tourner le champ du stator dans le sens contraire. Pour cela, on inverse la tension aux bornes de l'enroulement auxiliaire.

### I.1.5 Moteur bi-tension

L'enroulement principal du stator peut être composé de deux demi-enroulements ce qui permet d'obtenir des moteurs à deux tensions.

#### Exemple :

Moteur asynchrone monophasé 110/220V.

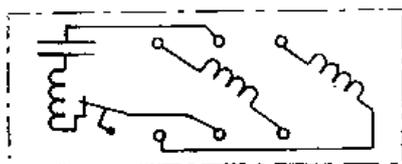
#### Couplage des enroulements

Chaque demi-enroulement du stator et l'enroulement auxiliaire doivent être alimentés sous une tension de 110V.

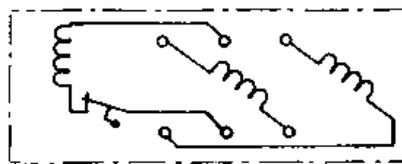
- ❖ Si le réseau a une tension monophasée de 110V, il faut coupler les demi-enroulements et l'enroulement auxiliaire en parallèle.
- ❖ Si le réseau a une tension monophasée de 220V, il faut coupler les demi-enroulement en série et brancher l'enroulement auxiliaire en parallèle sur un demi-enroulement.

#### Plaque à bornes du moteur

Cette plaque comprend six bornes (quatre pour les deux demi-enroulements et deux pour l'enroulement auxiliaire).



L'enroulement auxiliaire branché en série avec un condensateur et un contact centrifuge est raccordé sur les bornes du milieu.

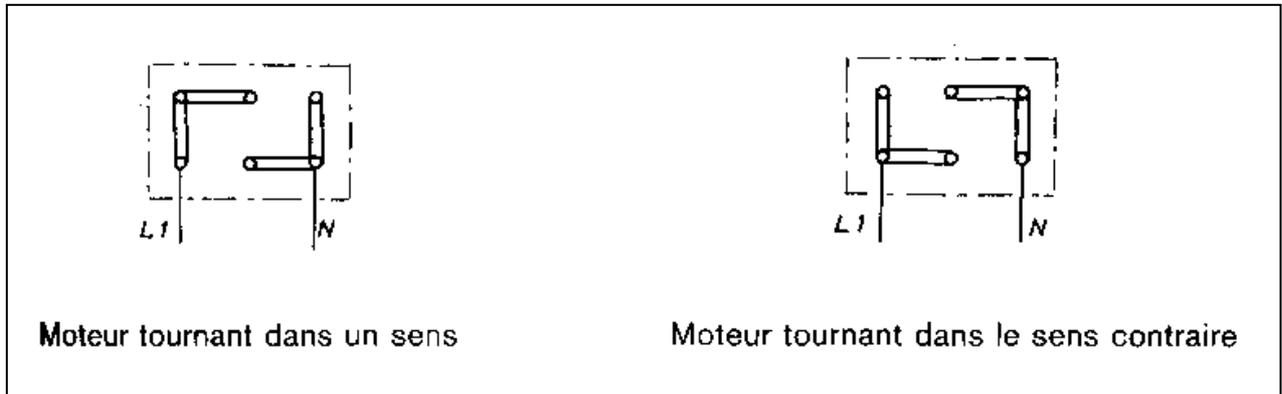


L'enroulement auxiliaire très inductif branché en série avec un contact centrifuge est raccordé sur les bornes du milieu.

#### Réalisation du couplage par barrettes

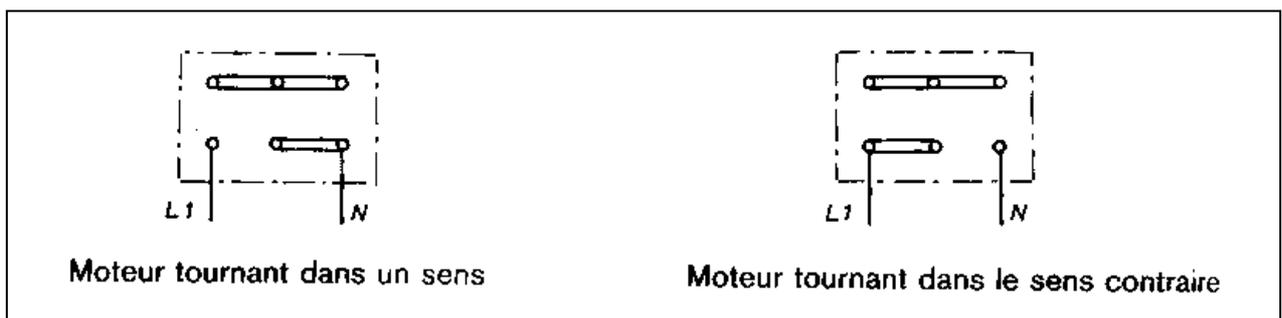
Pour coupler et choisir définitivement un sens de rotation du moteur, on utilise des barrettes que l'on branche de la façon suivante.

❖ Sur un réseau 110/220V



Tous les enroulements sont branchés en parallèle.

❖ Sur un réseau 220/380V



L'enroulement auxiliaire est branché en parallèle sur un demi-enroulement principal et le tout en série avec l'autre demi-enroulement principal.

**Remarque :**

Les barrettes peuvent être remplacées par des contacteurs afin de modifier automatiquement le sens de rotation du moteur.

## I-2 ACCESSOIRES DE DEMARRAGE

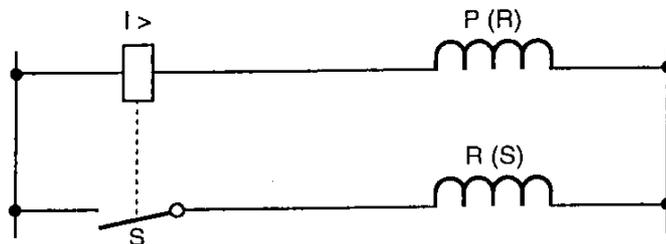
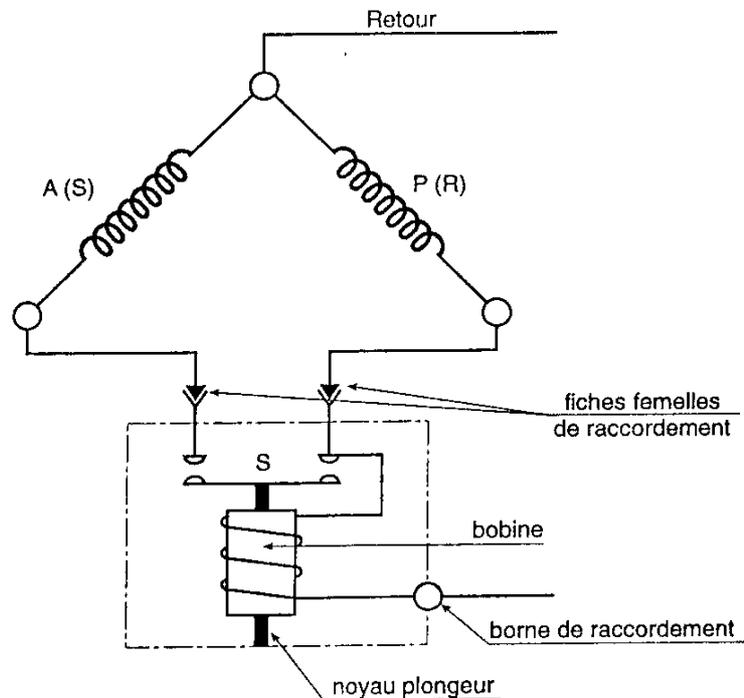
### I-2.1 Relais d'intensité

#### I-2.1.1 Définition :

Appareil destiné à enclencher l'enroulement de démarrage au moment de la mise en marche puis le déclencher une fois, la vitesse de marche est atteinte.

#### I-2.1.2 Description :

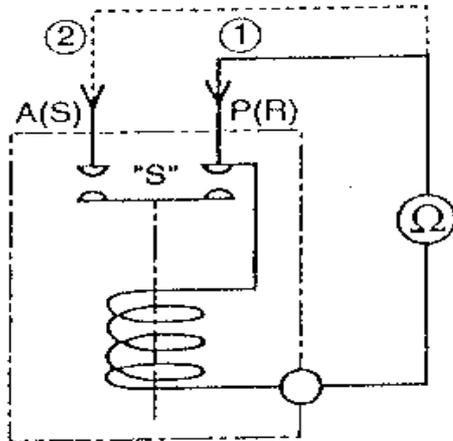
- La bobine du relais de démarrage est montée en série avec l'enroulement de travail.
- $\emptyset$  du fil de la bobine du relais  $\geq \emptyset$  du fil de l'enroulement du travail.



### I-2.1.3 Fonctionnement :

- Mise sous tension.
- L'intensité dans l'enroulement de travail est importante.
- Cette intensité traverse le relais de démarrage.
- Elle engendre dans la bobine du relais de démarrage un flux magnétique suffisant pour déplacer le noyau plongeur.
- L'interrupteur <<S>> se ferme.
- Mise sous tension de l'enroulement de démarrage.
- Le rotor se met à tourner.
- L'intensité dans l'enroulement travail diminue à mesure que le rotor prend de la vitesse.
- Le rotor approche de sa vitesse nominale.
- L'intensité traversant la bobine du relais de démarrage n'est plus suffisante pour maintenir l'interrupteur <<S>> fermé.
- L'interrupteur <<S>> du relais de démarrage s'ouvre.
- Mise hors tension de l'enroulement de démarrage s'ouvre.

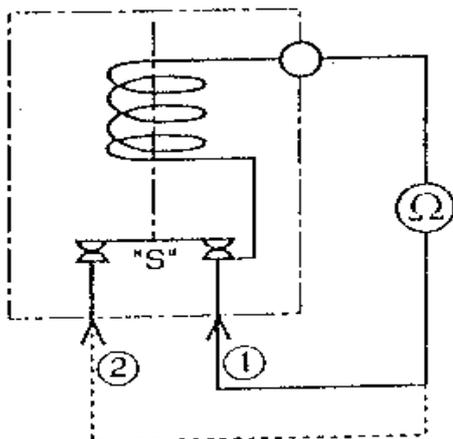
I-2.1.4 Contrôle :



Relais en position normale :

- Mesure 1 - circuit non coupé  
A l'ohmmètre - résistance négligeable  
- la bobine du relais de démarrage est bonne

- Mesure 2 - circuit coupé  
à l'ohmmètre - résistance infinie  
- bobine du relais de démarrage non excité  
- l'inter est normalement ouvert



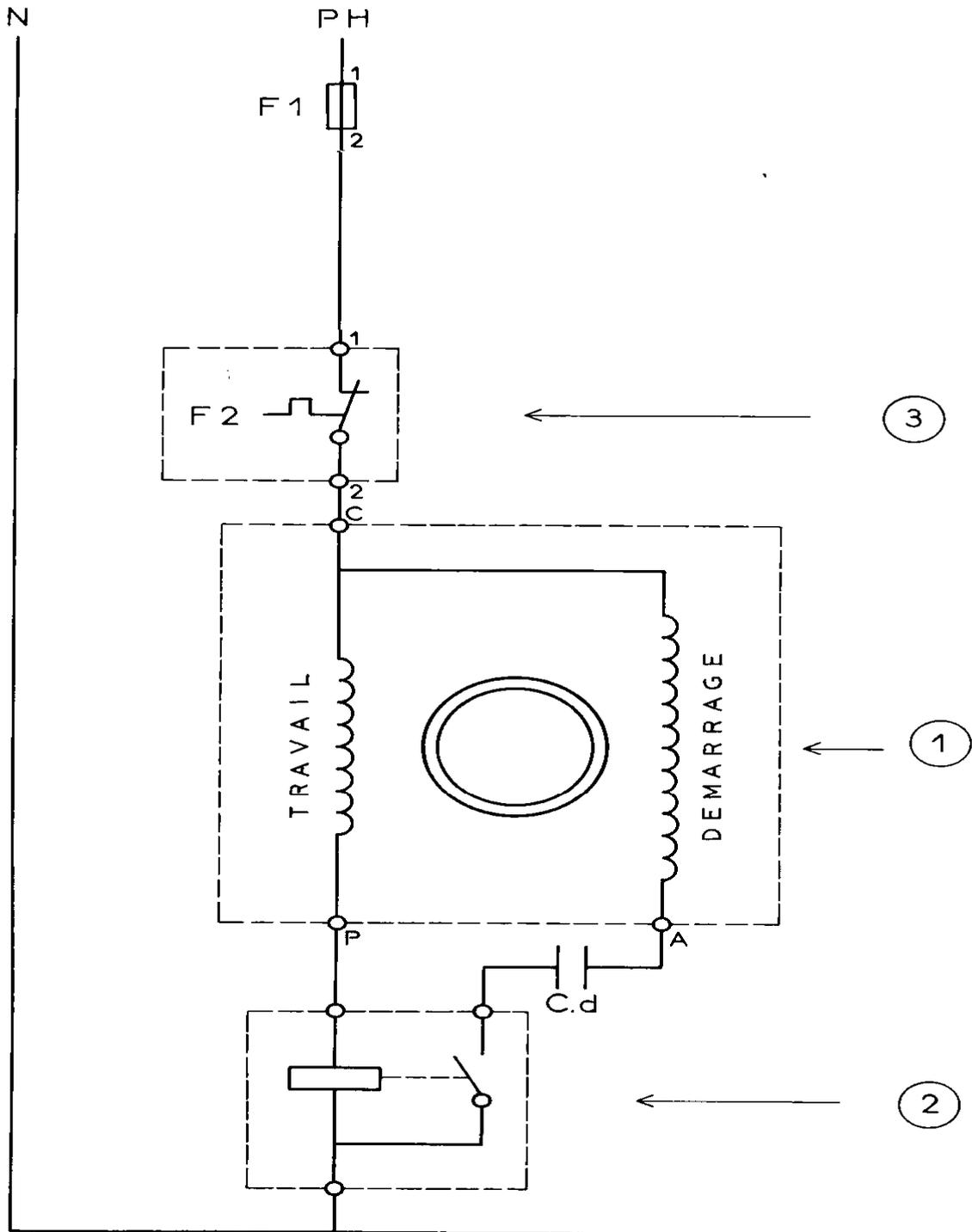
Relais en position inversée :

- Sous l'effet du poids de l'équipage mobile, l'interrupteur « S » doit se fermer.

- Mesure 1 - circuit non coupé  
à l'ohmmètre - résistance négligeable  
- la bobine du relais de démarrage est bonne

- Mesure 2 - circuit non coupé  
A l'ohmmètre - résistance négligeable  
- l'interrupteur du relais de démarrage est bon.

I-2.1.5 schéma de démarrage par relais d'intensité



### **I-2.1.6 description du fonctionnement**

Le démarrage par relais d'intensité est utilisé sur les moto-compresseurs hermétiques monophasés jusqu'à des puissances de 500 à 600W.

Les relais d'intensité utilisés sont de type R.S.I.R. (sans condensateur de démarrage) ou de type C.S.I.R.(avec condensateur de démarrage).

#### **① MOTEUR ELECTRIQUE DU MOTOCOMPRESSEUR HERMETIQUE**

- Entre les bornes C et P nous avons l'enroulement principal ou de « marche » (phase principale).
- Entre les bornes c et A nous avons l'enroulement auxiliaire ou de démarrage (phase auxiliaire).

#### **② relais d'intensité servant pour le démarrage du moteur électrique du groupe**

Ce relais comprend :

- une bobine magnétique ;
- un contact électrique.

#### **FONCTIONNEMENT**

- A la mise sous-tension, l'enroulement de travail ainsi que la bobine magnétique du relais se trouvent parcourus par un courant important(intensité de démarrage). Cette pointe d'intensité, qui traverse la bobine magnétique, fait fermer le contact du relais, ce qui met sous tension le condensateur de démarrage et l'enroulement auxiliaire.
- Dès que le moteur a atteint sa vitesse normale de fonctionnement, l'intensité qui traverse l'enroulement de travail diminue, ce qui fait ouvrir le contact du relais et mettre hors circuit le condensateur de démarrage et l'enroulement auxiliaire.

