

UNIVERSITE 20 Aout 1955 SKIKDA

Master Spécialité : *Commande Electrique*

COURS

COMMANDE ELECTRIQUE DES MECANISMES INDUSTRIELS

CHAPITRE :

AUTOMATISATION DES MECANISMES

Structure D'un Système Automatisé De Production

I. Principe

Un système est un ensemble d'éléments permettant de répondre à un besoin, qui est la nécessité ou le désir éprouvé par un utilisateur.

II. Différent types de systèmes

II.1 systèmes élémentaires

Où toute l'énergie vient de l'homme: l'énergie de commande (pour son cerveau) et l'énergie musculaire). L'homme et l'outil constituent le système.

Structure D'un Système Automatisé De Production

II.2 systèmes mécanisés

Où toute l'énergie vient encore de l'être humain qui est inclus au système, mais qui est aidés par un mécanisme.

II.3 systèmes automatisés

Où l'énergie de puissance vient de l'extérieur du système ou est embarqué. L'opérateur fait partie ou non du systèmes, suivant le degré d'automatisation.

II.4 systèmes automatiques

Où le système est autonome grâce à une partie commande (un cerveau logique) et où toute l'énergie vient de l'extérieur ou est embarquée. L'homme ne fait plus partie du système, il lui extérieur et a un rôle de superviseur.

Structure D'un Système Automatisé De Production

III. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation de systèmes permet de :

- ❖ Supprimer les travaux pénibles, dangereux, répétitifs.*
- ❖ Voire impossibles à réaliser par l'homme (environnement hostile: radioactif, gazeux, chimique, pression, températures excessives....)*
- ❖ Diminuer le cout des produits en augmentant la productivité, par une diminution des temps de fabrication, de contrôle, d'intervention de maintenance, de gérer les stocks en temps réel et de faire de la maintenance à distance.*
- ❖ Augmenter la flexibilité de production, la sécurité, la qualité de l'hygiène.*

Automatisation

INTRODUCTION

L'automatisation industrielle nécessite l'utilisation des appareils électriques ainsi que des machines électriques tournantes à courant continu ou alternatifs;

Les montages industriels sont souvent simples et facilement explicites

Dispositifs industriels

Les dimensions du matériel utilisé varie en fonction de la grosseur de la machine à commander .

Parmi les dispositifs de base qui servent pour la réalisation de montages de commande très complexes , on distingue:

Automatisation

1. Sectionneurs
2. Disjoncteurs manuels
3. Commutateurs à cames
4. Boutons poussoirs
5. Relais de phase
6. Relais thermiques
7. Contacteurs magnétiques
8. Temporisateur
9. Lampes témoins
10. Interrupteurs de fin de course
11. Divers (Résistances, réactances, transformateurs, etc...)

SECTIONNEURS

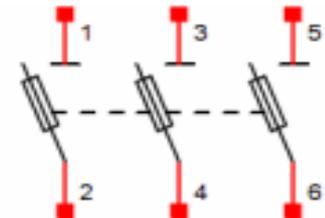
- *Les sectionneurs isolent le circuit du moteur de celui de la source.*
- *Ils doivent pouvoir supporter indéfiniment le I_{nom} et les I_{cc} pendant de courtes périodes.*
- *Ils comportent des contacts à couteaux et des fusibles.*
- *Ils s'ouvrent et se ferment manuellement.*



Sectionneur tétrapolaire
à fusible



Sectionneur tripolaire
à commande rotative



Symbole

Figure 1 - Différents types de sectionneurs

Automatisation

DISJONCTEURS MANUELS

- *Les disjoncteurs sont conçus pour ouvrir et fermer manuellement le circuit d'un moteur et pour ouvrir le circuit automatiquement si le courant dépasse une limite prédéterminée.*

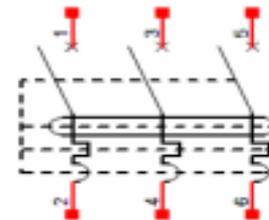
On peut réenclencher le disjoncteur après une ouverture anormale. Souvent, on utilise le disjoncteur manuel au lieu d'un sectionneur.



Disjoncteur différentiel
bipolaire



Interrupteur tripolaire
de puissance



Symbole

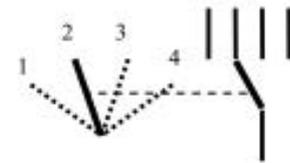
Figure 2 - Différents types de disjoncteurs

Automatisation

COMMUTATEURS À CAMES

Ces commutateurs comprennent une série de contacts fixes et autant de contacts mobiles actionnés par la rotation manuelle d'un arbre à cames.

On les utilise pour la commande manuelle des moteurs de grues, pompes, etc.



Différent commutateur à cames

Symbole

Figure 3 - Différents types de commutateurs

Automatisation

BOUTONS POUSSOIRS

Les boutons-poussoirs sont des commutateurs actionnés par une pression du doigt et qui ouvrent ou ferment deux ou plusieurs contacts.

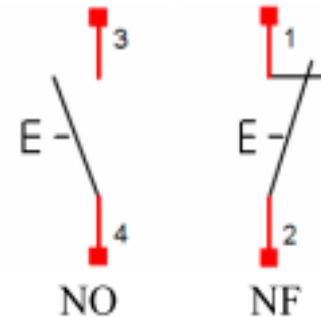
Habituellement, ils ouvrent ou ferment momentanément un circuit.



Bouton d'arrêt d'urgence



Boutons poussoirs



Symbole

Figure 4 - Différents types de boutons poussoirs

Automatisation

RELAIS DE PHASE

Il se déclenche en cas de coupure d'une des trois (3) phases ou dans le cas d'un déphasage prolongé.

Il surveille simultanément l'ordre des phases, l'absence d'une phase.

Lorsque les 3 phases sont en ordre direct, le relais de sortie est excité et visualisé par une LED. Le relais de sortie retombe (LED éteinte) après une temporisation T , réglable en face avant de 0,2 à 10 s.



