

Electricité industrielle

Schémas électriques

Pr Monir AZMANI





Composants d'automatismes industriels

Constitution des installations

Les installations d'automatisme sont séparées en deux parties bien distinctes appelées :

- ☐ *circuit de commande*
- ☐ *circuit de puissance.*

Circuit de commande

Il comprend les appareils nécessaires à la commande et au contrôle de l'automatisme et sert à transmettre les ordres donnés manuellement ou automatiquement. Il est composé :

- ☐ *d'une **source d'alimentation** (secteur, batterie...).*
- ☐ *d'un **appareil d'isolement** (contacts auxiliaires de sectionneur...).*
- ☐ *d'une **protection** du circuit (fusible, disjoncteur...).*
- ☐ *d'**appareils de commande ou de contrôle** (bouton poussoir,...).*
- ☐ *d'**organes de commande** (bobine de relais, de contacteur...).*

Constitution des installations

Les installations d'automatisme sont séparées en deux parties bien distinctes appelées :

- ☐ *circuit de commande*
- ☐ *circuit de puissance.*

Circuit de puissance

Il comprend les appareils nécessaires au fonctionnement des récepteurs de puissance et sert à exécuter les ordres reçus du circuit de commande. Il est composé :

- ☐ *d'une **source d'alimentation** (secteur, batterie...).*
- ☐ *d'un **appareil d'isolement** (sectionneur...).*
- ☐ *d'une **protection du circuit** (fusible, relais de protection...).*
- ☐ *d'**appareils de commande** (contacts de puissance de contacteur...).*
- ☐ *des **récepteurs de puissance** (moteur...).*

Appareils de protection et d'isolement

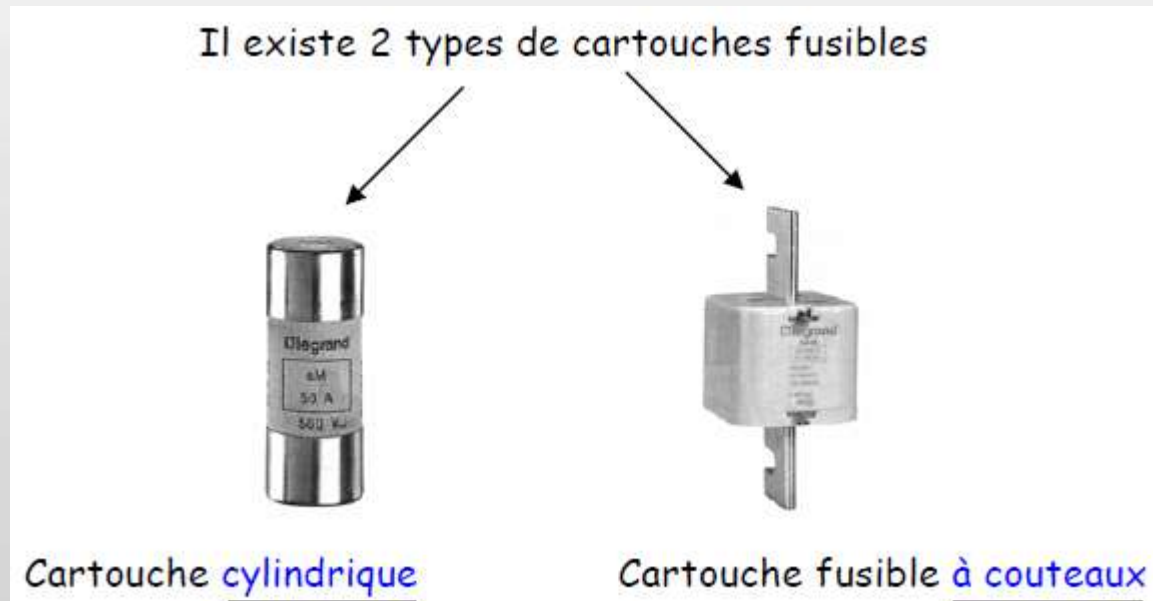
- ☐ *Les fusibles*
- ☐ *Les sectionneurs*
- ☐ *Les 'interrupteurs*
- ☐ *Les disjoncteurs*
- ☐ *Les contacteurs*
- ☐ *Les relais thermiques*

Appareils de protection et d'isolement

Les fusibles

Les fusibles sont des éléments essentiels d'une installation électrique. Ils permettent d'éviter la détérioration irréversible de l'installation électrique lors d'une surintensité.

Ce sont des appareils composés d'un fil conducteur qui, grâce à sa fusion, ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par ce fil.



Appareils de protection et d'isolement

Les fusibles

Pour que la manipulation des fusibles soit facile et sans danger ces derniers sont montés sur des supports appelés porte – fusibles ou des socles.



BLUSUNSOLAR®

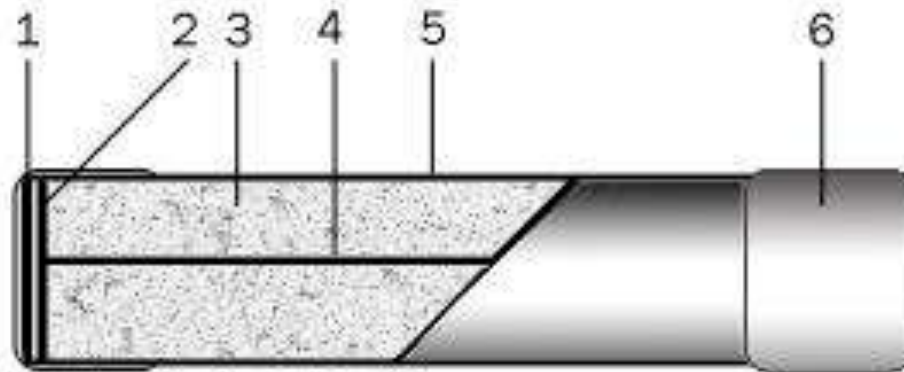


Appareils de protection et d'isolement

Les fusibles

L'aspect technologique des fusibles

1. *Plaque de soudure*
2. *Disque de centrage de la lame fusible*
3. *Silice (permet une coupure franche)*
4. *Lame fusible*
5. *Tube*
6. *Embout de contact*



Appareils de protection et d'isolement

Les sectionneurs

*Un sectionneur est un appareil **électromécanique** permettant de séparer, de façon mécanique, un circuit électrique et son alimentation.*

*Il ne possède **aucun pouvoir de coupure**, c'est-à-dire qu'il ne peut interrompre aucun courant ; sa manœuvre ne se réalise que lorsque l'installation est à l'arrêt.*

La coupure peut être verrouiller par un cadenas en position ouverte. C'est une sécurité lorsque des personnes travaillent sur un circuit en aval du sectionneur.