#### **③ APPAREIL DE PROTECTION EXTERNE : DISPOSITIF THERMIQUE « KLIXON »**

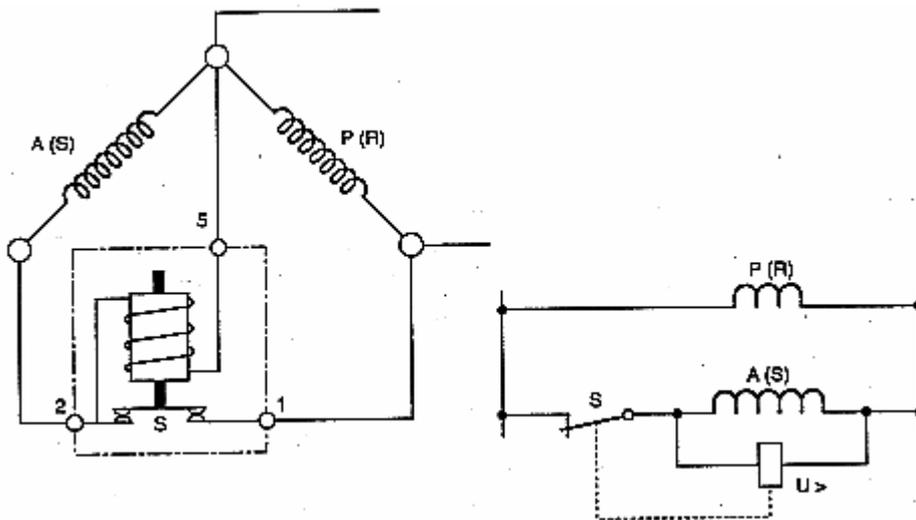
Ce dispositif comprend essentiellement :

- un disque bimétallique qui présente une forme concave à la température normale et qui se déforme brusquement lorsque la température dépasse une valeur déterminée ;
  - un élément chauffant parcouru par le courant électrique du circuit à protéger, monté en série avec deux contacts fixés au disque. L'appareil est fixé contre la carcasse du motocompresseur.
- Le disque bimétallique est ainsi soumis à la fois à la chaleur dégagée par le corps de la cloche et à celle de l'élément chauffant (intensité absorbée).En marche normale le disque maintient les contacts fermés, mais les ouvre brusquement dès que la température du motocompresseur atteint une valeur dangereuse ou que l'intensité absorbée devient excessive.

## I-2.2 Relais de tension

### I-2.2.1 Description

La bobine du relais est branchée en parallèle avec l'enroulement de démarrage.



### I-2.2.2 Contrôle.

a- A l'aide d'un ohmmètre.

Branchement de l'ohmmètre entre	Valeur en R	Conclusions
1 et 5	R très élevée	Borne 5 : entrée bobine
2 et 5	R très élevée	1 et 2 bornes de l'interrupteur
1 et 2	R négligeable	

- à l'ohmmètre, on ne peut pas déterminer la sortie de la bobine.

b- Sous tension.

#### Important.

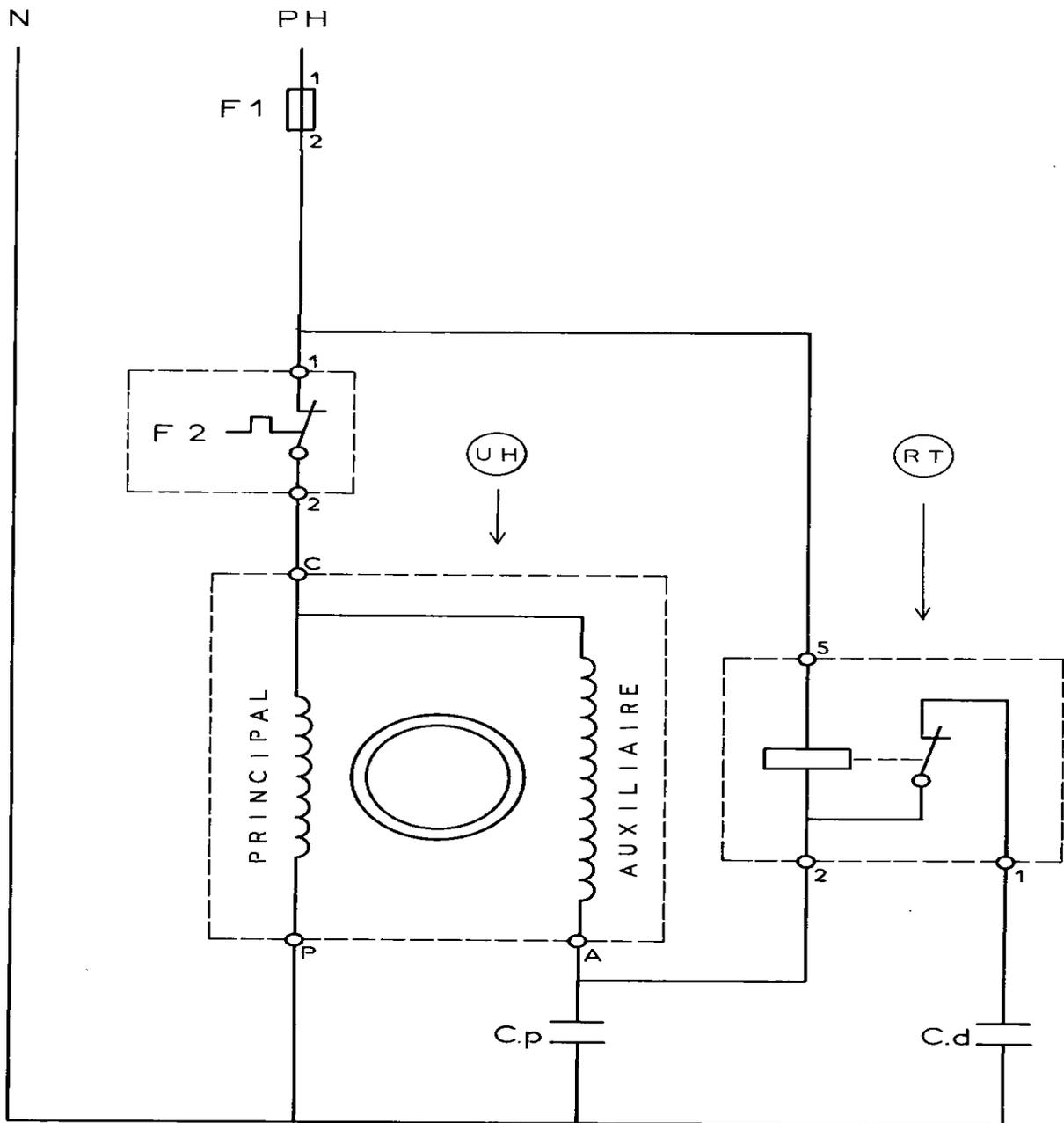
Ne pas raccorder le secteur sur les bobines 1 et 2 ce branchement provoquerait un court-circuit.

Alimentation secteur entre	Effets	Conclusions
2 et 5	Bobine enclenche	- Les bornes de la bobine sont les bornes 2 et 5
1 et 5	Bobine mitraille	- 1 et 2 sont les bornes de l'inter - 2 est la borne commune.

### I-2.2.3 Fonctionnement :

- Le moteur est à l'arrêt.
- L'interrupteur <<S>> du relais de démarrage est fermé.
- Mise sous tension.
- Les enroulements travail :P( R ) et démarrage : A(S) sont alimentés.
- La tension aux bornes de la bobine du relais n'est pas suffisante pour l'exciter.
- Le rotor se met à tourner.
- Les courants induits dans le rotor créent un champ magnétique rotorique.
- Ce champ magnétique rotorique tourne à la vitesse du synchronisme.
- Ce champ rotorique engendre un courant induit dans l'enroulement de démarrage.
- Cette tension induite s'ajoute à la tension d'alimentation de l'enroulement de démarrage.
- Lorsque le rotor a atteint sa vitesse ,cette tension devient supérieure à la tension d'alimentation (pour une alimentation en 220V,la tension aux bornes de l'enroulement de démarrage peut atteindre 400V).
- Le rotor approche de sa vitesse normale.
- La tension aux bornes de relais est suffisante pour exciter la bobine.
- L'interrupteur <<S>> est ouvert.
- Mise hors tension de l'enroulement de démarrage.
- La tension induite dans l'enroulement de démarrage par le champ rotorique reste suffisante pour maintenir le relais excité.
- l'interrupteur <<S>> reste ouvert.

**I-2.2.4 schéma de Démarrage par relais de tension**



### **I-2.2.5 description du fonctionnement**

- Pour des puissances supérieures à 500 ou 600 W, le démarrage des motocompresseurs hermétiques monophasés se fait par relais de tension (relais potentiel). En effet, le pouvoir de coupure des relais d'intensité est limité.
- Les groupes hermétiques monophasés avec démarrage par relais de tension sont généralement équipés en version C.S.R., c'est-à-dire avec condensateur de démarrage (C.d) et condensateur permanent de marche (C.p).

UH

#### **Moteur électrique du motocompresseur hermétique comprenant deux enroulements:**

- enroulement principal entre les bornes C et P .
- enroulement auxiliaire entre les bornes C et A .

F2

#### **Protection thermique externe**

RT

#### **RELAIS DE TENSION** **Fonctionnement**

- A l'arrêt, la bobine du relais n'est pas sous tension et le contact du relais est fermé
- A la mise sous-tension

L'enroulement principal, l'enroulement auxiliaire ainsi que la bobine du relais de tension, se mettent sous-tension.  
— Au démarrage la tension, aux bornes de l'enroulement auxiliaire ainsi qu'aux bornes de la bobine du relais, n'est pas suffisante pour permettre à la bobine d'ouvrir son contact.  
— La tension induite aux bornes de l'enroulement auxiliaire ainsi qu'aux bornes de la bobine du relais de tension augmente régulièrement avec la vitesse de rotation du moteur.  
— Dès que le moteur a atteint sa vitesse normale de rotation la tension induite, aux bornes de l'enroulement auxiliaire ainsi qu'aux bornes de la bobine du relais, devient suffisante pour que la bobine ouvre son contact.  
— En fonctionnement la tension induite, aux bornes de la bobine du relais de tension, reste suffisante pour maintenir le contact ouvert.  
— L'ouverture du contact du relais de tension R.T provoque la mise hors tension du condensateur de démarrage C.d.

### **I-2.3 Resistance CTP**

#### **I-2.3.1 définition :**

C'est une résistance à coefficient de température positive

#### **I-2.3.2 UTILISATION**

- Ce type de démarrage est surtout très utilisé sur les motocompresseurs hermétiques DANFOSS, mais également sur certains motocompresseurs hermétiques de la marque L'UNITE HERMETIQUE pour des groupes de conditionnement d'air et de pompe à chaleur.
- Le démarrage par résistance CTP ne peut s'employer qu'avec des circuits frigorifiques à capillaire et avec égalisation de pression avant chaque démarrage. Il faut en outre que les périodes d'arrêt ne soient pas inférieures à 5 minutes.

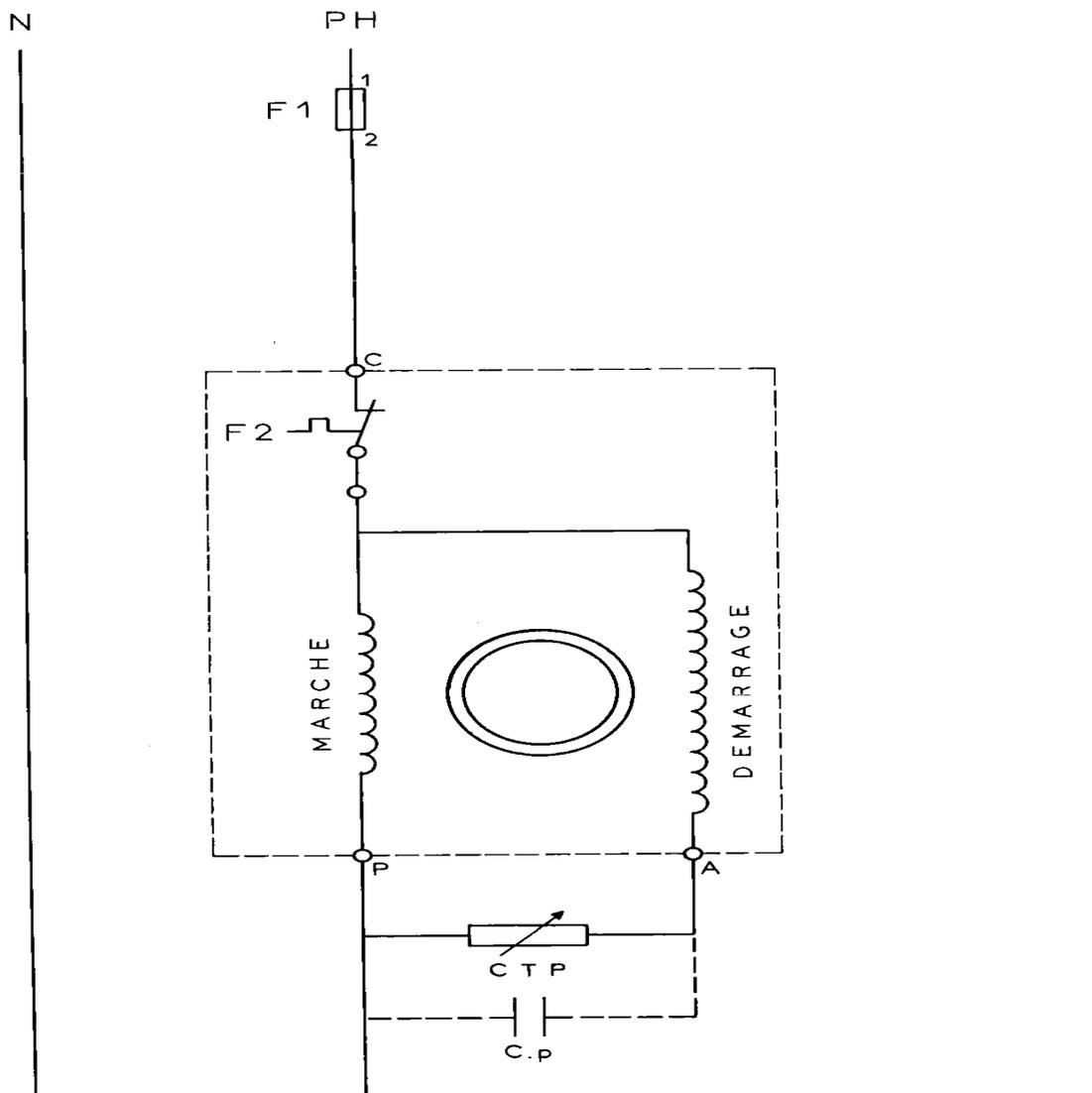
#### **I-2.3.3 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

- Une résistance CTP est une résistance à coefficient de température positive présentant, par exemple, les caractéristiques suivantes :  
10 ohms à 20°C et 15 000 ohms à 150°C.
- Au démarrage, la CTP présente une faible résistance, ce qui permet d'alimenter dans les mêmes conditions l'enroulement "marche" et l'enroulement "démarrage".
- L'intensité absorbée pendant la période de démarrage a pour effet d'augmenter la température et donc la résistance de la CTP, qui prend très rapidement, une valeur assez importante.
- Cette augmentation de résistance de la CTP, a pour effet "d'isoler" l'enroulement de démarrage à l'issue de la période de démarrage, la CTP jouant le rôle d'un contact à ouverture.

#### **I-2.3.4 REMARQUES**

- Les moto-compresseurs hermétiques monophasés sont tous équipés avec deux enroulements :  
l'enroulement de « travail » (ou de « marche ») ;  
l'enroulement auxiliaire (ou de démarrage).  
En pratique, il est facile de repérer l'un de l'autre, l'enroulement de démarrage étant toujours beaucoup plus résistant que l'enroulement de travail.
- Le condensateur permanent (C.P) utilisé sur les groupes de conditionnement d'air et de pompe à chaleur a pour but d'améliorer le couple de fonctionnement du motocompresseur en régime permanent.
- L'augmentation de résistance de la CTP avec la température explique le temps minimum de 5 minutes nécessaire entre deux démarrages, temps nécessaire au refroidissement de la CTP.

**I-2.3.5 Schéma du démarrage par résistance de type CTP**



**Légende du schéma**

**N/PH** : alimentation entre phase et neutre (220V)

**F1** : fusible de protection.

**CTP** : résistance à coefficient de température positif.  
Résistance dont la valeur augmente très rapidement  
avec la température interne.

**C p** : Condensateur permanent (faible capacité).

**F2** : protection thermique interne.  
Les moto-compresseurs hermétiques  
+**DANFOSS**  
sont tous équipés de protection interne.