Relais de phases
Asymétriques



Relais d'ordre
de phases



Symbole

Figure 5 - Différents types de relais de phases

RELAIS THERMIQUES

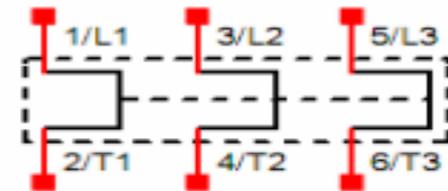
Les relais thermiques (ou relais de surcharge) sont des dispositifs de protection dont les contacts s'ouvrent ou se ferment lorsque la chaleur créée par le passage d'un courant dépasse une limite prédéterminée. Leur fonctionnement est temporisé car la température ne peut pas suivre instantanément les variations du courant.



Relais thermique tripolaire



Relais thermique électronique



Symbole

Figure 6 - Différents types de relais thermiques

Automatisation

CONTACTEURS MAGNÉTIQUES

Les contacteurs magnétiques sont de gros relais destinés à ouvrir et à fermer un circuit de puissance.

On les utilise dans la commande des moteurs dont la puissance est entre 0,5 kW et plusieurs centaines de kilowatts.

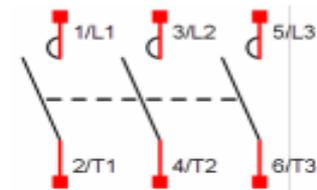
Comme pour les moteurs, la grosseur et les dimensions principales des contacteurs sont standardisées par les organismes de normalisation



Contacteur tripolaire



Contacteur tétrapolaire



Symbole

Figure 7 - Différents types de contacteurs

Automatisation

TEMPORISATEUR

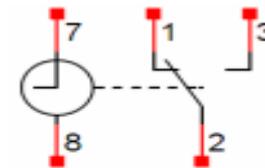
- *Le temporisateur électrique est un composant souvent utilisé dans l'industrie pour ajouter un délai dans un circuit électrique.*
- *Ce délai est parfois nécessaire pour retarder le départ ou l'arrêt d'un moteur.*
- *Le temporisateur électrique est en effet un relais auquel on peut retarder les effets.*
- *Le réglage du délai se fait à l'aide d'un bouton situé sur le temporisateur.*



Temporisateur analogique
(Temporisation de 0,05 sec à 300 heures)



Temporisateur numérique
(Temporisation programmable)



Symboles

Figure 8 - Différents types de temporisateurs

Automatisation

LAMPES TÉMOINS

Les lampes témoins servent à indiquer l'état d'un système de contrôle. Ils servent comme indicateur (**grâce à 5 couleurs**) pour l'opérateur.

Vert/Bleu 	Moteur en marche (en service)
Rouge 	Moteur à l'arrêt (hors service)
Jaune/Orange 	Défaut (Pb d'une phase, surintensité,...)
Blanc 	Présence du courant (armoire alimentée)

Tableau 1.1 – Code des couleurs pour les voyants lumineux



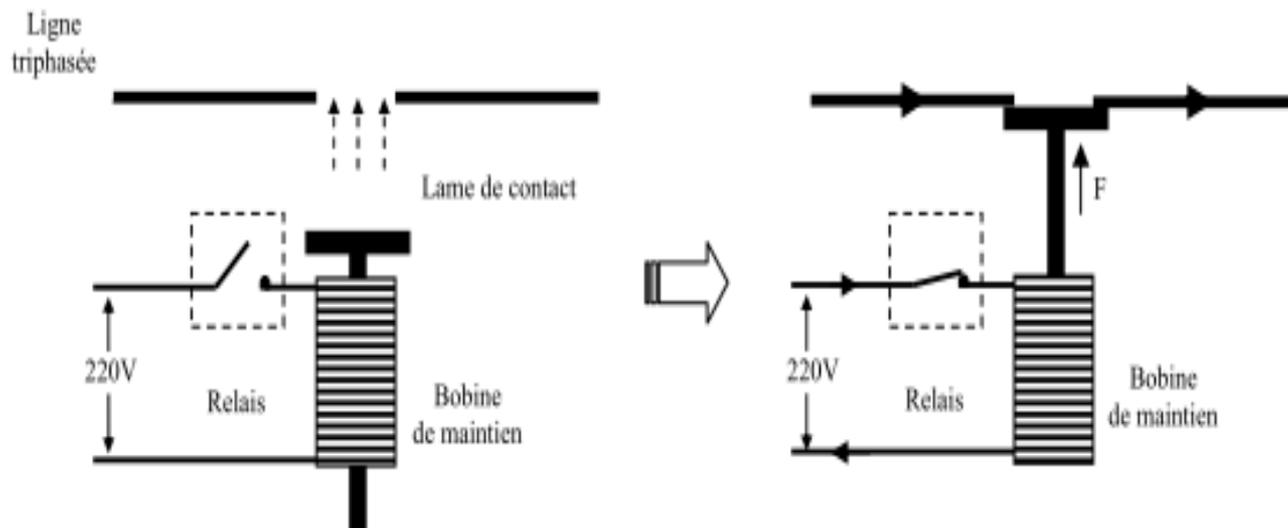
Symbole



Automatisation

RELAIS / CONTACTEUR

L'organe de commande est en réalité une bobine alimenté sous 220V avec un noyau mobile relié à des lames assurant la fermeture de la ligne triphasée.



Principe de commande par relais/contacteur

NORMALISATION

Un schéma électrique doit être compris par tous les utilisateurs.

Donc, les normes nationales, européenne et internationales doivent être respectées:

Monde → ISO (CEI/CEI 439-1)

Europe → CEN (CENELEC/EN50439-1)

France → AFNOR (UTE/NF EN 50439-1)

Automatisation

Principe d'identification des éléments

DESIGNATION	REPERE	DESIGNATION	REPERE	DESIGNATION	REPERE
<ul style="list-style-type: none">- alternateur- batterie d'accumulateur- générateur	G	Appareil mécanique de connexion pour circuit de puissance : <ul style="list-style-type: none">- sectionneur- disjoncteur- interrupteur-sectionneur	Q	Avertisseurs <ul style="list-style-type: none">- lumineux- sonore	H
Appareil mécanique de connexion pour circuit de commande : <ul style="list-style-type: none">- interrupteur-sélecteur- bouton poussoir- commutateur- interrupteur de position	S	Les contacteurs et relais auxiliaires : <ul style="list-style-type: none">- les contacteurs et relais auxiliaires temporisé- auxiliaires et contacteurs à accrochage- relais polarisé	KA	Condensateurs	C
Transformateur	T	Contacteur de puissance	KM	Moteur	M
Dispositif de protection : <ul style="list-style-type: none">- coupe-circuit à fusible- parafoudre- relais thermique- relais magnétique- relais magnétothermique	F	Appareil mécanique actionné électriquement : <ul style="list-style-type: none">- électro-aimant- embrayage- frein électromécanique	Y	<ul style="list-style-type: none">- résistance- shunt- thermistance- potentiomètre- résistance variable- varistance	R