Sectionneur BT porte fusibles

Appareils de protection et d'isolement

Les sectionneurs

Domaine d'emploi

Les sectionneurs ont un domaine d'emploi très vaste couvrant la totalité de gamme des tensions: BT, MT, HT et THT (450 Kv) et de courant : de 25 A jusqu'au 6400 A

Avantages

- * Appareils robustes .*
- * Capable de supporter de forts courants de court circuit*
- * Prix très intéressant*

Inconvénients

- * Pas de pouvoir de coupure*

Appareils de protection et d'isolement

Les 'interrupteurs

Les interrupteurs sont des dispositifs électriques conçus pour ouvrir ou fermé un circuit électrique , les interrupteurs sont plus perfectionnés que les sectionneurs du fait d'un certain pouvoir de coupure.

Ils peuvent couper , sous tension nominale , un courant d'intensité égale à sa valeur nominale.



Appareils de protection et d'isolement

Les 'interrupteurs

Domaine d'emploi

Les interrupteurs sont employés dans la B.T jusqu'au 3000 A et en M.T jusqu'au 2000 A

Avantages

- * Robustes*
- * Peu compliqués*
- * Prix modéré*
- * Possèdent un pouvoir de coupure*

Inconvénients

- * Pas de protection*

Appareils de protection et d'isolement

Les disjoncteurs

Un disjoncteur est un appareil à commande manuelle ou automatique . Son rôle est la protection des personnes et des installations électriques contre tous les défauts , il constitue donc un appareil de sécurité par excellence.

Un disjoncteur comporte généralement :

- ☐ Pôles principaux
- ☐ Mécanisme de commande
- ☐ Pôles auxiliaires
- ☐ Eventuellement un châsis

Un disjoncteur est caractérisé par :

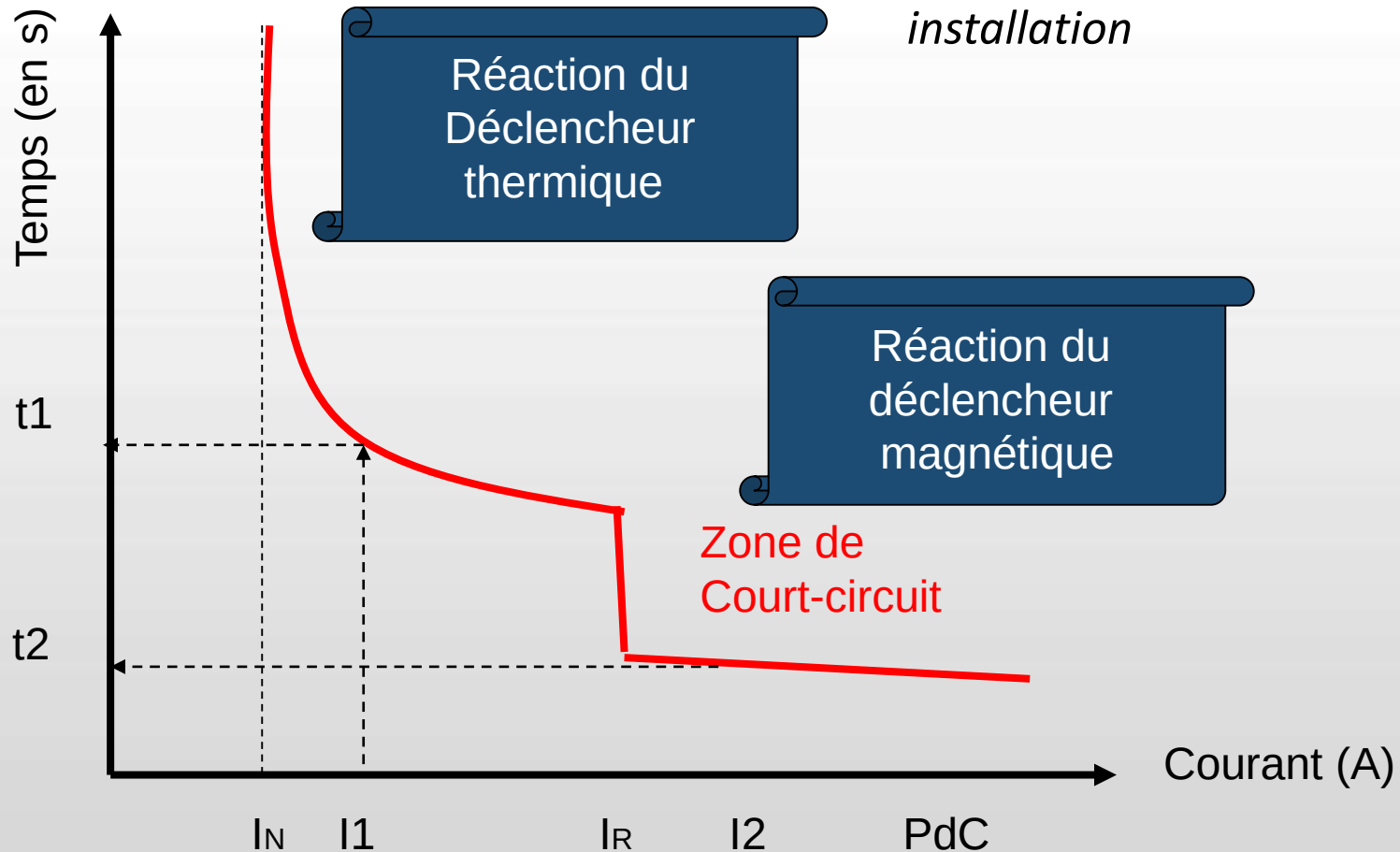
- ☐ Tension nominale
- ☐ Intensité nominale
- ☐ Pouvoir de coupure PdC