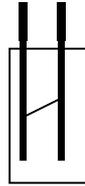
## I-3.DETERMINATION DE LA CAPACITE D'UN CONDENSATEUR

### I-3.1 Test des condensateurs :

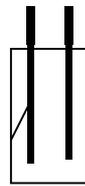
30 MFD seulement



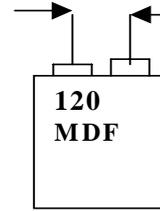
Coupure



court-circuit

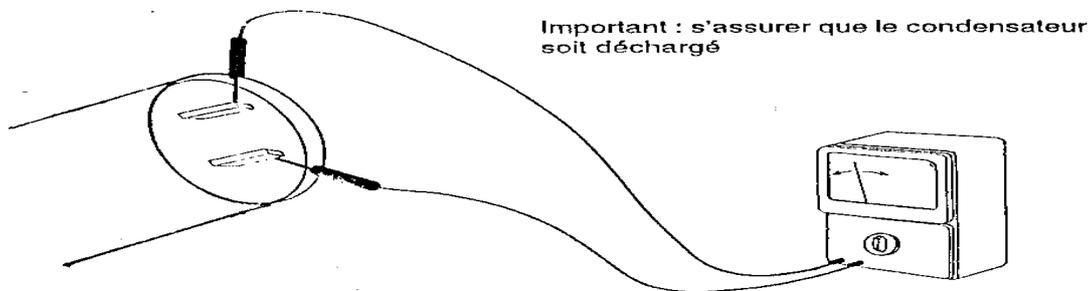


masse

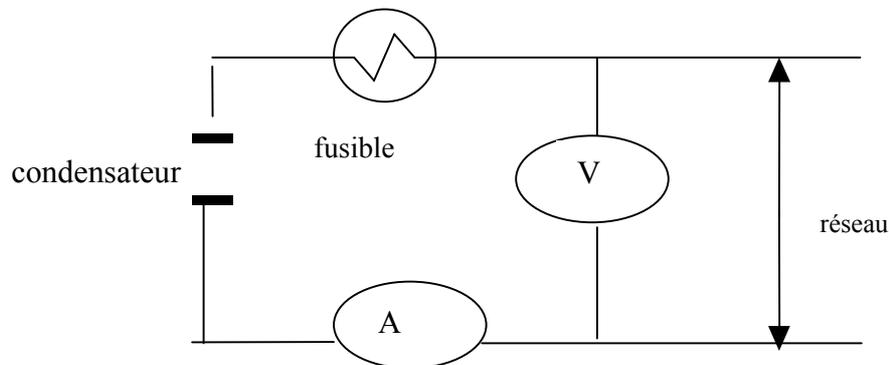


capacité insuffisante

Il est probable que le condensateur soit en bon état. Dès le branchement de l'ohmmètre, l'aiguille se déplace rapidement vers la graduation 0, pour ensuite se déplacer lentement vers la graduation  $\infty$ . Cet essai doit être complété par une mesure de capacité.



### I-3.2 Essai d'un condensateur



### I-3.3 Exercice d'application :

$$U=220v$$

$$\omega= 314$$

$$I= 10A$$

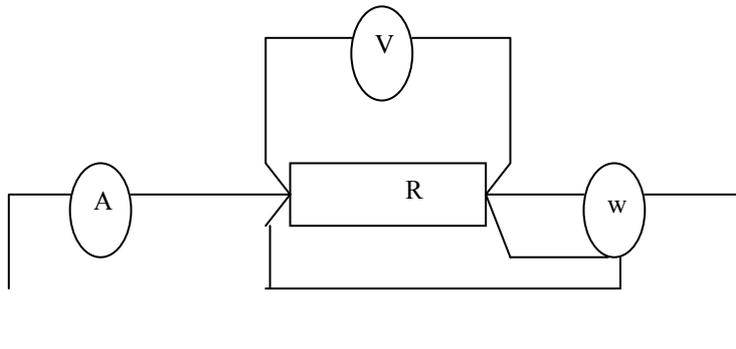
$$C=? F$$

Déterminer la capacité du condensateur ?

Réponse :

$$C=I / U \times \omega = 10 / 220 \times 314 = 0,0001447 F = 144,7\mu F$$

## I-4 CALCUL DE LA PUISSANCE MONOPHASEE



I- 4.1

### DEFINITION

La puissance est le travail accompli pendant un temps

### I- 4.2 METHODES

A-Puissance Apparente (en voltampère)

$$S = U \times I$$

En V.A

B-Puissance Active  
(en watts)

$$P = U \times I \times \cos \varphi$$

en W

C-Puissance Utile

$$P_u = U \times I \times \cos \varphi \times \eta$$

### I-4.3 APPLICATION

$$U = 220V$$

$$I = 3 A$$

$$\cos \varphi = 0,75$$

$\eta$  = rendement

A. Puissance apparente :  $S = U \times I = 220 \times 3 = 660 \text{ VA}$

B. Puissance active :  $P = U \times I \times \cos \varphi = 660 \times 0,75 = 495 \text{ W}$

C. Puissance utile :  $P_u = U \times I \times \cos \varphi \times \eta = 495 \text{ W}$

### I-4.4 RENDEMENT :

Le rendement est donné par la formule suivante .

$$\eta = P_u / P_a$$

$\eta$  = rendement

$P_u$  = puissance utile

$P_a$  = puissance active

## I-5 CALCUL DE LA SECTION DES CONDUCTEURS

### I-5.1 DEFINITION

La section d'un conducteur est la surface de base de l'âme d'un conducteur .

### I-5.2 PROCEDE DE CALCUL

La section des conducteurs nous permet de déterminer l'intensité que peut supporter ce même conducteur en fonction de la densité du courant.

$$S = I / D$$

$$I = D \times S$$

S : section en mm<sup>2</sup>

I : intensité en A.

D : Densité du courant en A/ mm<sup>2</sup>

### A- TABLEAU

Section des Conducteurs mm <sup>2</sup>	0 à 5	5 à 15	15 à 50	50 à 100	100 à 200
Densité de courant admissible (A/ mm <sup>2</sup> )	5	4	3	2	1,5

### B- APPLICATION

Déterminer la section d'un conducteur cylindrique devant transporter un courant de 8A sachant que la densité du courant est de 5A/ mm<sup>2</sup>.

Réponse: La section du conducteur est de  $S = I/D = 8A/5A/ \text{mm}^2$ .  
 $S \cong 1.5 \text{ mm}^2$

## II- MOTEUR ASYNCHRONE TRIPHASE

### II-1 Généralités

C'est une machine qui permet de transformer l'énergie électrique en énergie Mécanique.

#### II-1.1 Constitution

Il est composé du point de vue électrique :

- d'un stator (partie fixe) comprenant un circuit magnétique en forme d'anneau dans lequel sont logés trois enroulements qui peuvent être couplés en étoile ou en triangle.
- d'un rotor (partie mobile) comprenant un circuit magnétique en forme de cylindre dans lequel sont logés :
  - soit des barres conductrices reliées entre elles à chaque extrémité (rotor en cage d'écureuil).
  - soit des enroulements qui sont raccordés à des contacts glissants (rotor bobiné).

#### Remarque :

Le moteur à cage d'écureuil est le plus couramment utilisé.

#### II-1.2 Fonctionnement

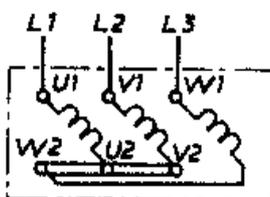
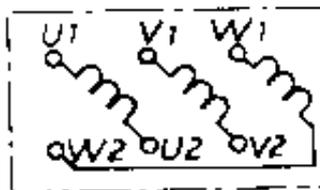
Le stator, alimenté par un réseau triphasé, crée un champ tournant qui induit des courants dans le circuit électrique du rotor. Ceux-ci ont un sens tel qu'ils créent un champ qui s'oppose au champ tournant (loi de lenz). Ce champ crée par les courants induits, ne pouvant arrêter le champ tournant, entraîne le rotor en rotation.

#### II-1.3 Inversion du sens de rotation d'un moteur asynchrone triphasé

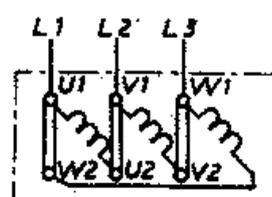
Pour changer le sens de rotation d'un moteur asynchrone triphasé, il faut inverser le sens du champ tournant en croisant deux phases sur le réseau d'alimentation du stator.

#### II-1.4 Plaque à bornes du moteur asynchrone triphasé à cage d'écureuil et à trois enroulements au stator

Ces trois enroulements sont t schéma de la plaque à bornes ci-joint de câbler rapidement le couplage étoile ou le couplage triangle des enroulements.



Couplage étoile



Couplage triangle

### **Remarque :**

Les bornes d'entrées des enroulements s'appellent U1,V1,W1,et les bornes de sorties, U2,V2,W2.

### **II-1.5 Caractéristiques électriques essentielles d'un moteur asynchrone**

- a) **Tension d'alimentation :** Le constructeur indique toujours deux tensions qui permettent de choisir le couplage des enroulements du stator.  
La plus petite tension correspond à la tension nominale qui est appliquée aux bornes d'un enroulements du stator en fonctionnement normal.

### **Exemple :**

- Soit un moteur 220/380V ; chaque enroulement du stator doit être alimenté sous 220 V.  
Alimenté par un réseau 220 /380V, il faut choisir le couplage étoile pour obtenir 220V aux bornes de chaque enroulement du stator.  
Alimenté par un réseau 110/220V, il faut choisir le couplage triangle afin d'obtenir 220V aux bornes de chaque enroulement du stator.
- Soit un moteur 380/660V ; chaque enroulement du stator doit être alimenté sous 380V ; le seul couplage possible est le couplage triangle qui, sur un réseau 220/380V, permet d'obtenir 380V aux bornes de chaque enroulement du stator.

b)**Courant :** on distingue le courant nominal absorbé par le moteur et le courant de démarrage qui est beaucoup plus important.

Résumé de l'ouvrage  
Guide de travaux pratique

Résumé des moteurs électriques à courant alternatif

c)**Fréquence du réseau d'alimentation.** Elle détermine l'ordre de grandeur de la vitesse de rotation du moteur.

d)**Puissance mécanique :**elle désigne la puissance absorbée par le moteur au point nominal.

### **II-1.6 Caractéristiques mécaniques essentielles d'un moteur asynchrone**

a) **Puissance mécanique** : elle désigne la puissance disponible sur l'arbre et s'appelle aussi puissance utile.

b) **Couple moteur** : caractéristique très importante qui permet de connaître les possibilités d'utilisation du moteur.

c) **Vitesse de rotation** : cette vitesse est liée à la fréquence du réseau d'alimentation et à la constitution du moteur (nombre de paires de pôles). Pour une fréquence de 50Hz, la vitesse maximale est de l'ordre de 3000 tr/min (moteur à 1 paire de pôles) ; et la vitesse minimale de l'ordre de 500tr/min (moteur à 6 paires de pôles) ; sa valeur est toujours un peu plus faible que la vitesse de synchronisme (vitesse de référence : 3000, 1500, 1000, 750, 600, 500, tr/min).

### **II-1.7 Protection interne du moteur**

Certains moteurs possèdent une protection isotherme : c'est un thermostat (bilame) qui se place sur un enroulement du moteur.

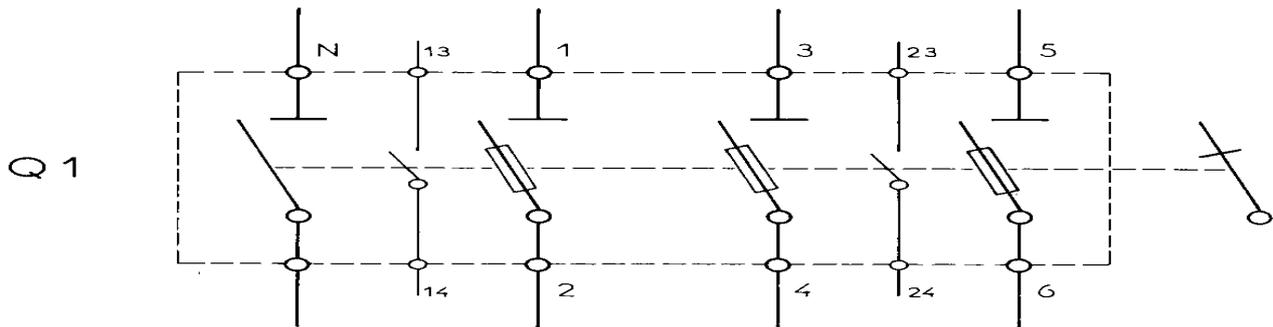
En cas d'échauffement interne, le contact du thermostat se ferme ce qui provoque la coupure de la source d'alimentation.

#### **Remarque :**

En général, il y a trois protections isothermes (une par enroulement) qui possèdent leurs contacts raccordés en parallèle.

## II-2 APPAREIL D'ISOLEMENT

### II-2.1 SECTIONNEUR A FUSIBLES



#### II-2.1.1 UTILISATION

- Ouverture du circuit de commande.
- Sectionnement à vide du circuit de puissance.
- Protection du moteur, de l'équipement électrique et de la ligne qui l'alimente contre les courts - circuits.
- Possibilité d'essai à vide de tous les appareils de régulation et du contacteur.

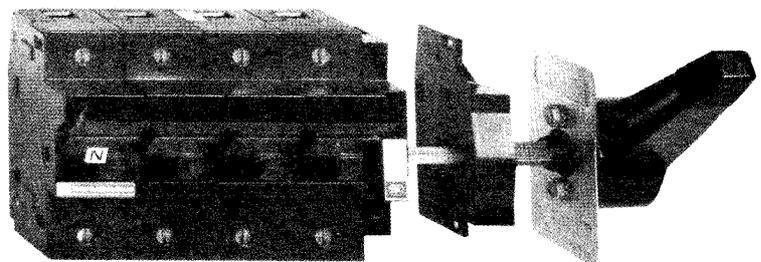
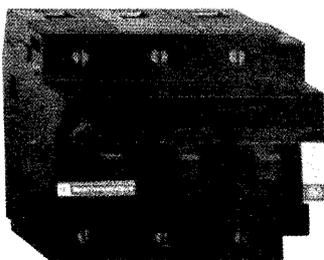
- L'ouverture des contacts N. 1-2. 3-4 et 5-6 du sectionneur Q1 se fait ensuite sur un circuit déjà ouvert.
- On dit que le sectionneur effectue une coupure à vide du circuit de puissance car, à l'ouverture des contacts principaux ( N, 1-2, 3-4 et 5-6), aucune intensité ne circule à travers le sectionneur.

#### II-2.1.2 FONCTIONNEMENT

- A l'ouverture du sectionneur les contacts de préouverture 13-14 et 23-24 insérés dans le circuit de commande s'ouvrent avant les contacts puissance N.1-2. 3-4 et 5-6.
- L'ouverture des contacts 13-14 et 23-24 coupe l'alimentation de la bobine du contacteur du moteur :

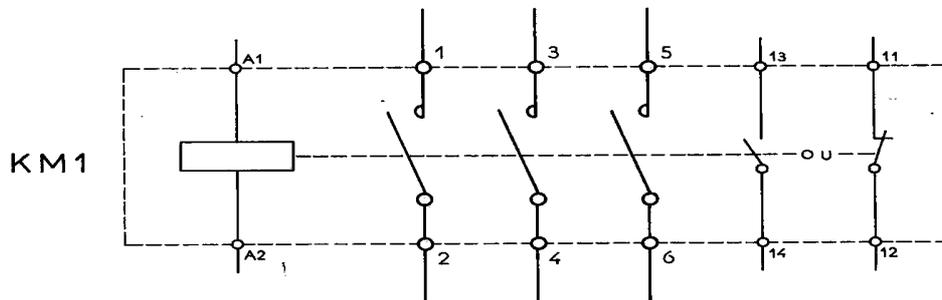
#### Remarque

Les sectionneurs peuvent être équipés avec un ou avec deux contacts auxiliaires de préouverture. Le sectionneur général peut, par exemple, être équipé avec deux contacts auxiliaires de préouverture, on utilisera ensuite des sectionneurs avec un seul contact de préouverture pour les différentes puissances distribuées.