Tableau 2 – Repère des éléments d'un schéma

TYPES DE SCHÉMAS

Pour faciliter l'étude et la réalisation des commandes différents types schémas existent:

- 1 - le diagramme synoptique
- 2 - le diagramme unifilaire
- 3 - le diagramme schématique
- 4 - le diagramme des connexions

5- Le diagramme développé

TYPES DE SCHÉMAS

1---- Diagramme synoptique

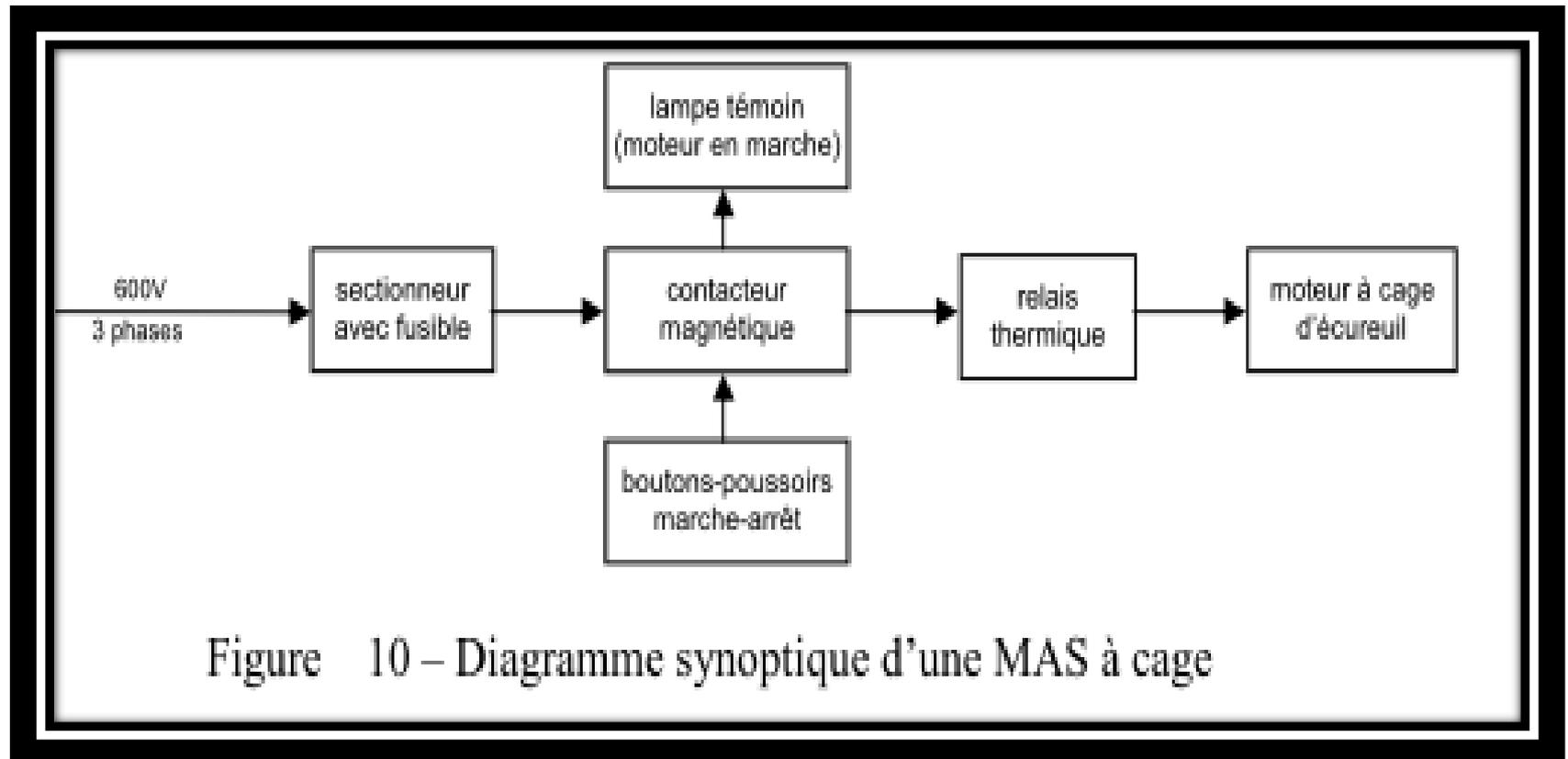


Figure 10 – Diagramme synoptique d'une MAS à cage

TYPES DE SCHÉMAS

2---- Diagramme unifilaire

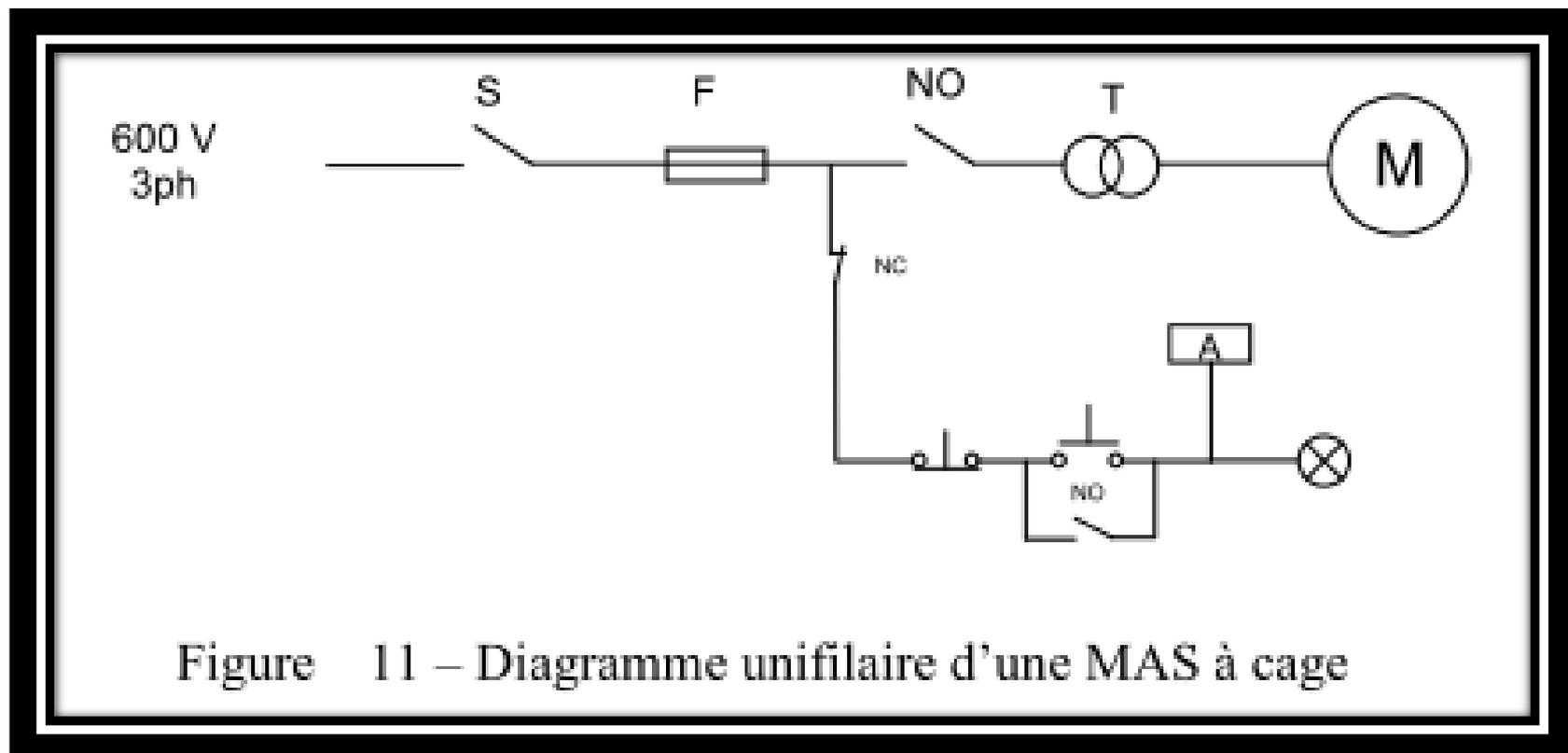


Figure 11 – Diagramme unifilaire d'une MAS à cage

TYPES DE SCHÉMAS

3---- Diagramme schématique

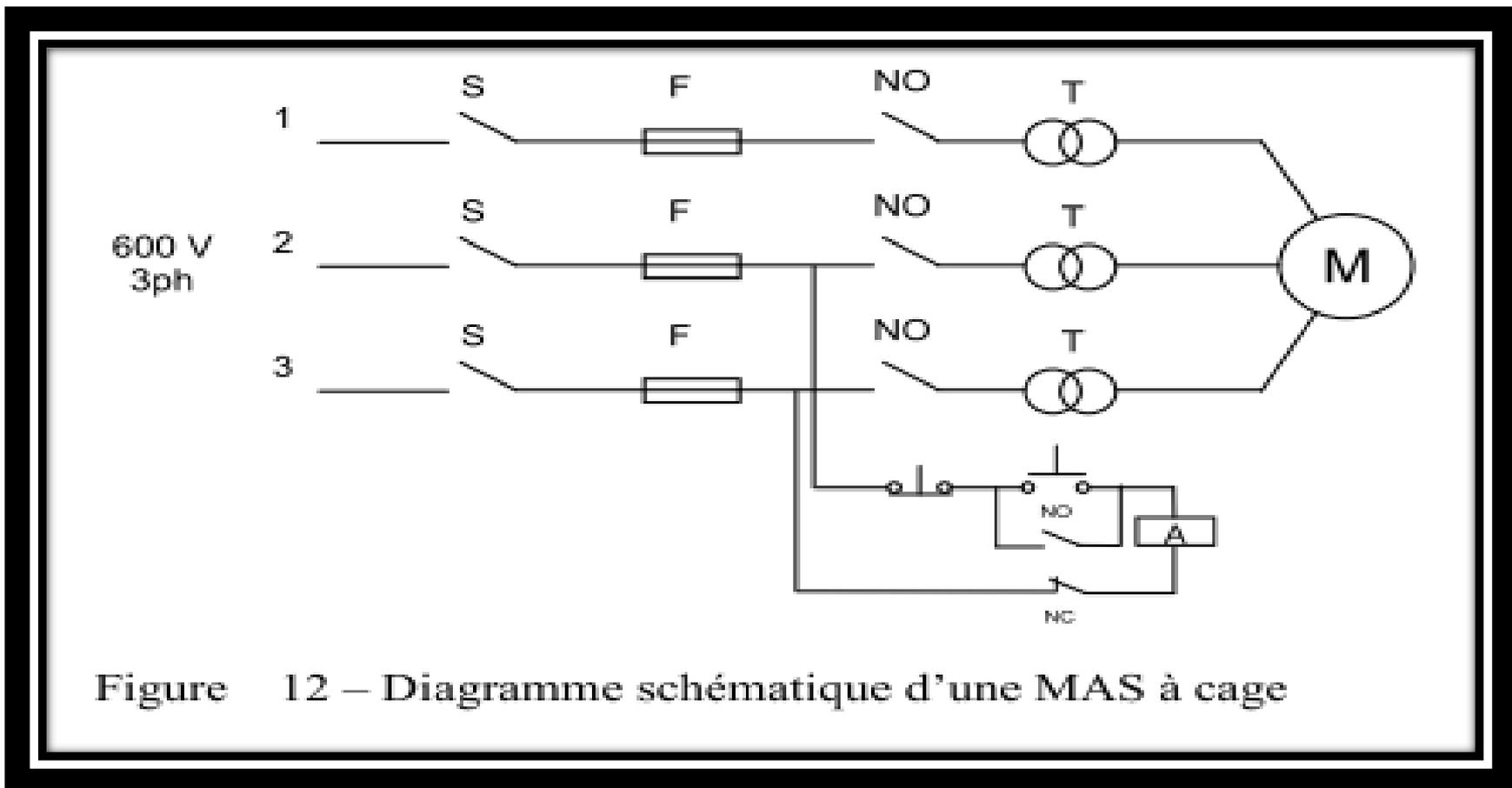
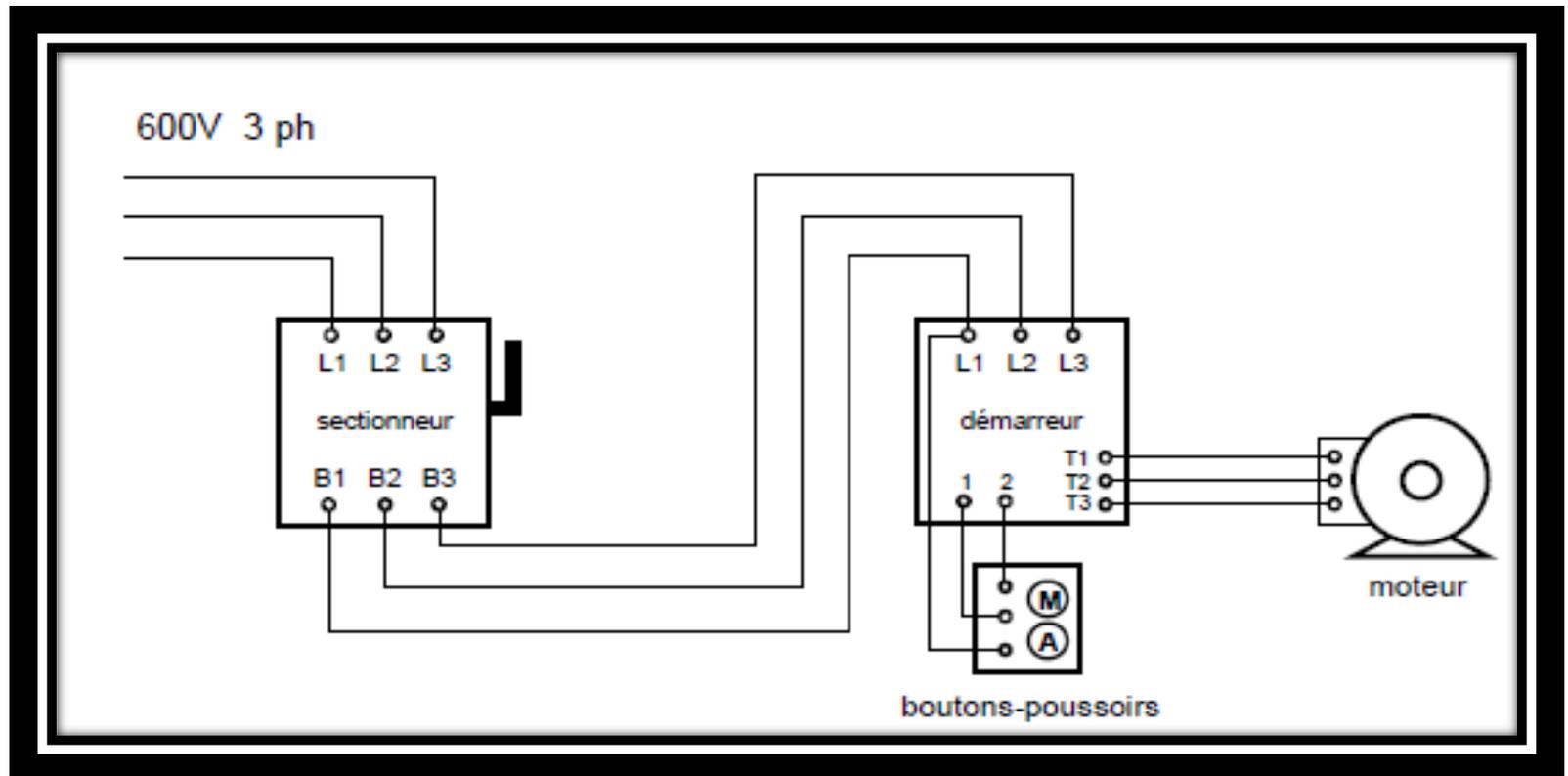