Appareils de protection et d'isolement

Les disjoncteurs

Il est capable d'interrompre un circuit de surcharge ou un courant de court-circuit dans une installation

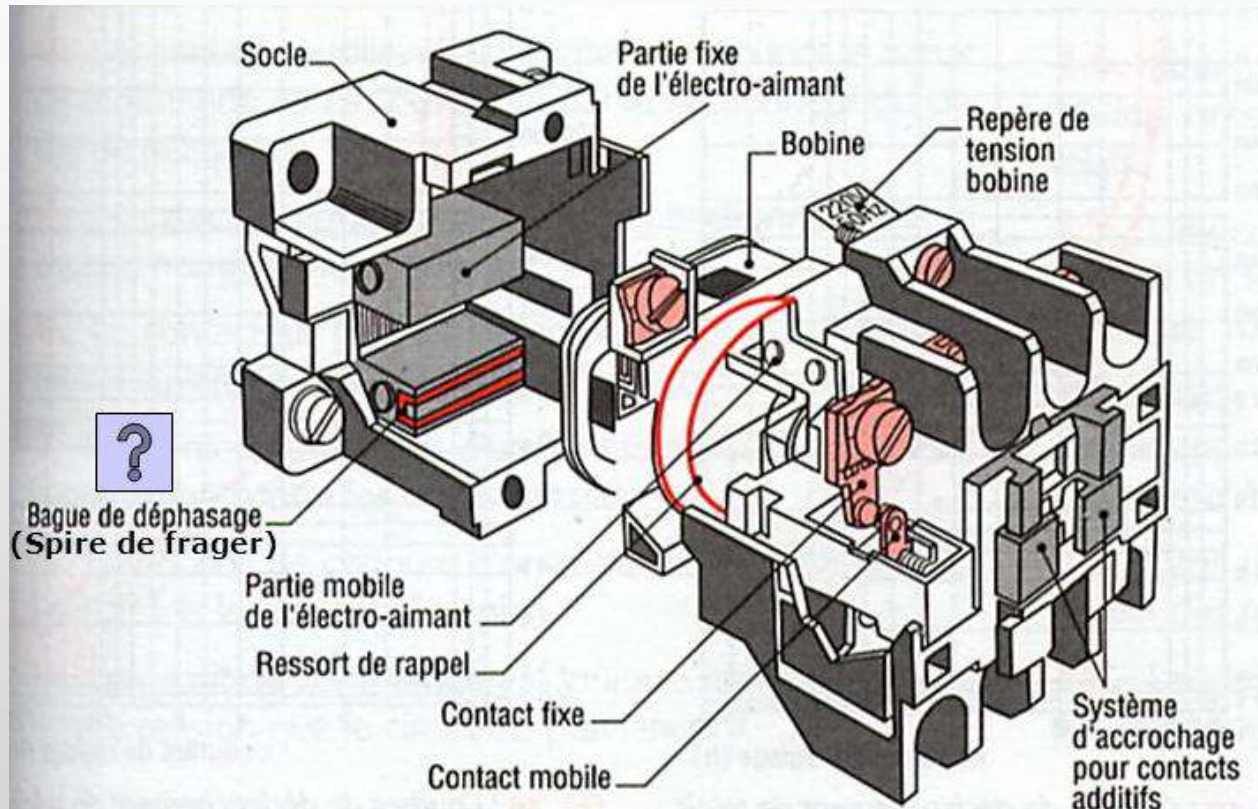


Appareils de protection et d'isolement

Les contacteurs

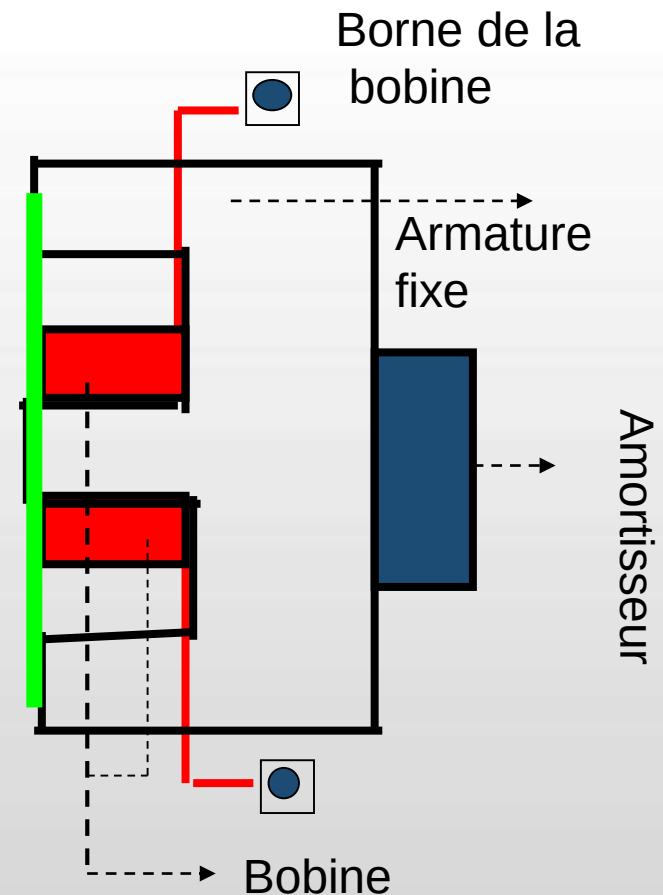
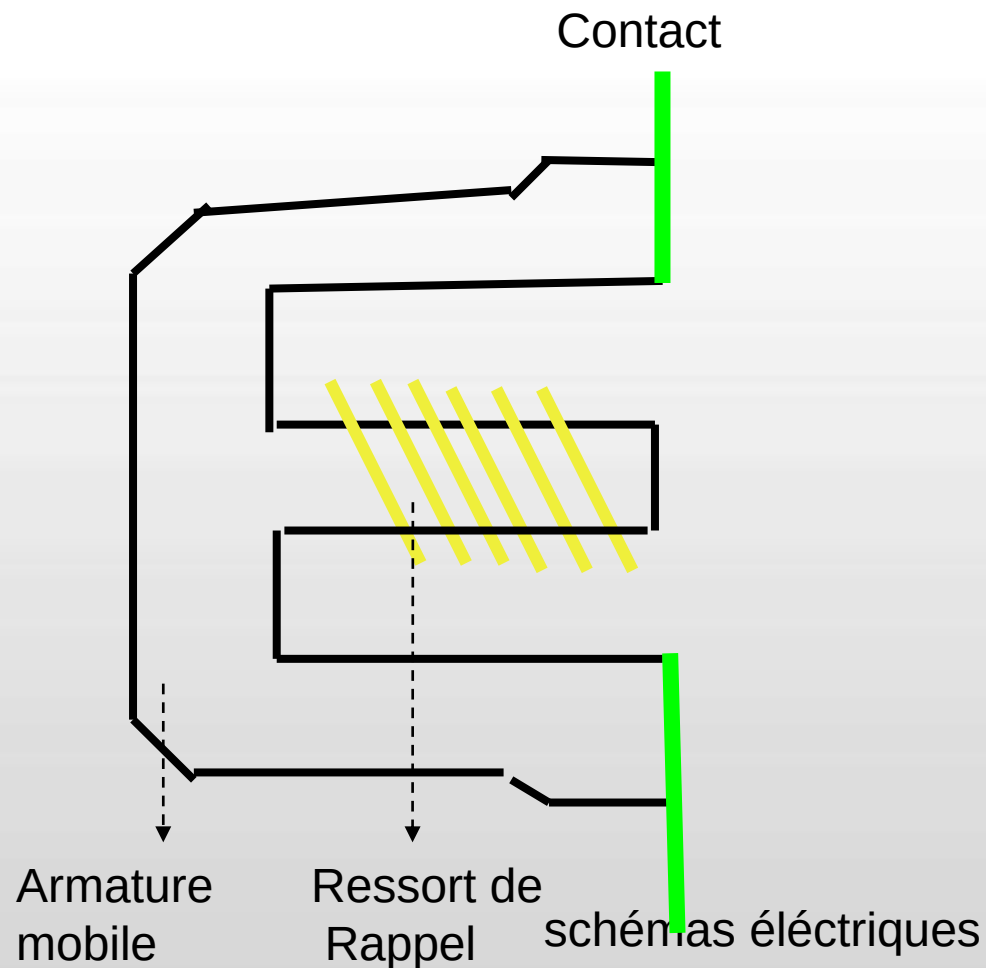