## II-3 ORGANE DE COMMANDE

### II-3.1 LE CONTACTEUR



#### II-3.1.1 CONSTITUTION

Un contacteur est constitué par :

- Un électro-aimant, qui se compose :
  - d'un circuit magnétique en forme de U ou de E et formé de tôles minces, isolées et serrées par rivets ;
  - et d'une bobine, généralement placée sur la branche médiane du circuit magnétique ;
- Des contacts principaux ou « pôles », qui seront chargés d'établir ou de couper le courant dans le circuit de puissance ;
- Un ou plusieurs contacts auxiliaires (bloc additif) qui auront à assurer les auto-alimentations et les asservissements dans le circuit de commande de l'installation.

Les contacts principaux sont des contacts à fermeture et sont donc ouverts au repos.

Les contacts auxiliaires peuvent être à ouverture ou à fermeture et peuvent donc être ouverts ou fermés en position repos.

#### II-3.1.2 FONCTIONNEMENT

- Lorsque la bobine de l'électro-aimant est alimentée, le contacteur se ferme, établissant, par l'intermédiaire des contacts principaux, le

circuit entre le réseau d'alimentation (sectionneur à fusibles) et le récepteur (moteur du groupe). L'alimentation de la bobine entraîne également la fermeture (ou l'ouverture) des contacts auxiliaires.

- Sous l'action des ressorts de pression des pôles et du ressort de rappel de l'armature mobile, dès que la bobine n'est plus sous tension, le contacteur s'ouvre.

#### II-3.1.3 AVANTAGES PRESENTES PAR L'UTILISATION D'UN CONTACTEUR

- Interrompt des courants monophasés ou polyphasés importants en agissant sur un auxiliaire de commande parcouru par une faible intensité.
- Possibilité d'effectuer une commande à distance à l'aide de fils de faible section, d'où réduction importante de la longueur des câbles « puissances » utilisés.
- Le contacteur permet également d'assurer un fonctionnement intermittent ou continu et de multiplier les postes de commande.

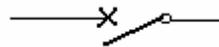
## I-4 APPAREIL DE PROTECTION DES CIRCUITS

### II-4.1 LE DISJONCTEUR

#### II-4.1.1 Définition

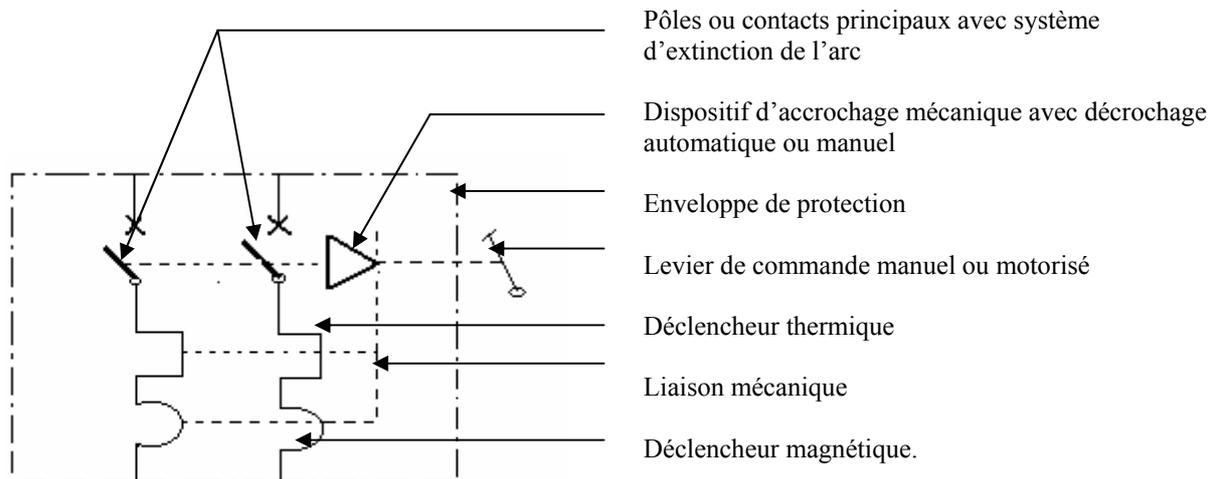
Un disjoncteur est un appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées telles que celles du court-circuit.

**Symbole** : Pôle de disjoncteur



#### II-4.1.2 Constitution Générale.

C'est l'association d'un ensemble de contacts avec un grand pouvoir de coupure et d'un système de protection contre les surcharges et les court-circuits.



Dispositif d'accrochage mécanique avec décrochage automatique ou manuel.

#### II-4.1.3 Fonctions assurées par le disjoncteur.

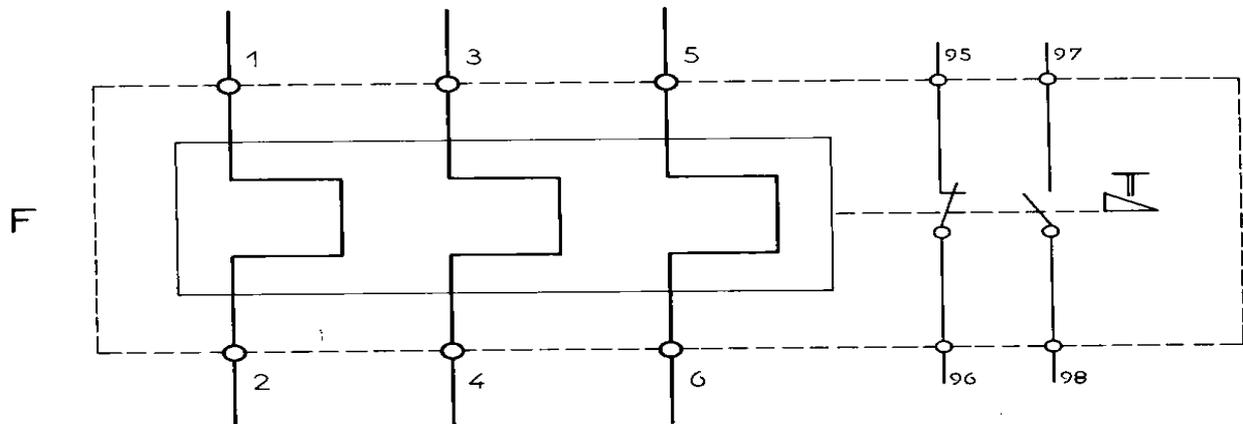
##### **A- Protection contre les surcharges**

C'est le rôle des déclencheurs thermiques qui peuvent détecter de faibles surcharges. Le principe de fonctionnement est analogue à celui du relais thermique.

##### **B- Protection contre les court-circuits.**

C'est le rôle des déclencheurs électromagnétiques. Ceux-ci interviennent au-delà des courants de surcharge et jusqu'à l'intensité maximale du courant de court-circuit.

## II-4.2 LE RELAIS THERMIQUE



### II-4.2.1 RÔLE

Le rôle du relais thermique est d'assurer la protection des moteurs électriques contre les surcharges.

### II-4.2.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

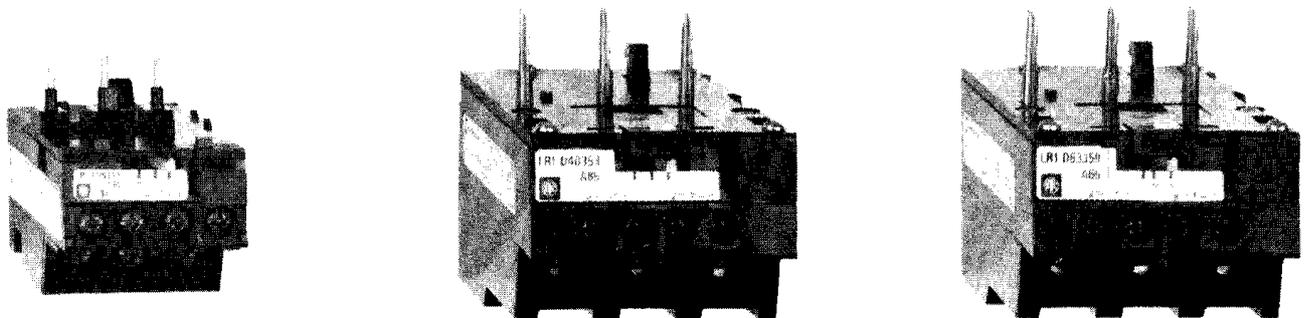
Le relais thermique comprend deux parties électriques très distinctes.

- A. Une partie puissance, qui sera raccordée avec les pôles 1, 3 et 5 à la sortie du contacteur et avec les pôles 2, 4 et 6 au moteur électrique du moteur.
- B. Une partie commande avec les contacts 95-96 et 97-98.

Le contact 95-96 étant monté en série avec la bobine du contacteur du moteur et le contact 97-98 sur le circuit d'un voyant lumineux.

Entre les pôles 1-2, ainsi qu'entre les pôles 3-4 et 5-6, on trouve un enroulement chauffant bobiné autour d'un bilame.

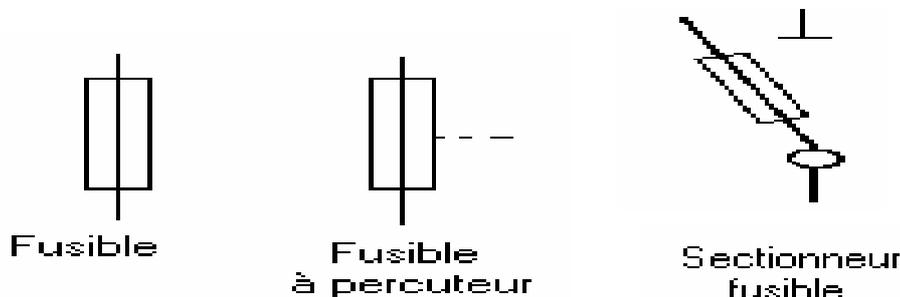
Chaque enroulement chauffant du relais est donc en série avec chaque phase du moteur à protéger. Lorsque l'intensité absorbée par le moteur électrique du groupe augmente, l'intensité dans les enroulements chauffants augmente également, ce qui provoque la déformation des bilames. Cette déformation se transmet à un dispositif de liaison mécanique qui provoque l'ouverture du contact 95-96 du relais et donc l'ouverture du contacteur alimentant le groupe.



## II-4.3 LES FUSIBLES

### II-4.3.1 Définition

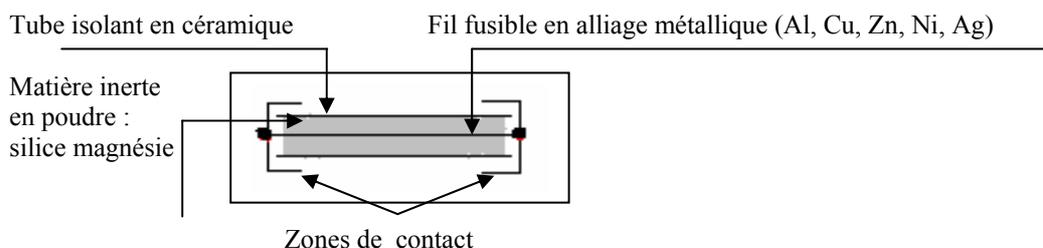
Un fusible est un appareil de connexion dont la fonction est d'ouvrir par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet le circuit dans lequel il est inséré et d'interrompre le courant lorsque celui-ci dépasse, pendant un temps suffisant, une valeur précisée.



Le principe du fusible est basé sur la création d'un point faible dans un circuit avec un conducteur dont la nature, la section, et le point de fusion sont parfaitement connus.

### II-4.3.2 Constitution.

#### Élément fusible ou cartouche de remplacement



### II-4.3.3 Différents types de fusibles.

#### A- Classes

Selon l'utilisation on choisira entre 3 classes d'éléments de remplacement.

Classe g I (anciennement g F) : Fusibles d'usage général. Ils protègent contre les surcharges et les courts-circuits. Ce sont les fusibles d'usage général (g).

Classe g II (anciennement g T) : Fusibles d'usage général temporisés, leurs temps de fusion retardés.

Classe aM : Accompagnement moteur : Ces fusibles sont prévus uniquement pour la protection contre les courts-circuits. Ils sont surtout prévus pour la protection des moteurs à courant alternatif.

La protection contre les surcharges doit être assurée par un autre dispositif tel que relais thermique par exemple.

#### B- Dimensions

Les deux tableaux ci-dessous indiquent, pour chaque type de fusible, les courants nominaux possibles selon les dimensions des éléments de remplacement.

Cartouches fusibles à usage domestique

Type	Dimensions		Courant nominal $I_n$	
	c	a	Socle	Élément de remplacement
	6,3	23	6	2-4-6-8-10
	8,5	23	10	2-4-6-8-10
	10,3	25,8	16	6-8-10-12-16
	8,5	31,5	20	2-4-6-8-10-12-16-20
	10,3	31,5	25	16-20-25
	10,3	38	32	25-32

Cartouches fusibles industrielles

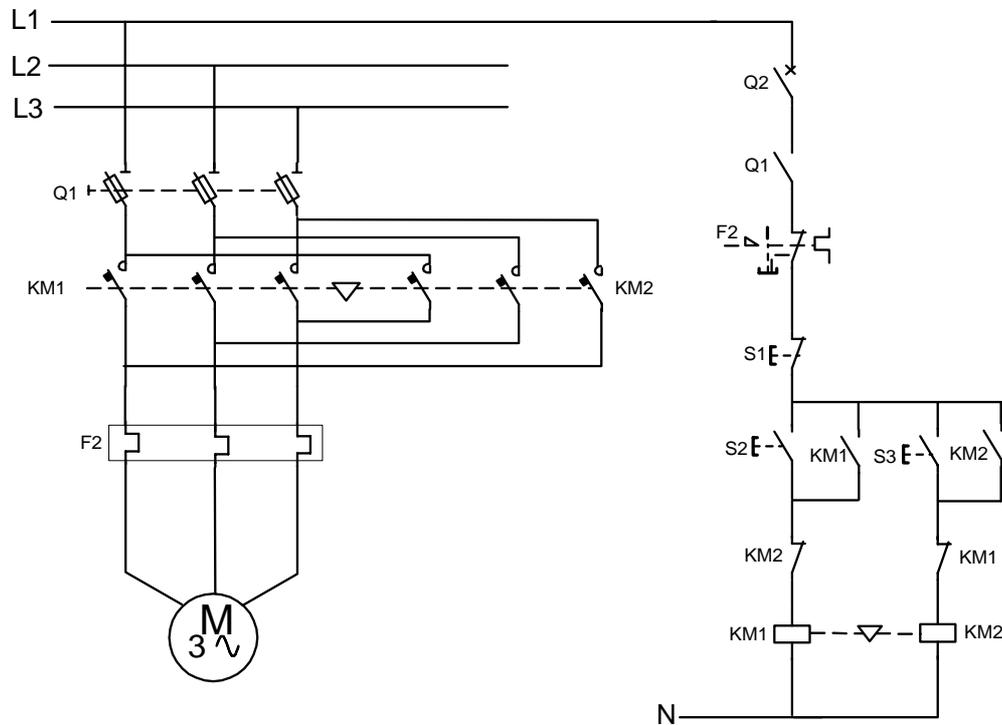
Type	Dimension ou taille		Courant nominal (ampères)	
			Socle	Élément de remplacement
	c	a		* Classe gF seulement
			20	2-4-6-8-10-12-16*-20*
			40	2-4-6-8-10-12-16-20-25-32-40
			80	20-25-32-40-50-63-80

## II-5 CHOIX DES APPAREILS ELECTRIQUES

### Contacteur tripolaire, relais thermique, fusible et sectionneur

Le tableau ci-dessous, extrait du catalogue Telemecanique, est un exemple qui donne en fonction des puissances normalisées des moteurs, les calibres des contacteurs, relais thermiques, fusibles et sectionneurs.