Figure 12 – Diagramme schématique d'une MAS à cage

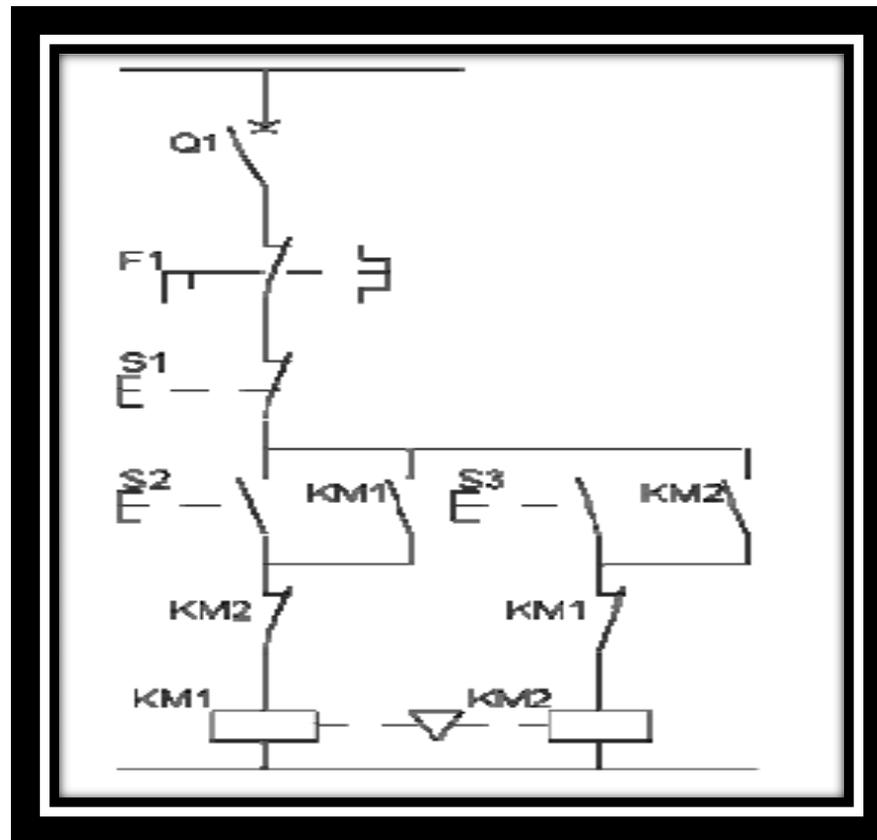
TYPES DE SCHÉMAS

4---- Diagramme des connections



TYPES DE SCHÉMAS

5---- Diagramme développé



Automatisation

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Plusieurs procédés industriels requièrent un démarrage lent afin d'atteindre graduellement le régime de fonctionnement normal.