Un contacteur est un appareil de coupure automatique: Il permet d'ouvrir et de fermer un circuit électrique à distance via l'excitation d'une bobine de commande



Appareils de protection et d'isolement

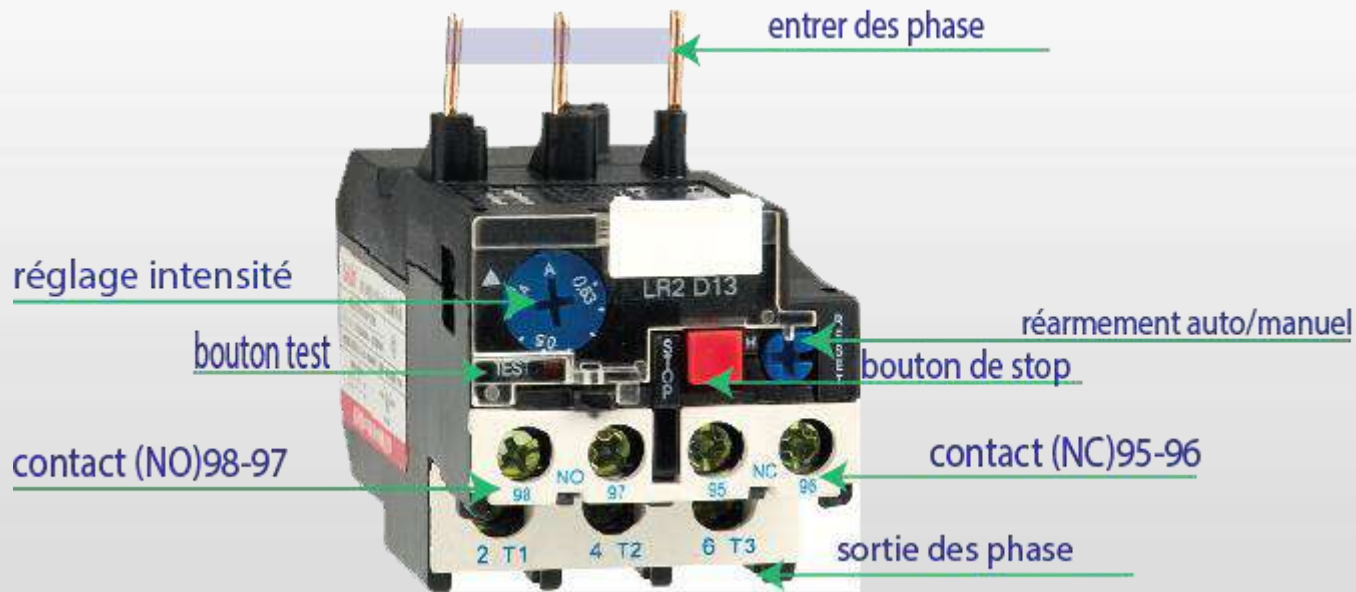
Les contacteurs



Appareils de protection et d'isolement

Les relais thermiques

La fonction principale de cet organe électrique est la protection des moteurs contre les surcharges.