Moteur				Contacteur Tripolaire	Relais thermique tripolaire différentiel		Protection 3 fusibles classe aM		Sectionneur	Sectionneur - disjoncteur
220/230 V		380/400 V		Référence	Référence	Zone de réglage	Calibre	Taille	Référence	Référence
kW	I <sub>n</sub> (A)	kW	I <sub>n</sub> (A)			A	A			
1,4	4,4	2,2	5	LC1-D09	LR2-D1310	4-6	8	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF10
1,5	6,1	3	6,6	LC1-D09	LR2-D1312	5,5-8	12	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF12
2,2	8,7	4	8,5	LC1-D09	LR2-D1314	7-10	12	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF14
3	11,5	5,5	11,5	LC1-D12	LR2-D1316	9-13	16	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF16
4	14,5	7,5	15,5	LC1-D18	LR2-D1321	12-18	20	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF21
-	-	9	18,5	LC1-D25	LR2-D1322	17-25	25	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF22
5,5	20	11	22	LC1-D25	LR2-D1322	17-25	25	10 × 38	LS1-D2531	GK2-CF22
7,5	27	15	30	LC1-D32	LR2-D1353	23-32	40	14 × 51	GK1 - EK	GK2-EF40
-	-	15	30	LC1-D32	LR2-D1355	28-36	40	14 × 51	GK1 - EK	GK2-EF40
10	35	18,5	37	LC1-D40	LR2-D1355	30-40	40	14 × 51	GK1 - EK	GK2-EF40
11	39	-	-	LC1-D40	LR2-D1357	37-50	63	22 × 58	DK1 - FB23	GK2-EF65
-	-	22	44	LC1-D50	LR2-D1357	37-50	63	22 × 58	DK1 - FB23	GK2-EF65
15	52	25	52	LC1-D50	LR2-D1359	48-65	63	22 × 58	DK1 - FB23	GK2-EF65



### COMMANDE D'UN MOTEUR TRIPHASE AVEC DEUX SENS DE MARCHÉ

#### Exercice d'application :

Si le moteur de la figure précédente est un moteur de 7,5 KW alimenté à 380 V, en utilisant le tableau de référence Télémécanique, déterminez les éléments suivants:

- Q1;
- Calibre des fusibles;
- KM1 et KM2;
- F2;

#### Solution:

- Q1 = sectionneur tripolaire LS1 - D2531
- 3 fusibles 10 × 38 de type AM, calibre 20 A
- KM1 et KM2 = contacteurs tripolaires LC1 - D18
- relais de protection thermique LR2 - D1321 réglé à 15.5 A

## II-6 CALCUL DE LA PUISSANCE ELECTRIQUE TRIPHASEE

### II-6.1 Définition:

la puissance électrique est le travail accompli pendant l'unité de temps (la seconde)

### II-6.2 Méthode de mesure de puissance

- Puissance apparente avec voltmètre et ampèremètre
- Puissance active avec wattmètre triphasé

### II-6.3 Formule

A- Puissance apparente

$$S = U \times I \times \sqrt{3}$$

B- Puissance active

$$P_a = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi$$

### II-6.4 Désignation

S : Puissance apparente en voltampère (V.A)

P<sub>a</sub> : Puissance active en watts (W)

U : Tension en volts (V)

I : Intensité en ampère (A)

Cosφ : Facteur de puissance ≤ 1

### II-6.5 Exercice d'application :

Un moteur alimenté sur un réseau de 220V 50HZ absorbe une intensité de 3,5A son cosφ=0,8

1/ Calculer sa puissance apparente ?

2/ Calculer sa puissance active ?

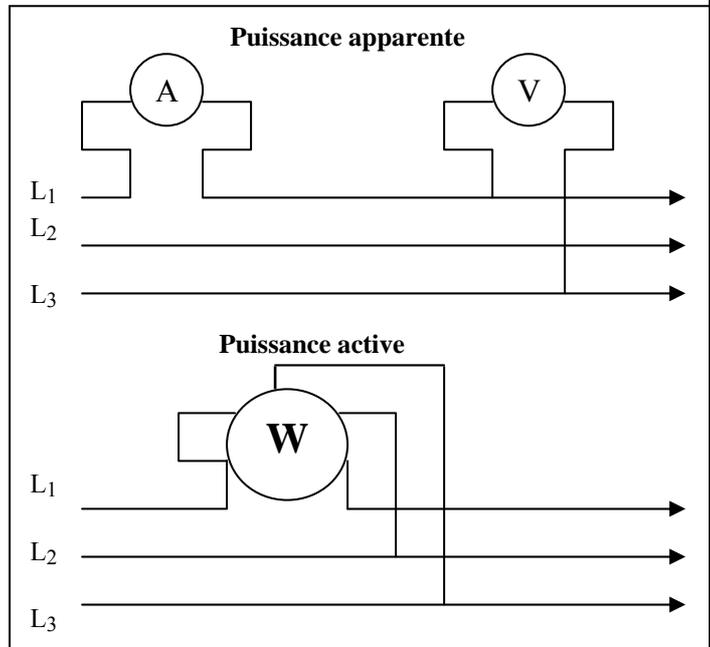
#### Réponse :

1/La puissance apparente du moteur est :

$$S = U \times I \times \sqrt{3} = 220 \times 3,5 \times 1,732 = 1333,6 \text{ V.A}$$

2/La puissance active du moteur est :

$$P = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos \varphi = 1,333 \times 0,8 = 1066,9 \text{ W}$$

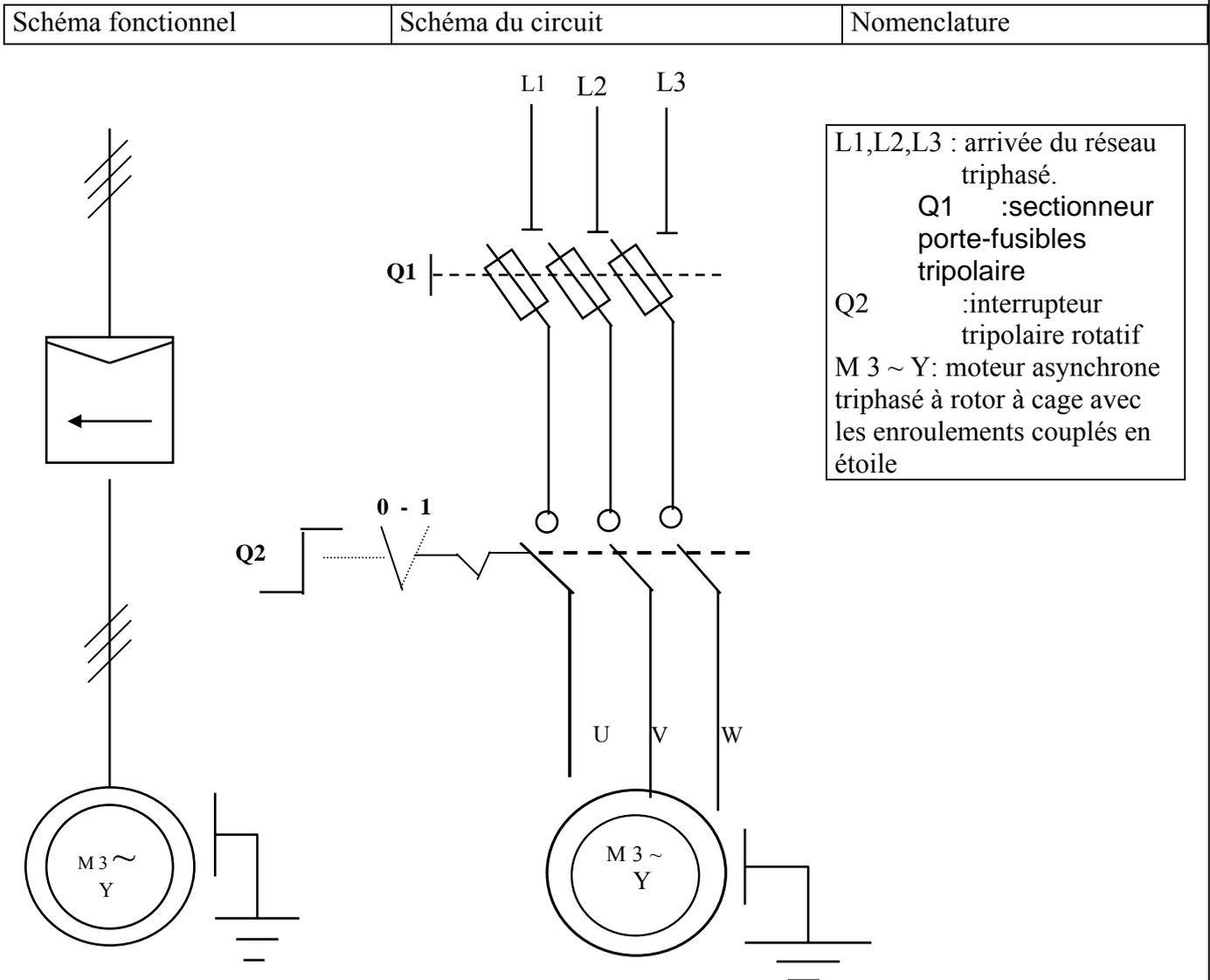


## II-7-PROCEDES DE DEMARRAGE

### II-7.1 DEMARRAGE DIRECT PAR INTERRUPTEUR ROTATIF

Dans ce procédé le stator du moteur est branché directement sur le réseau d'alimentation triphasé. Le démarrage, s'effectue en un seul temps.

#### II-7.1.2 Démarrage manuel, un sens de marche.



#### II-7.1.3 Caractéristiques techniques.

Seuls les moteurs asynchrones triphasés avec rotor en court-circuit ou rotor à cage peuvent être démarrés suivant ce procédé.

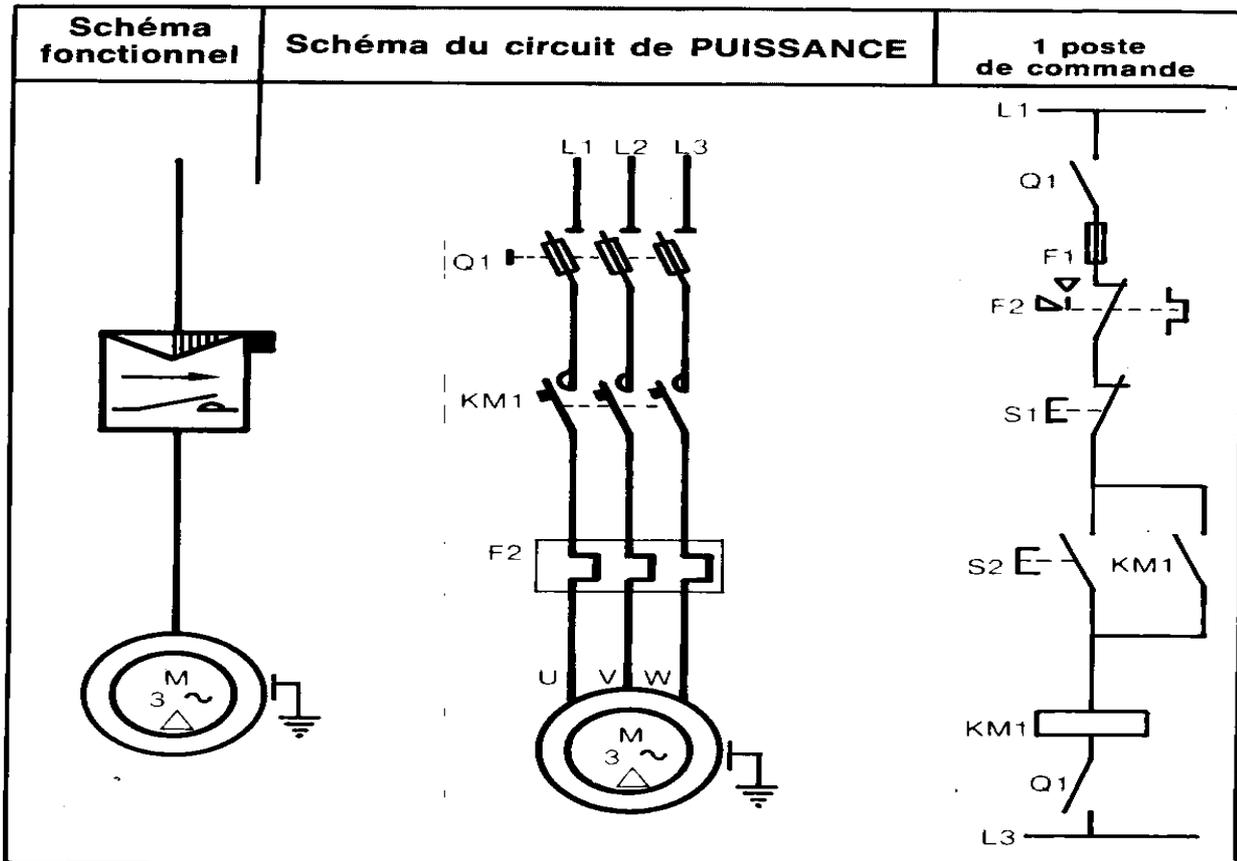
Au démarrage du moteur la pointe d'intensité est de l'ordre de 4 à 8 fois l'intensité nominale.

Le couple de décollage est important, environ 1,5 fois le couple nominal.

Si le réseau accepte la pointe d'intensité au démarrage ce procédé est simple à mettre en œuvre.

En fonction de la tension du réseau de distribution les enroulements doivent être couplés en étoile ou en triangle suivant les indications de la plaque signalétique.

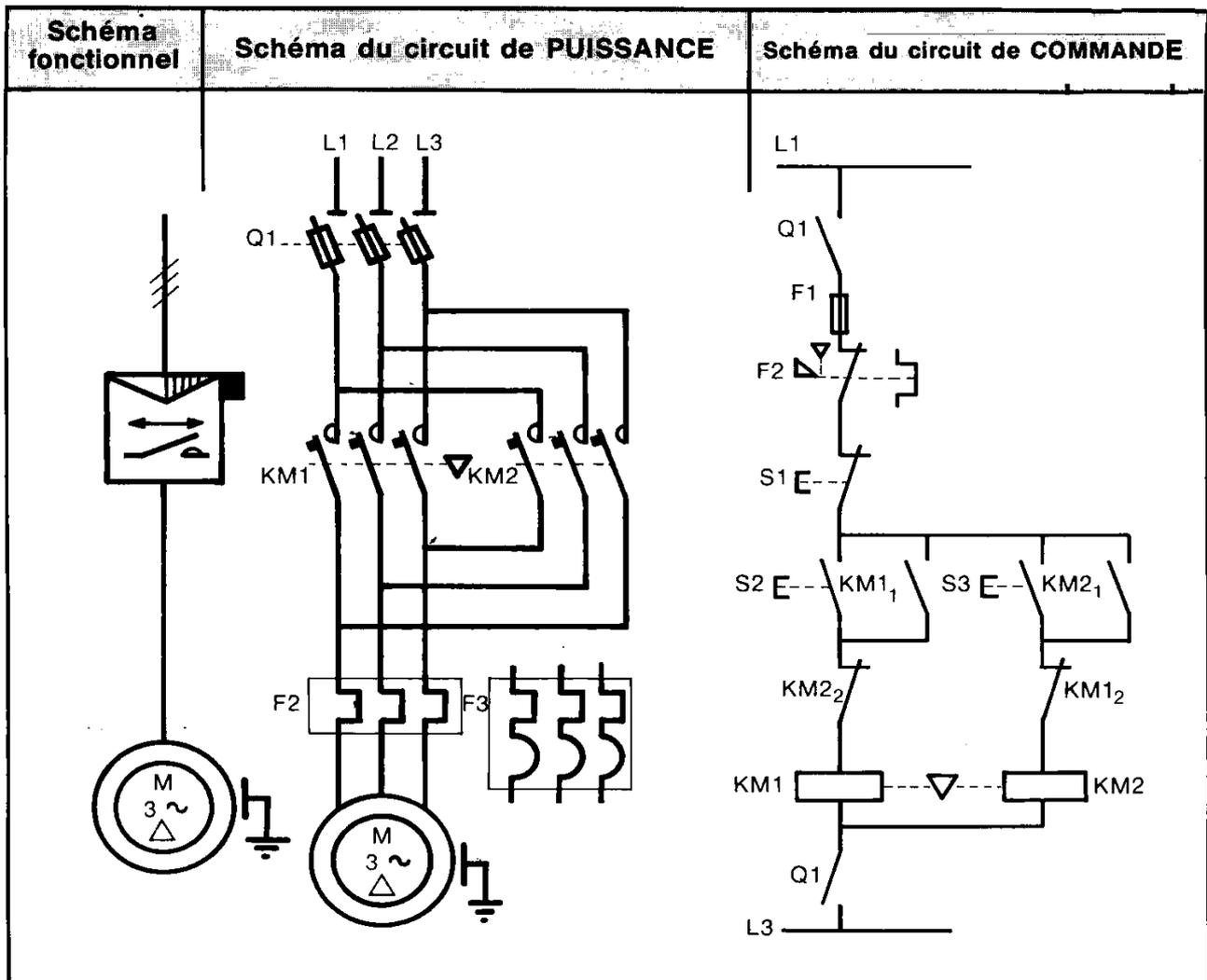
## II-7.2 DEMARRAGE DIRECT SEMI-AUTOMATIQUE UN SENS DE MARCHE



### NOMENCLATURE

- L1, L2, L3** :Arrivée du réseau triphasé  
**Q1** : Sectionneur porte-fusibles tripolaire équipé avec 2 contacts à fermeture.  
**KM1** :Contacteur tripolaire.  
**F2** : Relais de protection thermique.  
**F1** :Fusible  
**S1** :Bouton-poussoir à ouverture et à retour automatique.  
**S2** :Bouton-poussoir à fermeture et à retour automatique.  
**M3~Δ** :Moteur asynchrone triphasé à rotor à cage avec les enroulements couplés en triangle