Dans d'autres cas, on ne peut pas brancher un moteur directement sur la ligne car le courant de démarrage risque de causer une chute de tension inacceptable non seulement pour l'utilisateur mais aussi pour ses voisins raccordés sur la même ligne.

Dans ces circonstances, il faut limiter le couple de démarrage ou le courant de démarrage en réduisant la tension aux bornes du moteur .

Automatisation

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

On trouve plusieurs procédés de démarrage, les plus courants sont :

1. *Démarrage Direct ;*
2. *Démarrage Statorique ;*
3. *Démarrage Rotorique ;*
4. *Démarrage Étoile Triangle ;*
5. *Démarrage par Autotransformateur .*

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Démarrage Directe

C'est un procédé de démarrage simple mais brutal, obtenu en un seul temps, le stator du moteur est couplé directement sur le réseau .

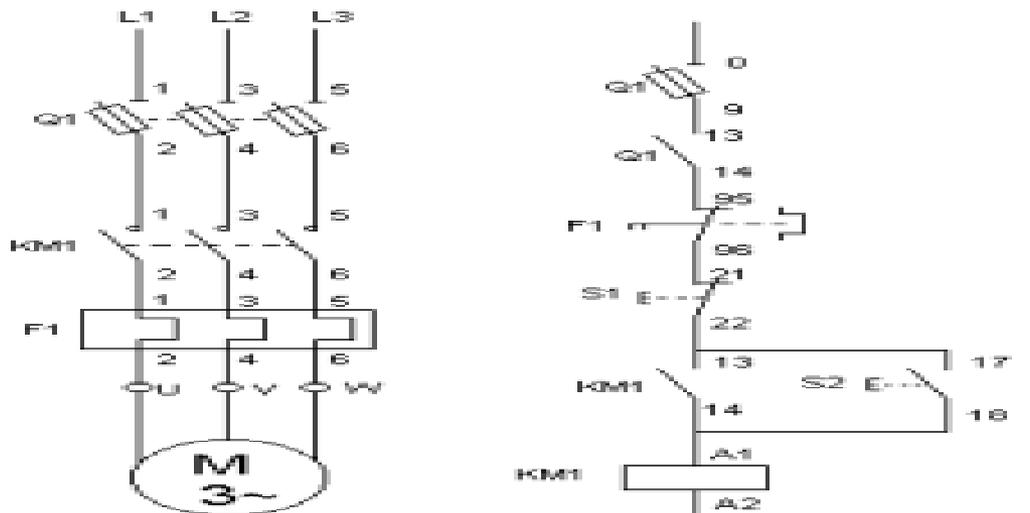


Schéma d'un démarrage direct

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Démarrage Statorique

Il permet de réduire la tension aux bornes des enroulements du stator pendant la durée du démarrage du moteur ce qui est un moyen de limiter l'intensité du courant de démarrage.

Cette réduction se fait en intercalant des potentiomètres ou des résistances (rhéostats) en série avec les enroulements du stator,

Automatisation

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Schéma d'un Démarrage Statorique

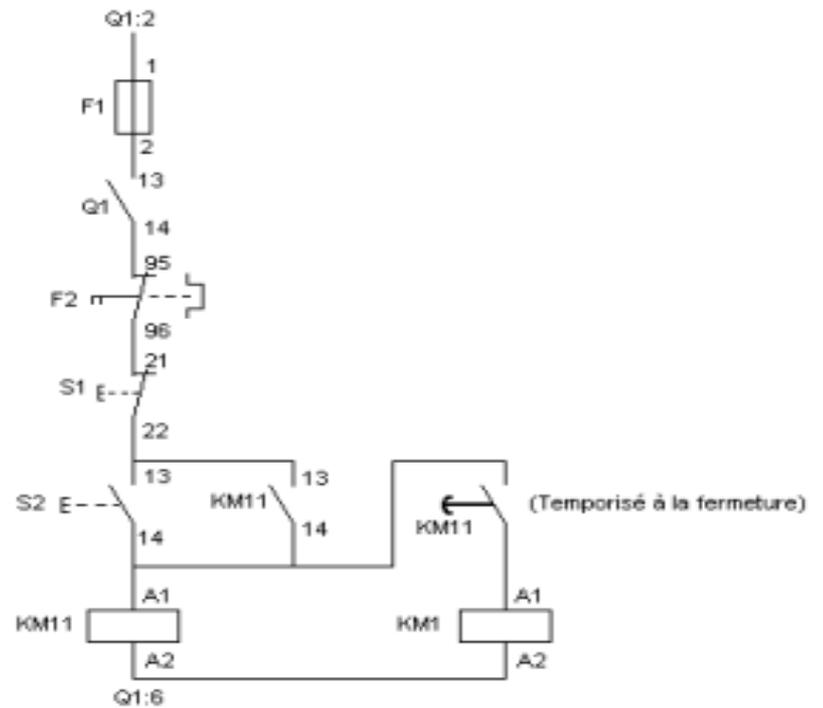
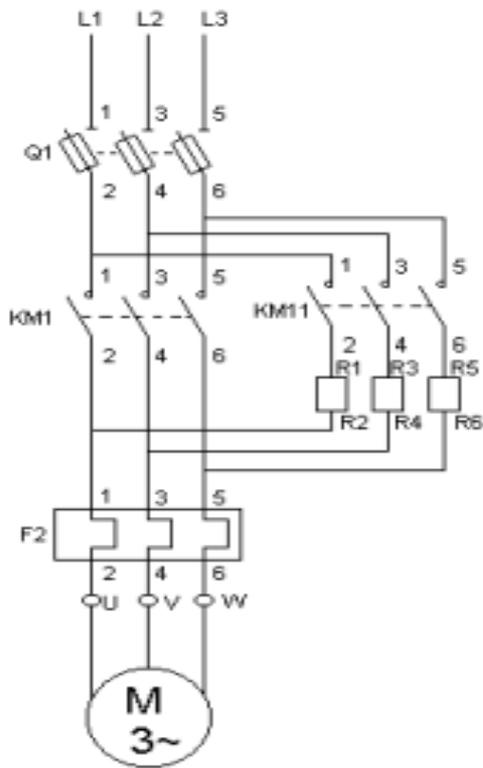