Éléments de commandes et d'automatismes

- ☐ *Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt*
- ☐ *Les boutons tournants*
- ☐ *Les commutateurs de position ou les sélecteurs*
- ☐ *Les temporisateurs*
- ☐ *les relais et les relais de fonction*
- ☐ *les détecteurs ETC*

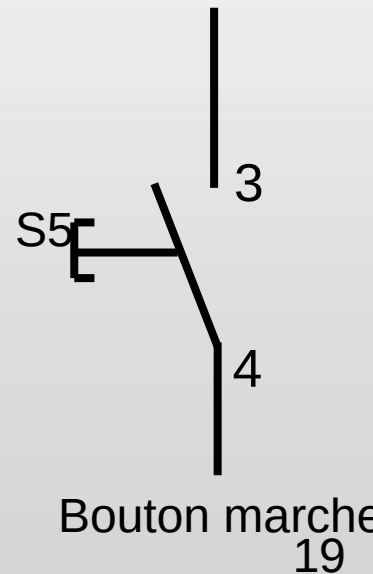
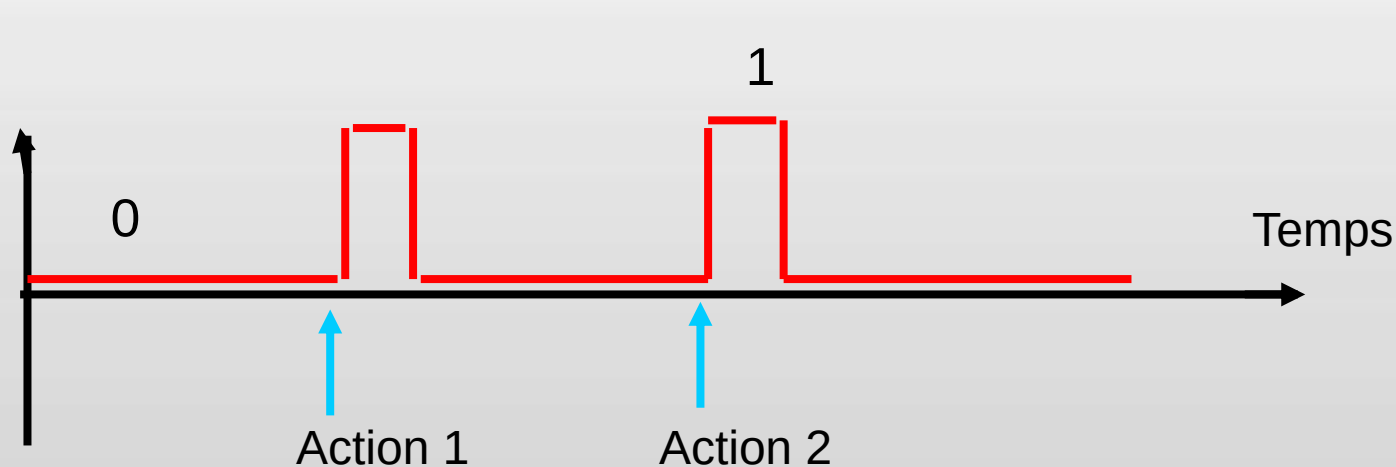
Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

Ce sont des interfaces homme machine très simples , ils permettent de Lancer un fonctionnement par l'action « appuyer / relâcher » . Ces dispositifs sont des astables

Bouton poussoir marche

C' est un organe électrique de commande permettant de démarrer une ou plusieurs action , voir un cycle par une impulsion



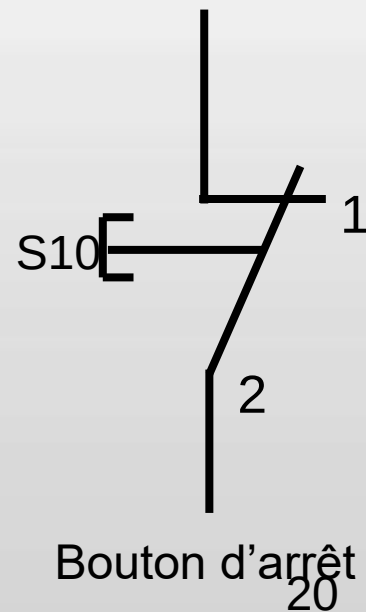
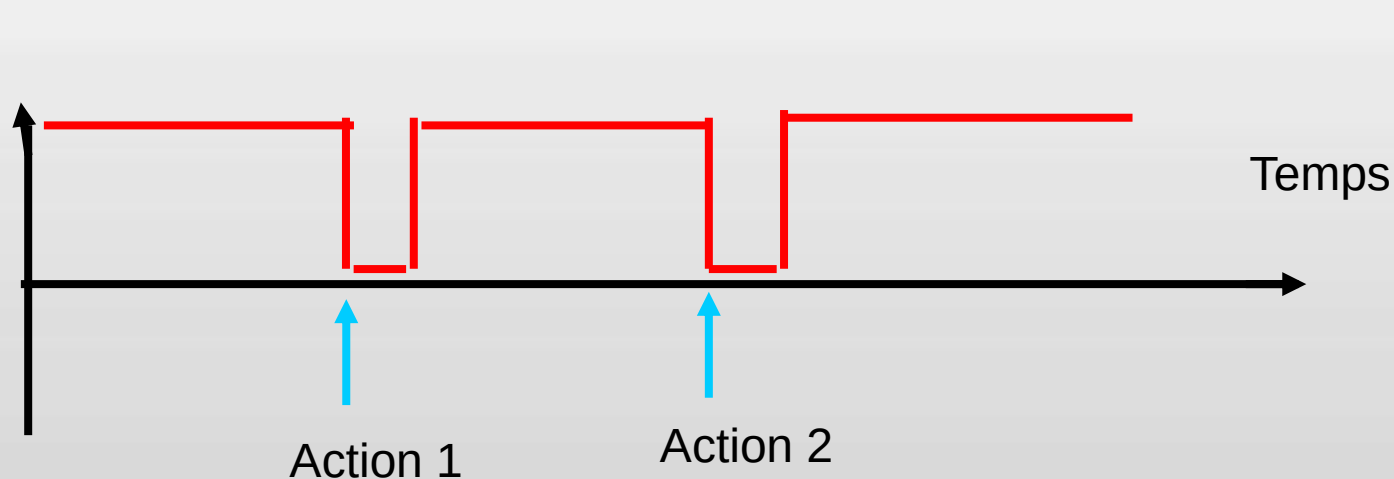
Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

Ce sont des interfaces homme machine très simples , ils permettent de Lancer un fonctionnement par l'action « appuyer / relâcher » . Ces dispositifs sont des astables

Bouton poussoir arrêt

Il permet d'arrêter un fonctionnement par la simple action « Appuyer / Relâcher » . C' est un bouton complémentaire du bouton marche .



Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

Exemples



Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

Boutons arrêt d'urgence

Ce sont des boutons utilisés pour la sécurité des personnes et des machines . Ils permettent de couper l'alimentation d'un circuit de commande .

On différencie :

- ☐ pousser- tirer
- ☐ tourner pour déverrouiller
- ☐ déverrouillage à clef

Ces boutons sont disponibles en diamètres 30 40 60 mm

Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

Boutons arrêt d'urgence

Complet - Prêt à poser



Avec contact 1NO + 1NF

Pousser- tirer



Tourner - tirer

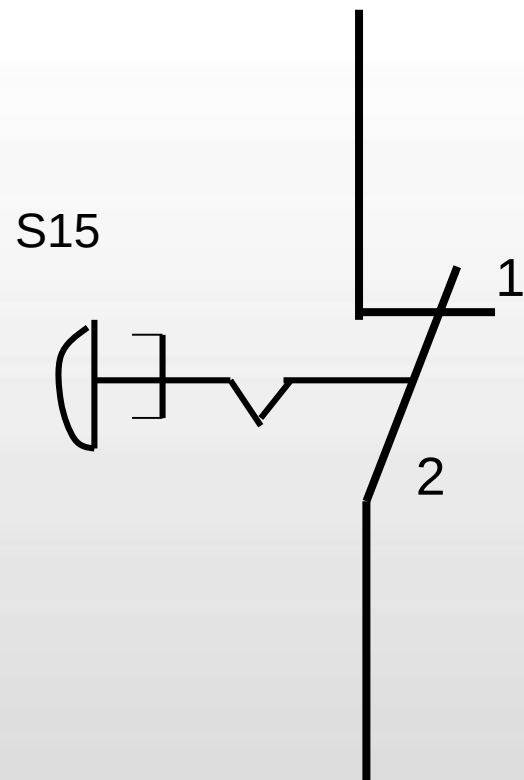


Déverrouillage à clef

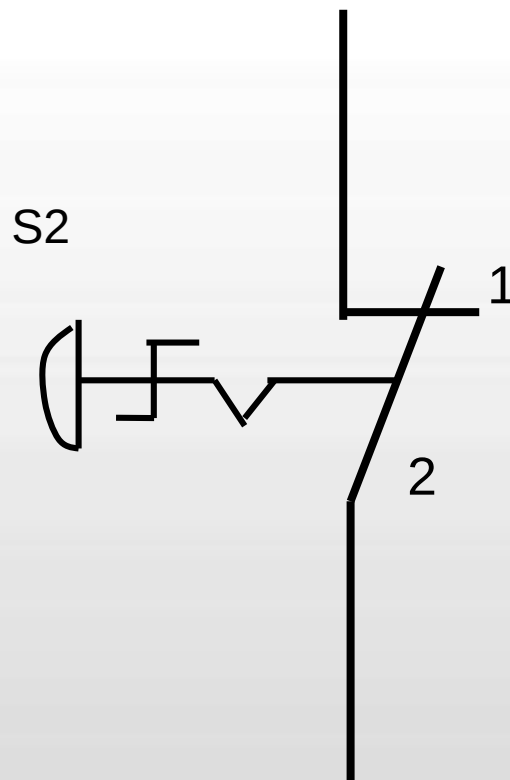
Éléments de commandes et d'automatismes

Les boutons poussoirs : Marche/ Arrêt