## II-7.3 DEMARRAGE DIRECT SEMI-AUTOMATIQUE DEUX SENS DE MARCHE



### NOMENCLATURE

**L1, L2, L3** : arrivée du réseau triphasé

**Q1** : sectionneur porte-fusibles tripolaire équipé avec 2 contrats à fermeture.

**KM, KM2** : contacteurs tripolaires équipés avec un contact à fermeture (F) et un contact à ouverture (O).

**F2** : relais de protection thermique.

**F3** : relais de protection magnéto-thermique .

**F1** : fusible

**S1** : bouton-poussoir à ouverture et à retour automatique.

**S2, S3** : bouton-poussoir à fermeture et à retour automatique .

**M3-Δ** : moteur asynchrone triphasé à rotor à cage avec les enroulements couplés en triangle

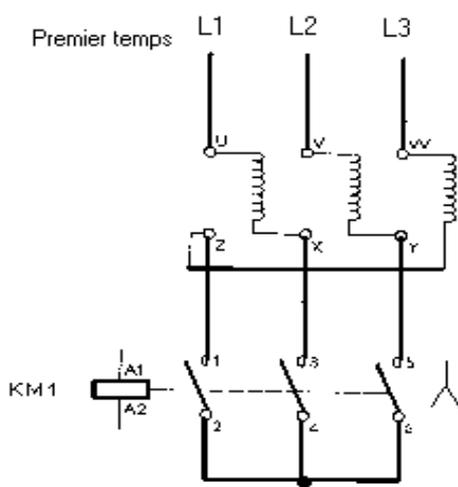
## II-7.4 DEMARRAGE ETOILE-TRIANGLE

### II-7.4.1 GENERALITE

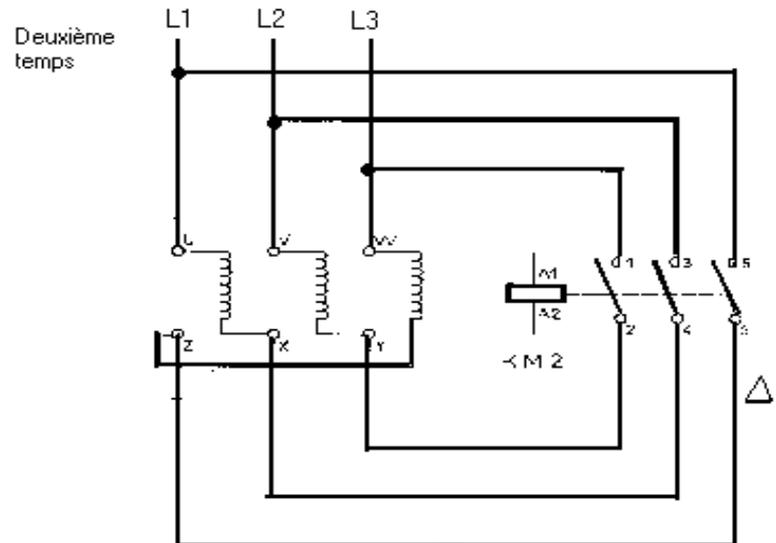
Ce procédé de démarrage ne peut s'appliquer qu'à des moteurs dont le couplage triangle correspond à la tension du réseau.

### II-7.4.2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le démarrage s'effectue en deux temps :



COUPLAGE ETOILE



COUPLAGE TRIANGLE

**Premier temps :** Les enroulements sont couplés en ETOILE et le moteur démarre sous tension réduite :  $U/\sqrt{3}$

**Deuxième temps :** le couplage étoile est supprimé et les enroulements sont couplés en TRIANGLE. Le moteur est alimenté à pleine tension :  $U$

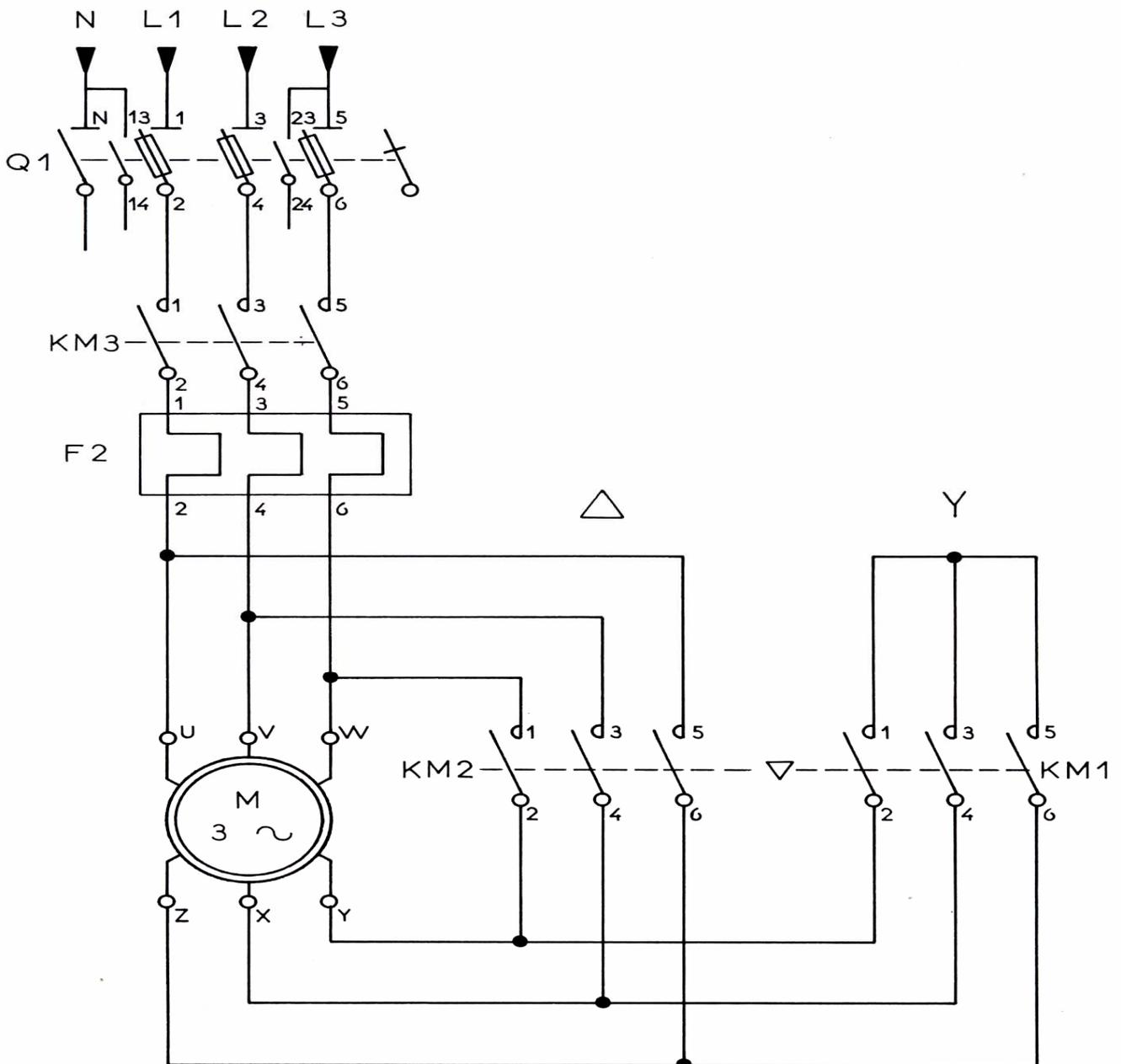
### II-7.4.3 UTILISATION

L'intensité absorbée par un moteur lors de son démarrage (démarrage direct) peut atteindre des valeurs très importantes, allant jusqu'à 8 fois l'intensité nominale

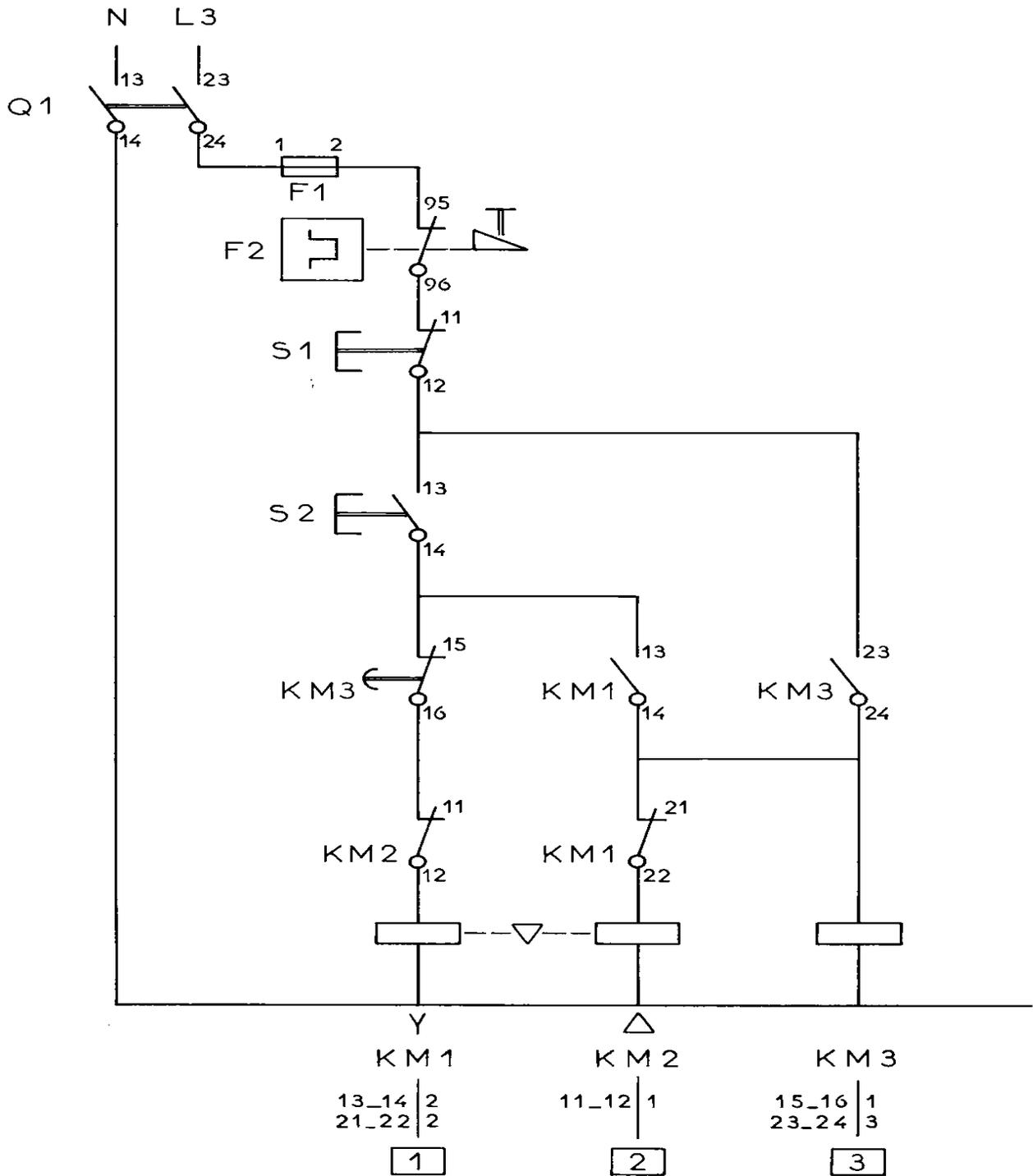
L'utilisation du démarrage étoile triangle permet de réduire l'intensité de démarrage au 1/3 de l'intensité correspondant au démarrage direct.

## II-7.4.4 SCHEMA DU DEMARRAGE ETOILE / TRIANGLE

### A/ CIRCUIT DE PUISSANCE



**B- CIRCUIT DE COMMANDE**



## II-7.4.5 NOMENCLATURE

### CIRCUIT DE PUISSANCE

N/L1/L2/L3 : **alimentation triphasée avec neutre**

**Q1**: sectionneur à fusibles équipé de deux contacts auxiliaire de précoupure.

**KM3**: **contacteur de ligne**

**F2** : relais thermique de protection du moteur.

Le calibre de ce relais thermique doit correspondre à l'intensité nominale en couplage triangle.

**KM1** :contacteur du couplage « étoile »

**KM2** :contacteur du couplage « triangle »

**M3~** : moteur asynchrone triphasé.

### CIRCUIT DE COMMANDE

**N/L3** :alimentation du circuit de commande entre phase et neutre

**Q1** :contacts de précoupure du sectionneur à fusible.

**F1** :fusible de protection du circuit de commande

**F2** :contact du relais thermique de protection du moteur

**S1** :bouton-poussoir à implusion « arrêt »

**S2** : bouton-poussoir à implusion « marche »

**KM1** :bobine du contacteur du couplage « étoile »

**KM2** : bobine du contacteur du couplage « triangle »

**KM3** :bobine du contacteur de ligne

#### Remarque

Il existe un verrouillage électrique (KM2-11/12 ligne 1 et KM1-21/22 ligne 2) ainsi qu'un verrouillage mécanique entre les contacteurs étoile (KM1) et triangle (KM2).

## II-7.4.6 POSSIBILITE DE BRANCHEMENT DE LA PLAQUE A BORNES EN FONCTION DE LA TENSION DU RESEAU

Tension indiquée sur la plaque signalitique	Tension alimentation O.N.E	Couplage	Possibilité du démarrage En « Etoile /Triangle »
127V /220V <b>Δ Y</b>	127V	Triangle	Oui
	220V	Etoile	Non
220V/380V <b>Δ Y</b>	220V	Triangle	Oui
	380V	Etoile	Non
380V/660V <b>Δ Y</b>	380V	Triangle	Oui
	660V	Etoile	Non

**MODULE : DEMARRAGE DES MOTEURS ELECTRIQUES  
A COURANT ALTERNATIF  
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

**I. TP<sub>1</sub> : Intitulé du TP :** Démarrage d'un moto-compresseur hermétique monophasé par relais d'intensité

**I.1 objectifs visés**

- se familiariser avec le démarrage des moteurs électriques monophasés
- utilisation du condensateur de démarrage
- utilisation du relais de démarrage

**I.2 Durée du TP :** 5h

**I.3 Matériel** (équipement et matière d'œuvre) par équipe.

**A/ Equipement**

Désignations	Quantités
Moto-compresseur hermétique monophasé	01U
Condensateur de démarrage	01U
Relais d'intensité	01U
Protecteur Klixon	01U