Schéma d'un démarrage statorique

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Démarrage Rotorique

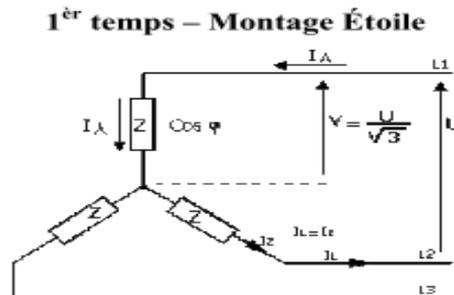
C'est le même principe que le démarrage statorique sauf que le dispositif de démarrage est relié aux enroulements du rotor, c'est pour ça que le démarrage rotorique nécessite un moteur à bagues (rotor bobiné).

Automatisation

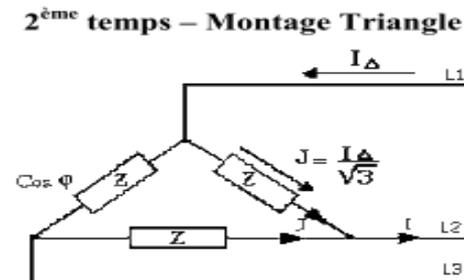
TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Démarrage Étoile-Triangle

Le but est de réduire le courant de démarrage par trois, cela en modifiant l'alimentation des enroulements du moteur, du montage étoile au montage triangle, comme le montre la figure :



$$I_Y = \frac{\sqrt{3} U}{3 Z} \quad P_Y = \frac{U^2 \cos \varphi}{Z}$$



$$I_{\Delta} = \sqrt{3} \frac{U}{Z} \quad P_{\Delta} = \frac{3 U^2 \cos \varphi}{Z}$$

Structure d'un démarrage étoile-triangle

Automatisation

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Schéma de démarrage étoile triangle :

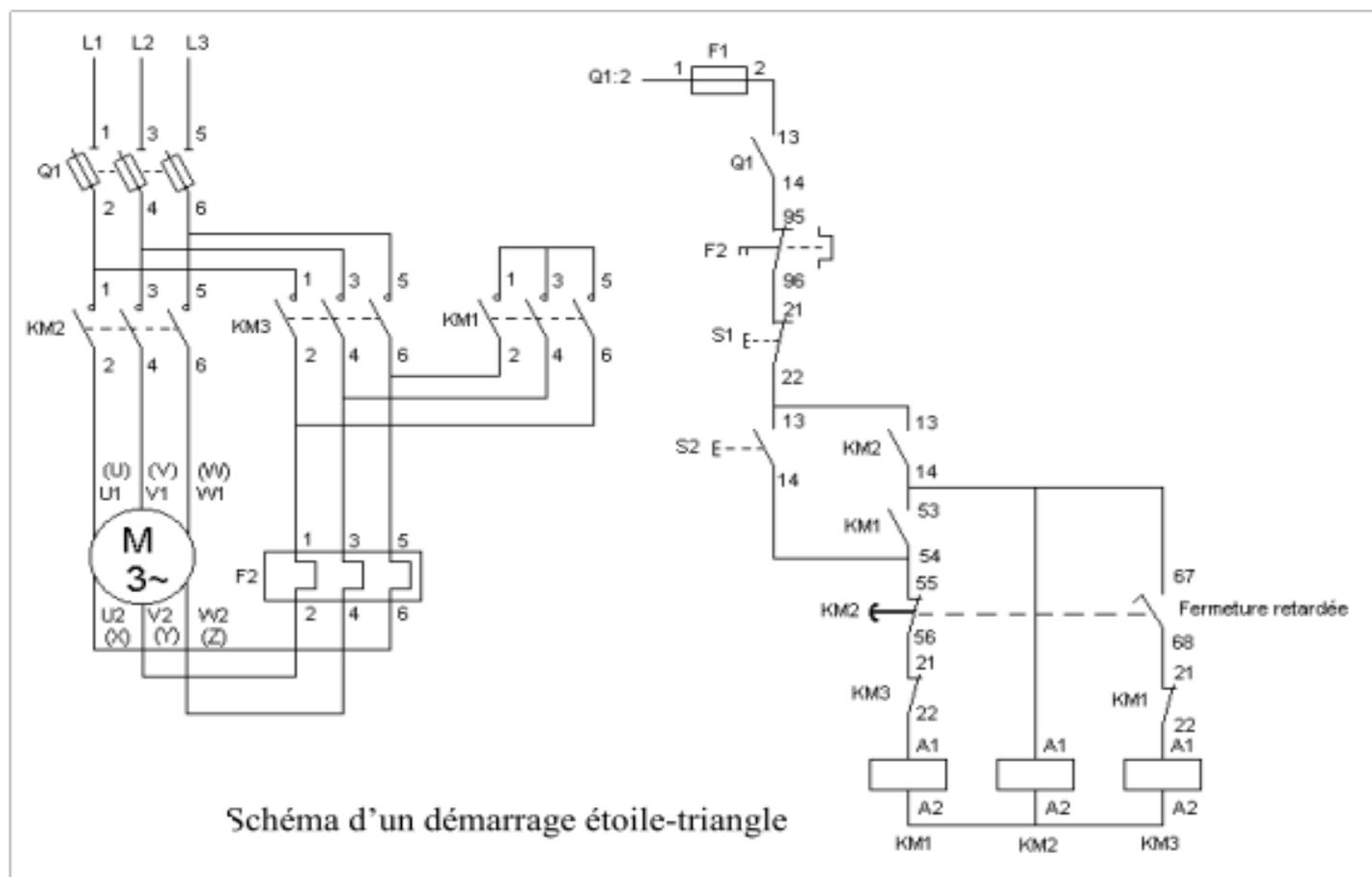


Schéma d'un démarrage étoile-triangle

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Démarrage par Autotransformateurs

Dans le démarrage par autotransformateur (AT) , on effectue le même type que le démarrage étoile triangle (on a en plus le choix du rapport des tensions en choisissant le rapport de transformation).