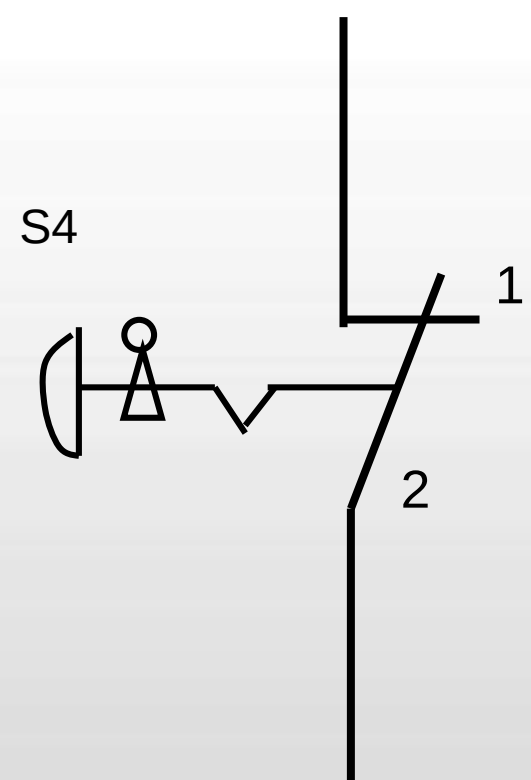
Boutons arrêt d'urgence



Pousser- tirer



Tourner - tirer

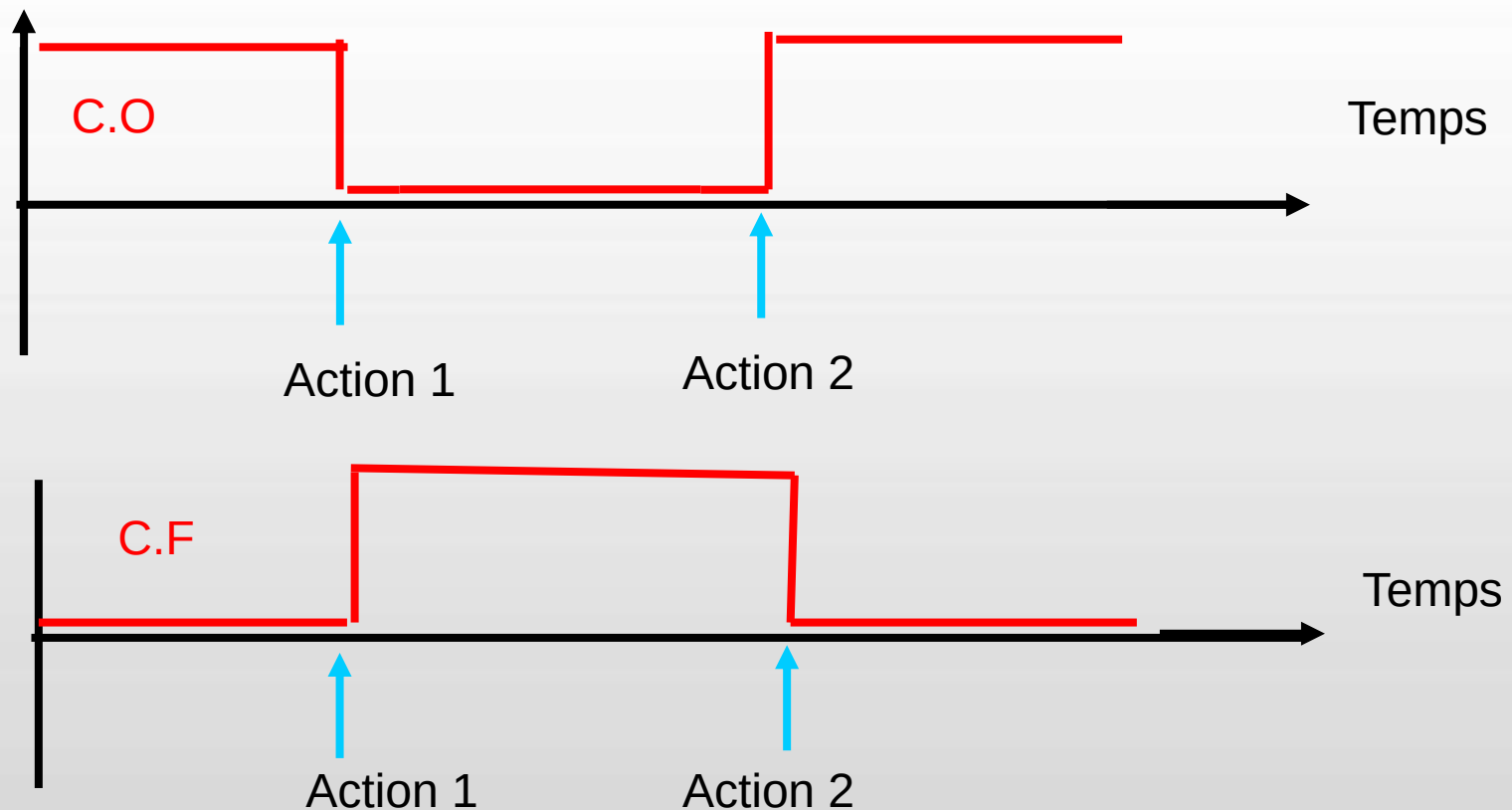


Déverrouillage à clef

Éléments de commandes et d'automatismes

Boutons tournants (INTERRUPTEURS)

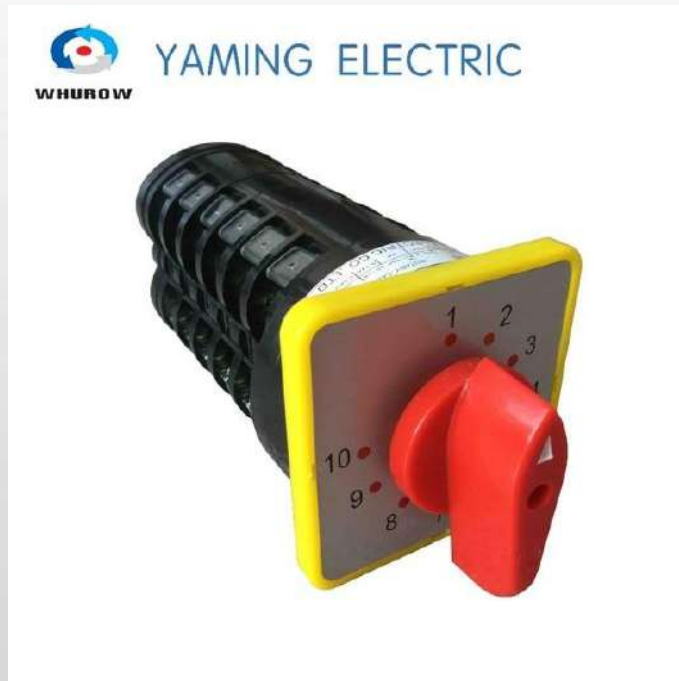
Ce sont des simples interrupteurs de commande . Ils fonctionnent comme des bistables



Éléments de commandes et d'automatismes

Commutateurs (Sélecteurs)

C'est un appareil qui permet de sélectionner un mode de fonctionnement parmi ceux proposés . La quantité de Choix possible détermine son nombre d'état stable , ces états stables sont connus sous le nom des positions du commutateurs



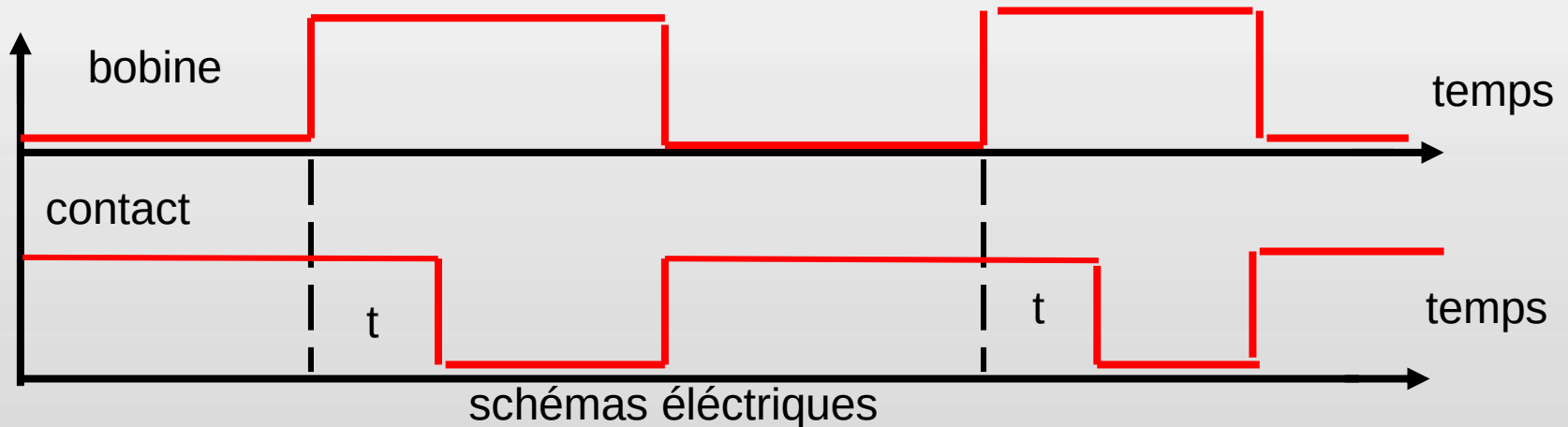
Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à ouverture temporisé à l'ouverture