**B/ Matière d'œuvre**

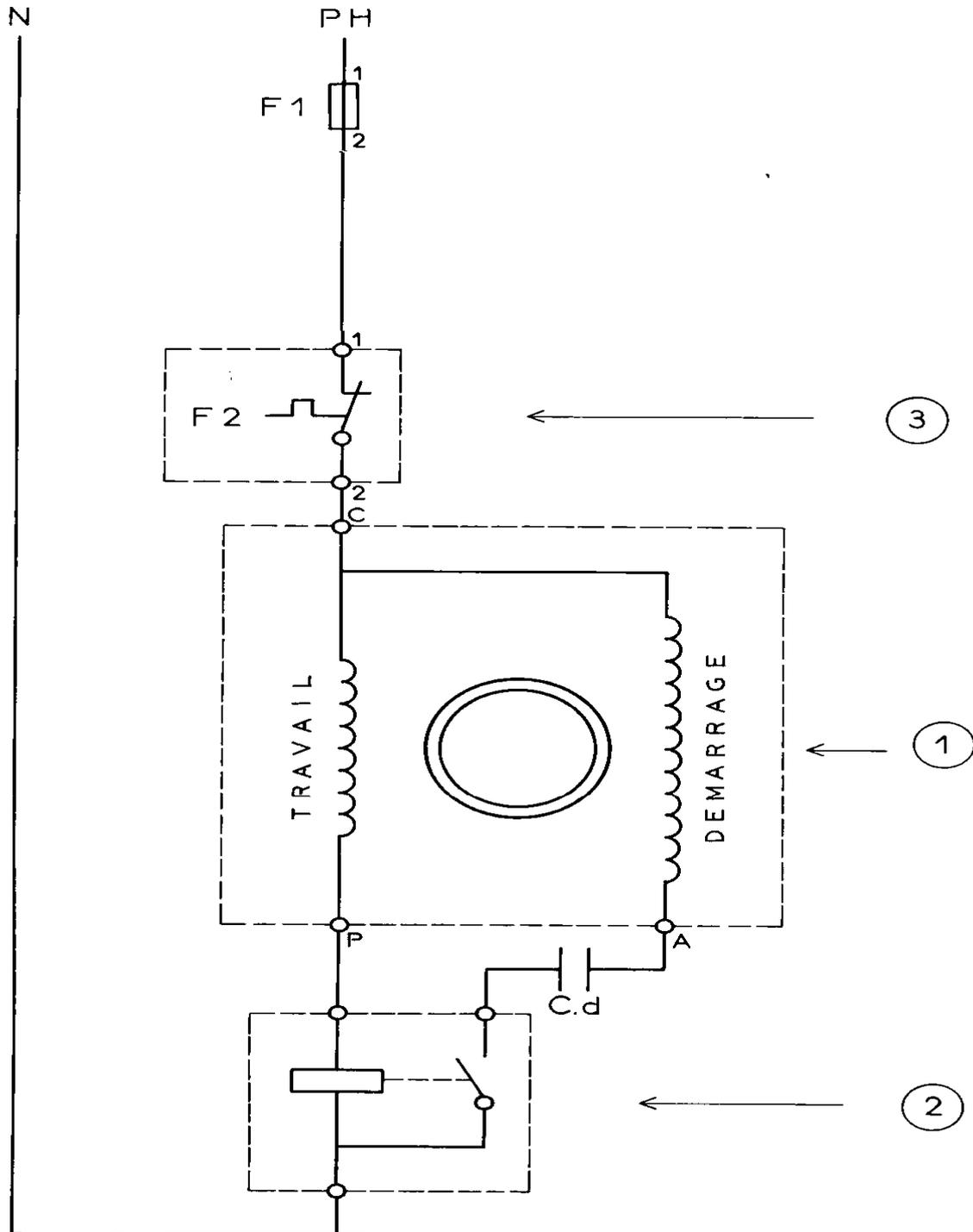
Désignations	Quantités
Fils conducteur souple 1mm <sup>2</sup>	05ML
Fusible	01U
Câble d'alimentation 2 x 1mm <sup>2</sup>	3ML

**I.4 Description du TP** (Voir Cours théorique)

**I.5 Déroulement du TP**

- Compréhension du schéma électrique
- Fixation des appareils électriques
- Câblage électrique
- Vérification du montage par le formateur
- Essai du montage

Réaliser le schéma du démarrage d'un moto-compresseur hermétique mono-phasé par relais d'intensité .



**II. TP<sub>2</sub> Intitulé du TP :** Démarrage d'un moto-compresseur hermétique monophasé par relais de tension.

### II.1 objectifs visés

- se familiariser avec les moteurs électriques monophasés
- utilisation du condensateur de démarrage et du condensateur permanent
- utilisation du relais de tension

**II.2 Durée du TP :** 5h

**II.3 Matériel** (équipement et matière d'œuvre) par équipe.

#### A/ Equipement

Désignations	Quantités
Moto-compresseur hermétique 1cv	01U
Relais de tension	01U
Protecteur Klixon	01U
Condensateur de démarrage	01U
Condensateur permanent	01U

#### B/ Matière d'œuvre

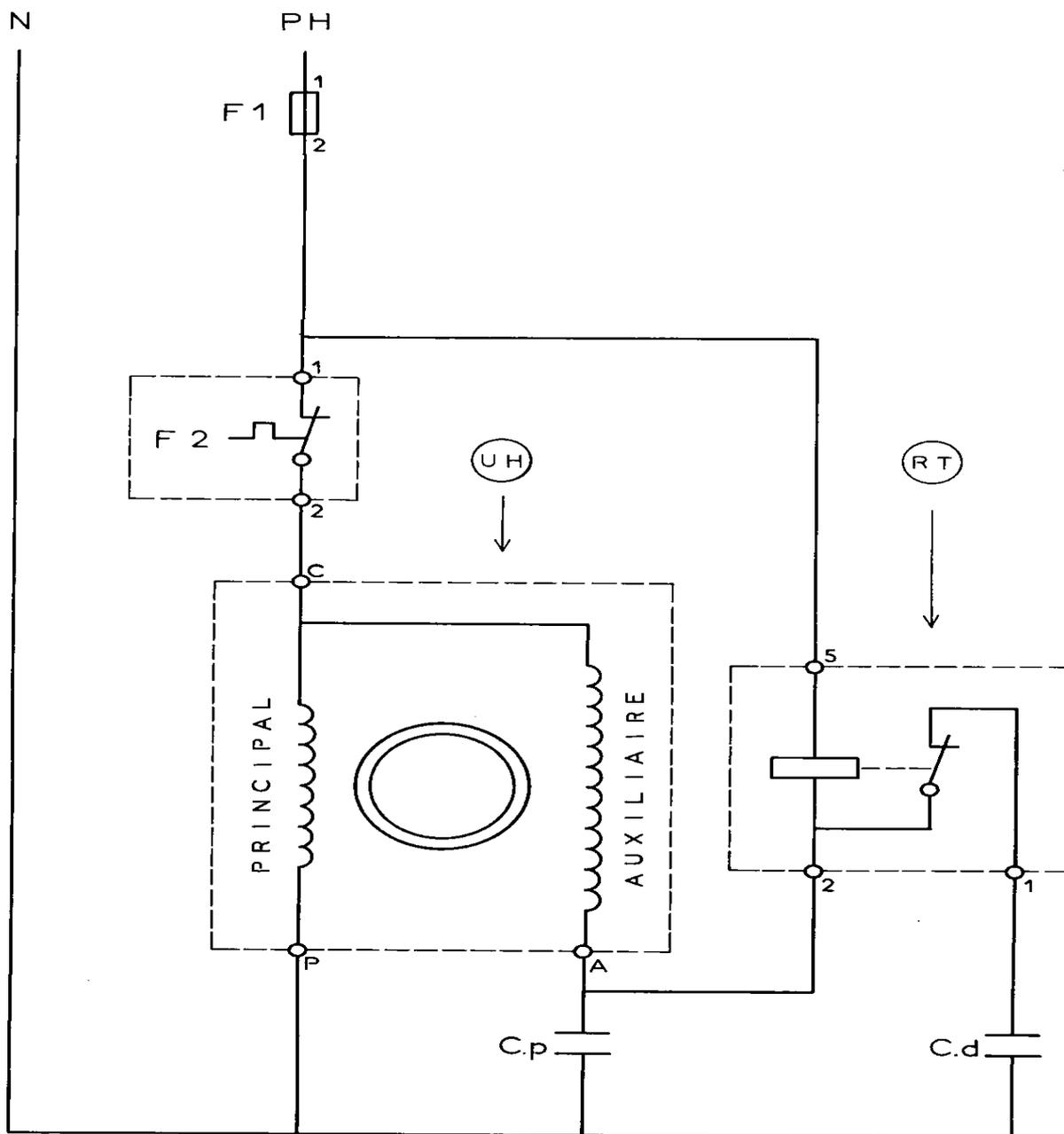
Désignations	Quantités
Fils conducteur souple 1mm <sup>2</sup>	05ML
Fusible	01U
Câble d'alimentation 2 x 1mm <sup>2</sup>	3ML

**II- 4 Description du TP** (Voir Cours théorique)

### II 5 Déroulement du TP

- Compréhension du schéma électrique
- Fixation des appareils
- Câblage électrique
- Vérification du montage par le formateur
- Essai du montage

**Réaliser le schéma du démarrage d'un moto-compresseur hermétique monophasé par relais de tension.**



**III. TP<sub>3</sub> Intitule du TP :** Démarrage direct par interrupteur rotatif

**III.1 Objectif vise**

Se familiariser avec les démarrages manuels des moteurs asynchrones triphasés .

**III.2 Durée du TP :** 4H

**III.3 Matériel** (Equipement et matière d'œuvre) par équipe

**A/EQUIPEMENT**

DESIGNATIONS	QUANTITES
Moteur triphase asynchrone 220V/380V	01U
Sectionneur tripolaire	01U
Interrupteur rotatif tripolaire	01U

**B/MATIERE D'ŒUVRE**

DESIGNATIONS	QUANTITES
Fusibles AM(calibre compatible avec le moteur)	03U
Fils conducteur rigide 2,5mm <sup>2</sup>	3ML
Câble d'alimentation 4x2,5mm <sup>2</sup>	5ML

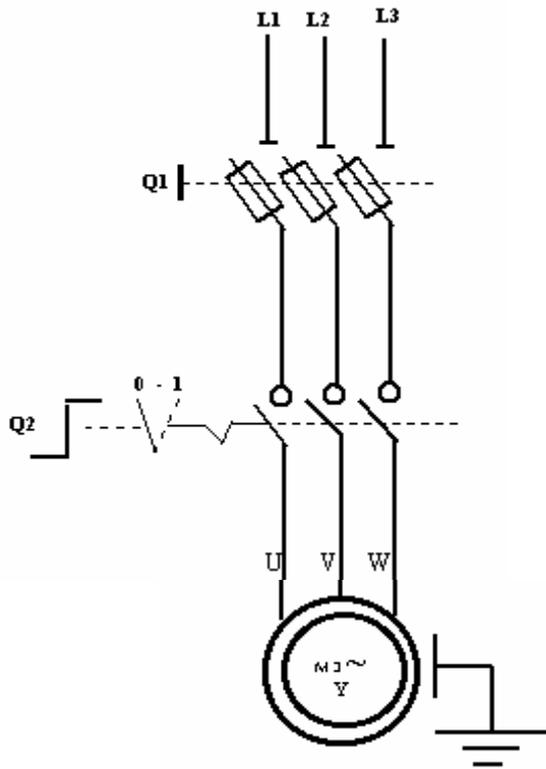
**III. 4 Description du TP**

- Moteur à un seul sens de rotation dont les enroulements sont couplés en étoile. Son démarrage se réalise par l'emploi d'un interrupteur tri-polaire
- Lorsque l'interrupteur Q<sub>2</sub> est fermé, le moteur tourne à sa vitesse nominale.

**III. 5 Déroulement du TP**

- Compréhension du schéma électrique
- Fixation des équipements
- Câblage électrique
- Vérification par le formateur
- Essai du fonctionnement

Réaliser le schéma du démarrage manuel, un sens de marche.



#### IV TP4 :Intitule du TP : Demarrage direct semi-automatique à 1 poste de commande et 1 sens de marche

##### IV.1 Objectifs vises.

- Utilisation des contacteurs pour le demarrage semi-automatique.
- Utilisation et réglage du relais thermique

##### IV. 2 Durée du TP : 6H

##### IV.3 Matériel (équipement et matière d'œuvre) par équipe

###### A)EQUIPEMENT

DESIGNATIONS	QUANTITES
Moteur asynchrone triphasé 220V/380V	01U
Sectionneur tripolaire	01U
Contacteur tripolaire	01U
Relais thermique Compatible avec le moteur	01U
Boite à bouton marche et arrêt	01U

###### B)Matière d'œuvre

DESIGNATIONS	QUANTITES
Fils conducteur souple 1,5mm <sup>2</sup>	06ml
Fils conducteur rigide 2,5mm <sup>2</sup>	03ml
Cable d'alimentation 4x2,5mm <sup>2</sup>	05ml
Fusible AM(calibre compatible avec le moteur)	03U

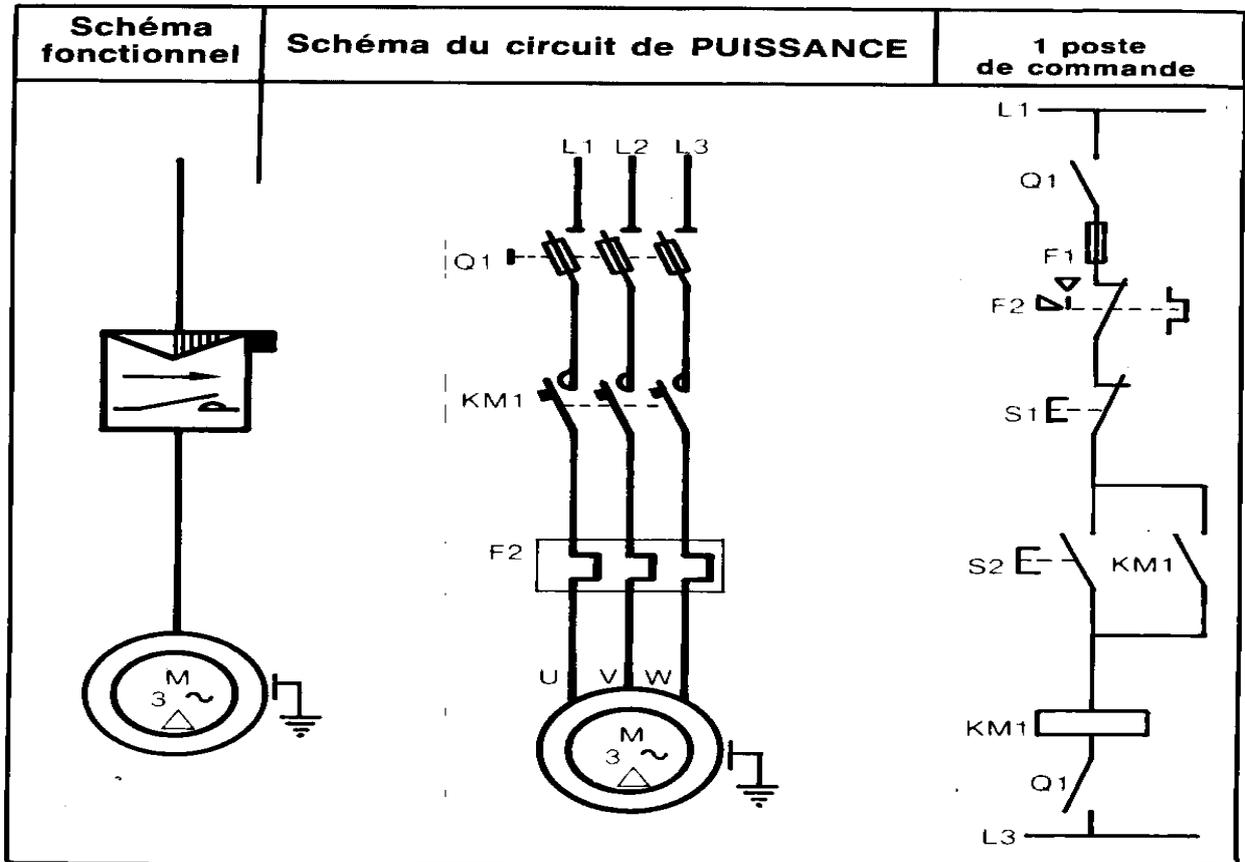
##### IV. 4 Description du TP

- On utilise à la place des interrupteurs ou commutateurs,des contacteurs commandés par boutons poussoirs
- Une action sur le bouton poussoir S<sub>2</sub> excite la bobine KM<sub>1</sub> qui s'auto-alimente et demarre le moteur
- Une action sur le bouton poussoir S<sub>1</sub> desexcite la bobine KM<sub>1</sub>. Ses contacts de puissance s'étant ouverts, le moteur s'arrête.

##### IV. 5 Deroulement du TP

- Comprehension du schema électrique
- Fixation des équipements
- Câblage électrique
- Verification par le formateur
- Essai du fonctionnement

Réaliser le schéma du démarrage direct semi-automatique un sens de marche



**V.TP5 : Intitulé du TP :** Démarrage direct semi-automatique deux sens de marche

**V.1 OBJECTIFS VISES**

- Utilisation des contacteurs
- Utilisation et réglage du relais thermique
- Emploi des contacts de verrouillage.