Dans un premier temps, on démarre le moteur sur un AT couplé en étoile. De ce fait, le moteur est alimenté sous une tension réduite réglable. Avant de passer en pleine tension, on ouvre le couplage étoile de l'AT, ce qui met en place des inductances sur chaque ligne limitant un peu la pointe et presque aussitôt, on court-circuite ces inductances pour coupler le moteur directement au réseau .

Automatisation

TYPES DE DÉMARRAGES INDUSTRIELS DES MOTEURS

Schéma de Démarrage par Autotransformateurs:

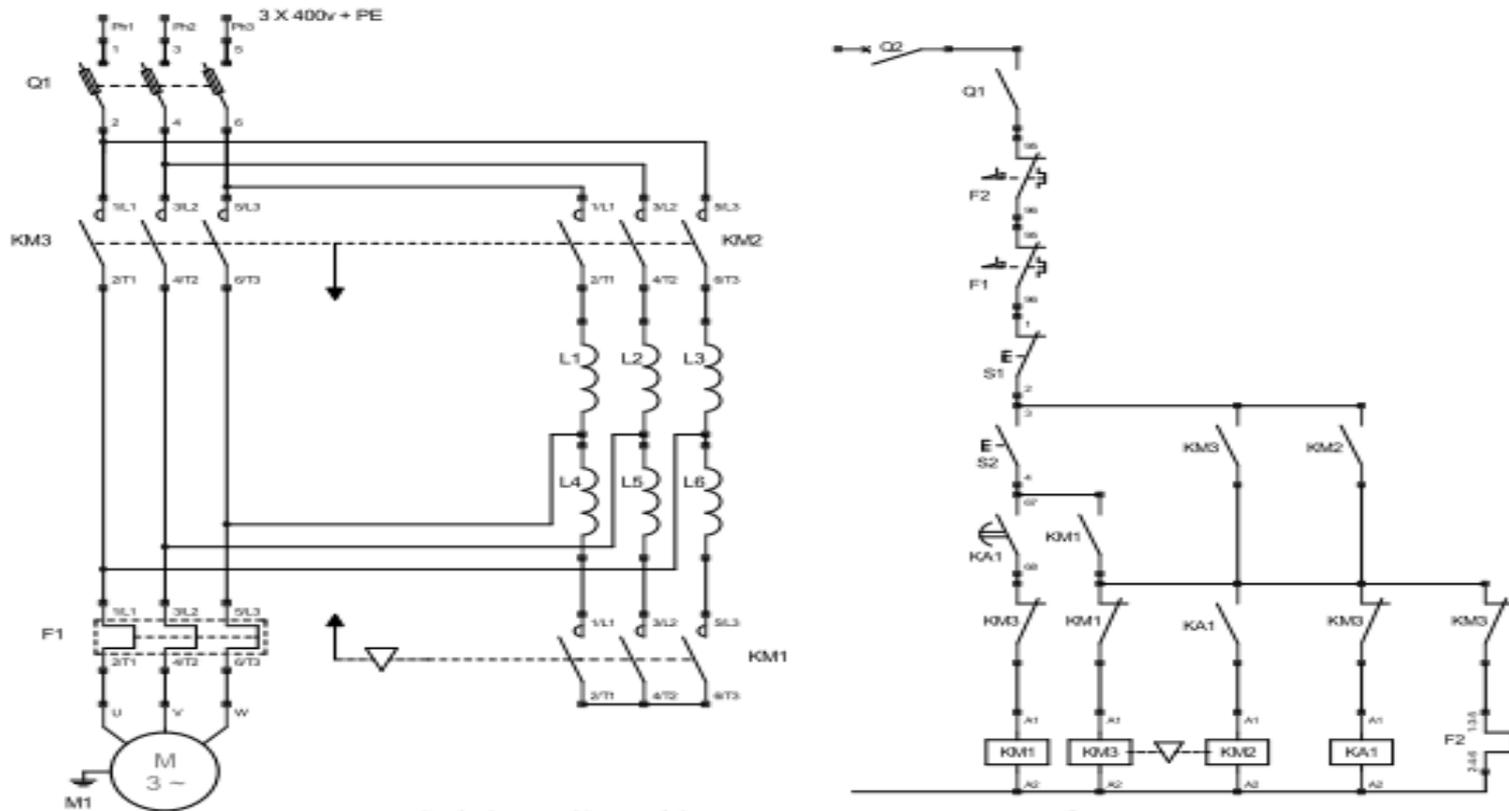


Schéma d'un démarrage par autotransformateur

	DEMARRAGE DIRECT	DEMARRAGE ÉTOILE TRIANGLE	DEMARRAGE STATORIQUE	DEMARRAGE ROTORIQUE	DEMARRAGE PAR AUTO TRANSFORMATEUR
Courant de démarrage	4 à 8 I_n	2,5 I_n	2 à 4 I_n	5 I_n	3/4, 5/6 I_n
Baisse de I_n en %	0 %	75 %	50 %	30 %	40 %
Couple au démarrage	0,6 à 1,5 C_n	0,2 à 0,5 C_n	0,6 à 0,85 C_n	0,4 à 0,85 C_n	0,4 à 0,85 C_n
Commande	1 temps	2 temps	2 temps (ou +)	2 temps (ou +)	3 temps
Avantages	- démarreur simple et économique - couple au démarrage important	-économiques -bon rapport couple/courant	-possibilités de réglages des valeurs au démarrage	-très bon rapport couple/courant -possibilité de réglage des valeurs au démarrage	-bon rapport couple/courant - possibilités de réglages des valeurs au démarrage
Inconvénients	-pointe de courant très importante -démarrage brutal	-couple de démarrage faible -coupure d'alimentation au changement de couplage -moteur 6 bornes	-faible réduction de la pointe de courant au démarrage -nécessite des résistances volumineuses	-moteur à bague plus onéreux	-nécessite un auto transformateur onéreux -présente des risques de réseau perturbé

Tableau 3 – Résumé des procédés de démarrage