**V.2 Durée du TP :**6H

**V.3 Matériel** (équipement et matière d'œuvre) par équipe

**A) EQUIPEMENT**

DESIGNATIONS	QUANTITES
Moteur asynchrone triphasé 220V/380V	01U
Sectionneur tripolaire	01U
Contacteur tripolaire	02U
Bloc auxiliaire Comprenant des contacts de verrouillage	02U
Relais thermique Compatible avec le moteur	01U
Boite à bouton Comprenant deux bouton poussoirs marches et un bouton poussoir d'arrêt	01U

**B) Matière d'œuvre**

DESIGNATIONS	QUANTITES
Fusibles AM(calibre compatible avec le moteur)	01U
Fils conducteur rigide 2,5mm <sup>2</sup>	03ML
Fils conducteur souple 1,5mm <sup>2</sup>	08ML
Cable d'alimentation 4x2,5mm <sup>2</sup>	06MI

**V.4 Description du TP**

Une action sur le bouton poussoir S<sub>2</sub> excite la bobine KM<sub>1</sub> ce qui Provoque :

- Son auto-alimentation
- Le verrouillage du contacteur KM<sub>2</sub>
- L'alimentation du moteur et son démarrage dans un sens de rotation
- Une action sur le bouton poussoir S<sub>1</sub> entraîne la des excitation de la bobine KM<sub>1</sub> et l'arrêt du moteur

Une action sur le bouton poussoir S<sub>3</sub> excite la bobine KM<sub>2</sub> ce qui

Provoque :

- Son auto-alimentation
- Verrouillage du contacteur KM<sub>1</sub>
- L'alimentation du moteur et son démarrage dans l'autre sens de rotation

Une action sur le bouton poussoir S<sub>1</sub> ou un fonctionnement du relais

Magneto-thermique (f2) couple l'alimentation de la bobine KM<sub>2</sub> le moteur s'arrête

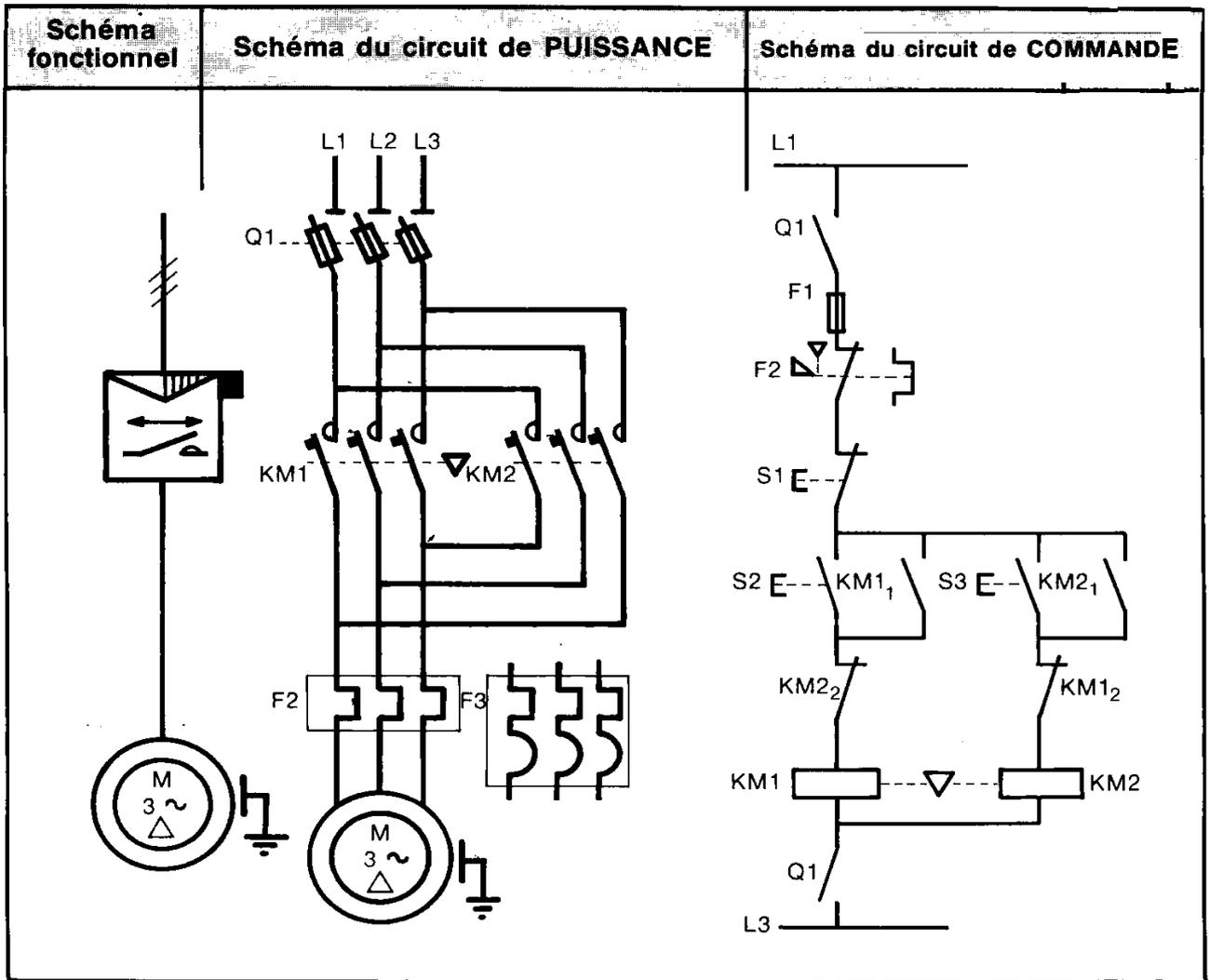
**REMARQUE :**

Il faut absolument un verrouillage électrique et mécanique des discontacteurs KM<sub>1</sub> et KM<sub>2</sub> pour éviter les courts-circuits dans le circuit de Puissance

**V.5 Déroulement du TP**

- compréhension du schéma électrique
- Fixation des équipements
- Câblage électrique
- Vérification par le formateur
- Essai du fonctionnement

Réaliser le schéma du démarrage direct semi-automatique deux sens de marche



## VI. TP<sub>6</sub> Intitulé du TP : Démarrage étoile-triangle

### VI.1 Objectifs visés

- Réalisation d'un montage qui permet la diminution de l'appel du courant
- Se familiariser avec le démarrage étoile-triangle
- Utilisation des relais temporisés

### VI.2 Durée du TP : 8h

### VI.3 Matériel (équipement et matière d'œuvre) par équipe.

#### A/ Equipement

Désignations	Quantités
Sectionneur tripolaire	01U
Contacteur tripolaire	03U
Bloc de contact temporisé	01U
Bloc de contact auxiliaire comprenant des contacts de verrouillage.	02U
Boite à bouton comprenant 1 bouton marche et 1 bouton d'arrêt.	01U
Relais thermique compatible avec le moteur.	01U
Moteur 380 v/660 v pour réseau 220 v / 380 v	01U

#### B/ Matière d'œuvre

Désignations	Quantités
Fils conducteur rigide 2.5 mm <sup>2</sup>	06 ML
Fils conducteur souple 1.5 mm <sup>2</sup>	06 ML
Câble d'alimentation 4 x 2.5 mm <sup>2</sup>	06 ML
Fusible A.M	03U

#### VI.4 Description du TP

Une action sur le bouton poussoir  $S_2$  excite la bobine KM1 (couplage étoile) qui:

- Excite la bobine KM3
- Alimente le moteur; celui-ci démarre en couplage étoile

Cinq secondes après, les contacts temporisés du contacteur KM3 changent d'état ce qui provoque:

- la désexcitation de la bobine KM1
- l'excitation de la bobine KM2 (couplage triangle)
- la bobine KM3 reste excité

Le moteur passe en couplage triangle; son démarrage est alors terminé.

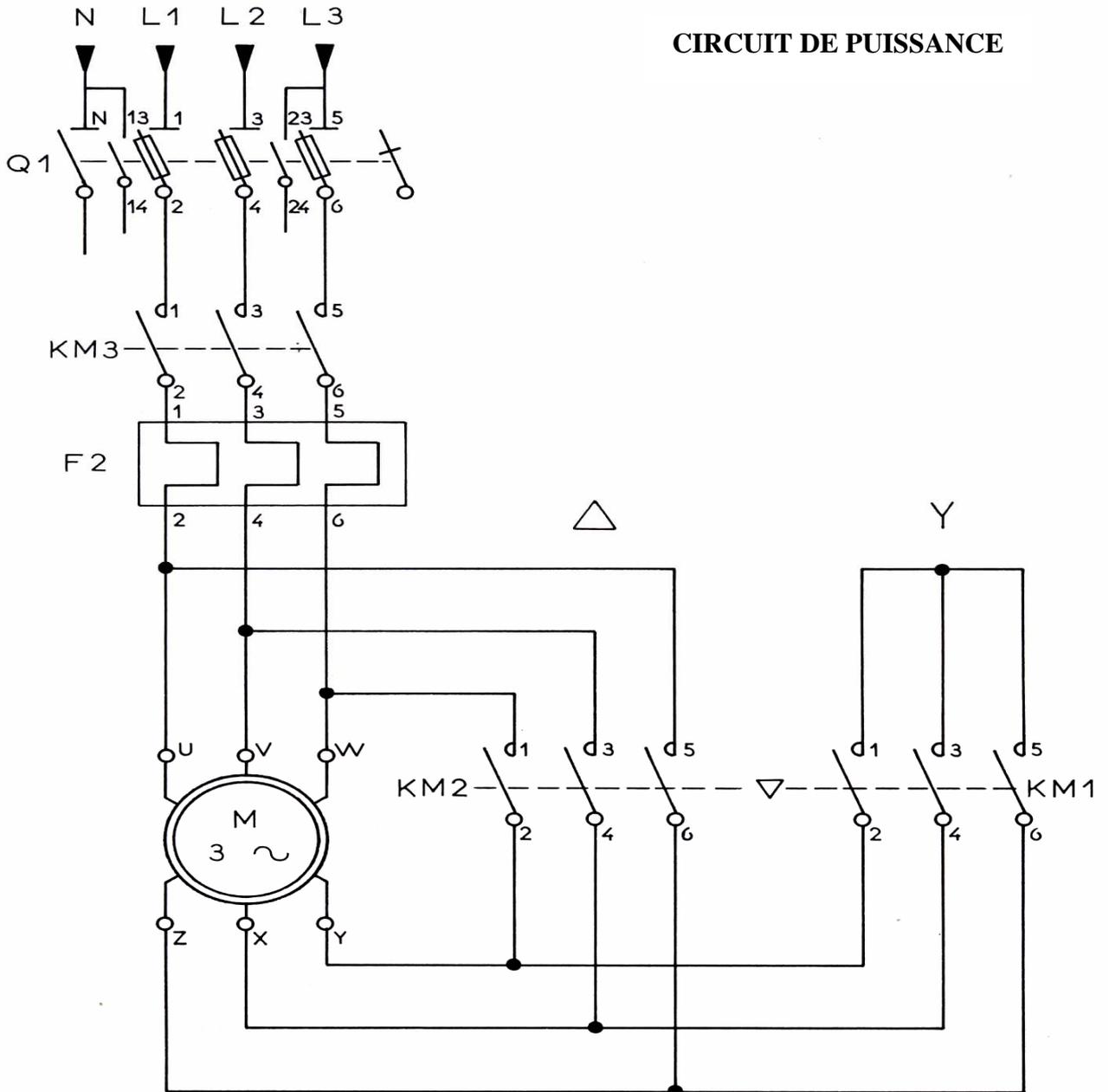
Un fonctionnement du relais magneto-thermique ( $F_1$ ) ou une action sur le bouton poussoir ( $S_1$ ) arrêt coupe l'alimentation de toutes les bobines ce qui arrête le moteur.

**Remarque:** Il faut verrouiller mécaniquement et électriquement les contacteurs KM1 et KM2 pour éviter les courts-circuits entre les phases du circuits de puissance.

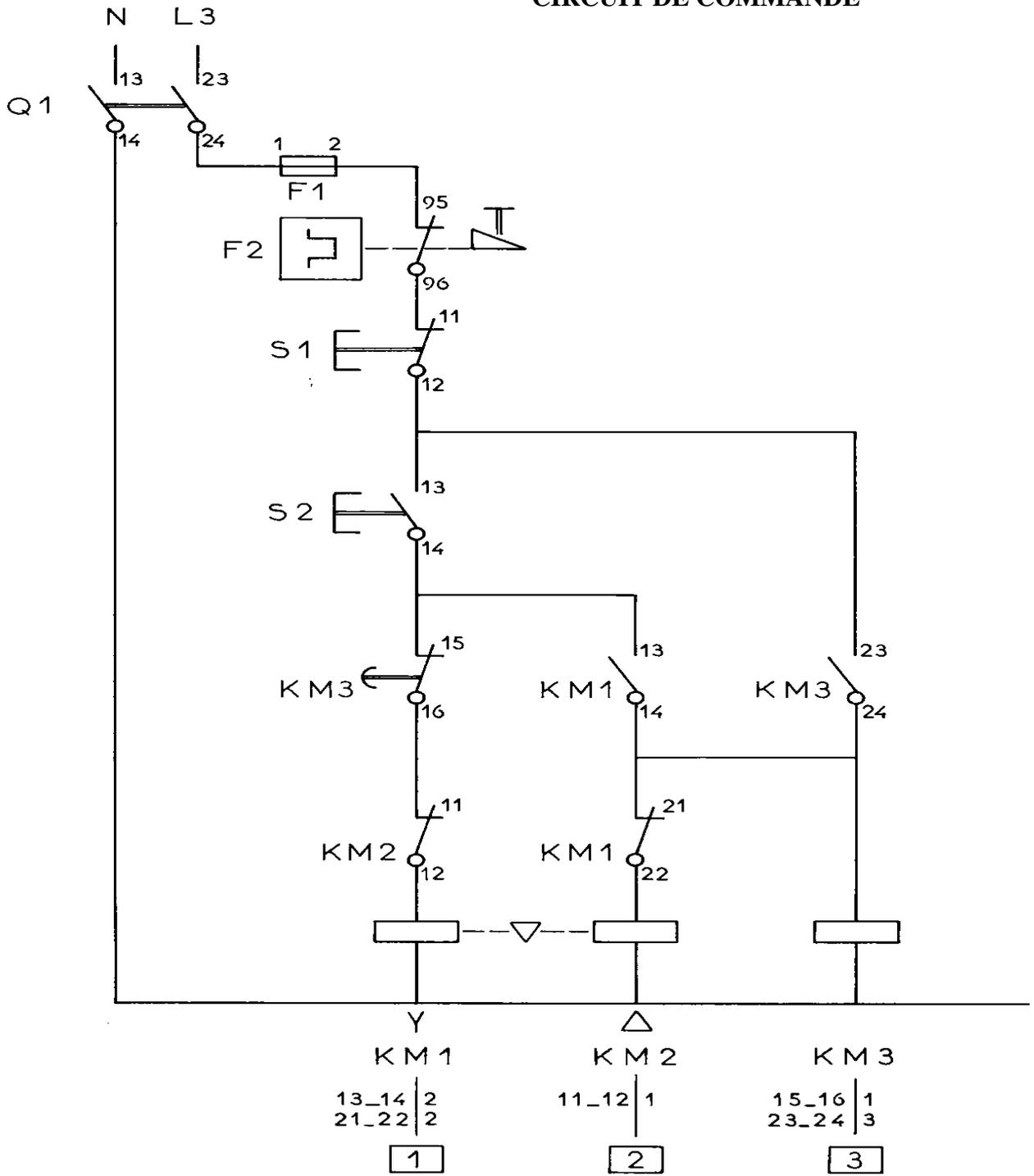
#### VI.5 Déroulement du TP

- Compréhension du schéma
- Fixation des équipement
- Câblage électrique
- Vérification du montage par le formateur
- Essai du montage

Réaliser le schéma du démarrage étoile / triangle (circuit de puissance et circuit de commande)



CIRCUIT DE COMMANDE



**Evaluation de fin de module**

**Durée :6h**

Le formateur propose à la fin du module une évaluation théorique et pratique.

La durée de l'examen théorique est estimée à : 2h

La durée de l'examen pratique est estimée à : 4h

## Liste bibliographique

Ouvrage	Editeur
- Nouveaux schéma électriques	Jean ESTREM
- Le schéma électrique	HUBERT LARGEAUD
- Electrotechnique	G :VAUGEOIS
- Document technique (télé mécanique)	