Par rapport à l'excitation de la bobine , ce contact s'ouvre après une temporisation t ; à sa désexcitation le contact se ferme instantanément



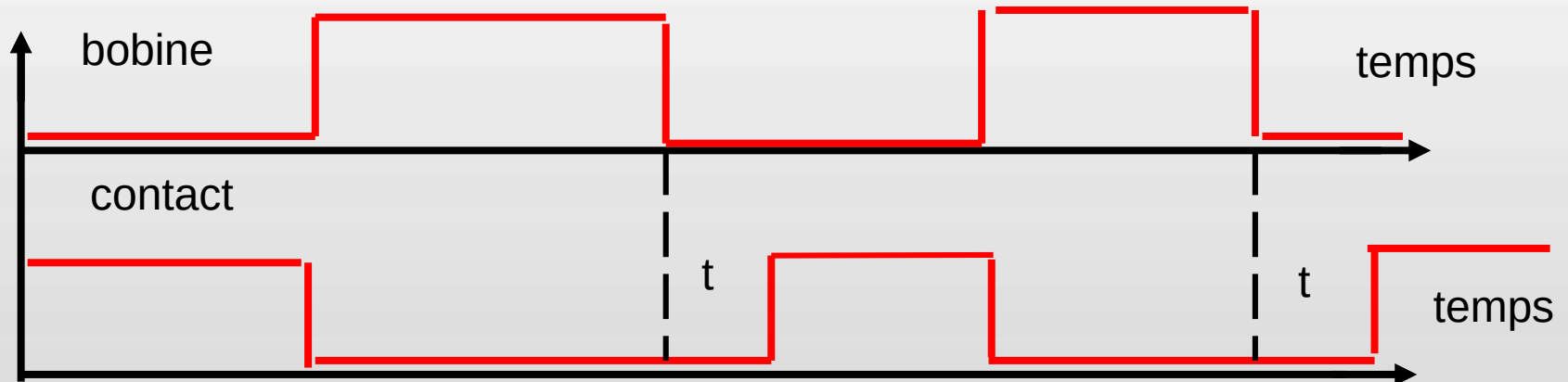
Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à ouverture temporisé à la fermeture

Ce contact s'ouvre instantanément à l'excitation de la bobine; à sa désexcitation ,il se ferme après une temporisation t



Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à fermeture temporisé à la fermeture

Ce contact s'ouvre instantanément à l'excitation de la bobine; à sa désexcitation ,il se ferme après une temporisation t



Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à fermeture temporisé à la fermeture

Ce contact s'ouvre instantanément à l'excitation de la bobine; à sa désexcitation ,il se ferme après une temporisation t



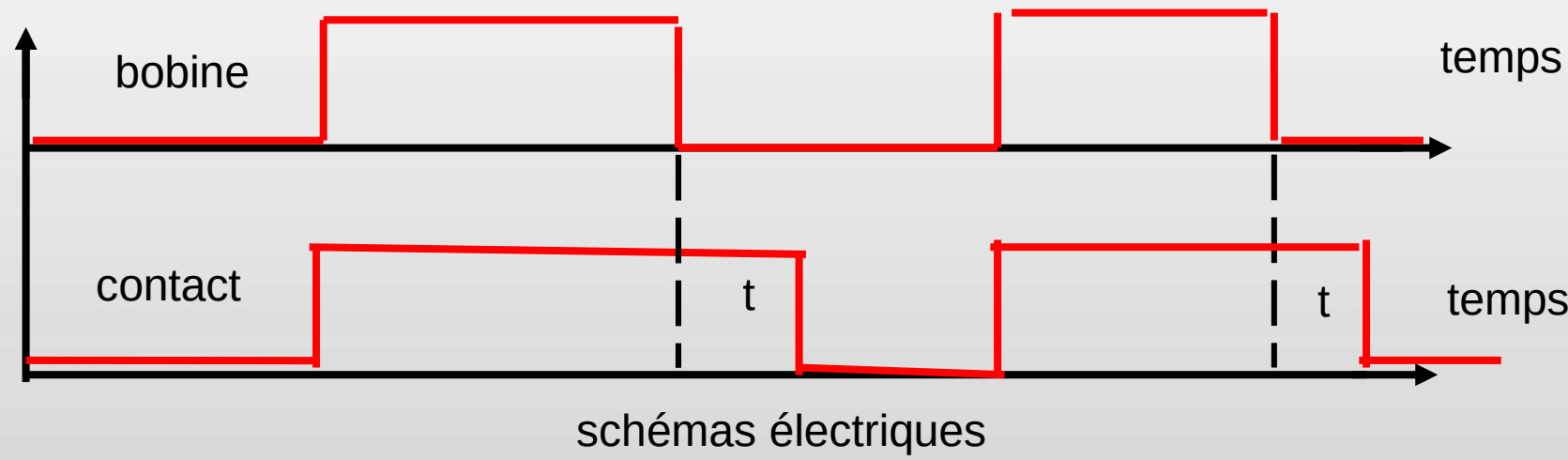
Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à fermeture temporisé à l'ouverture

Ce contact s'ouvre instantanément à l'excitation de la bobine; à sa désexcitation ,il se ferme après une temporisation t



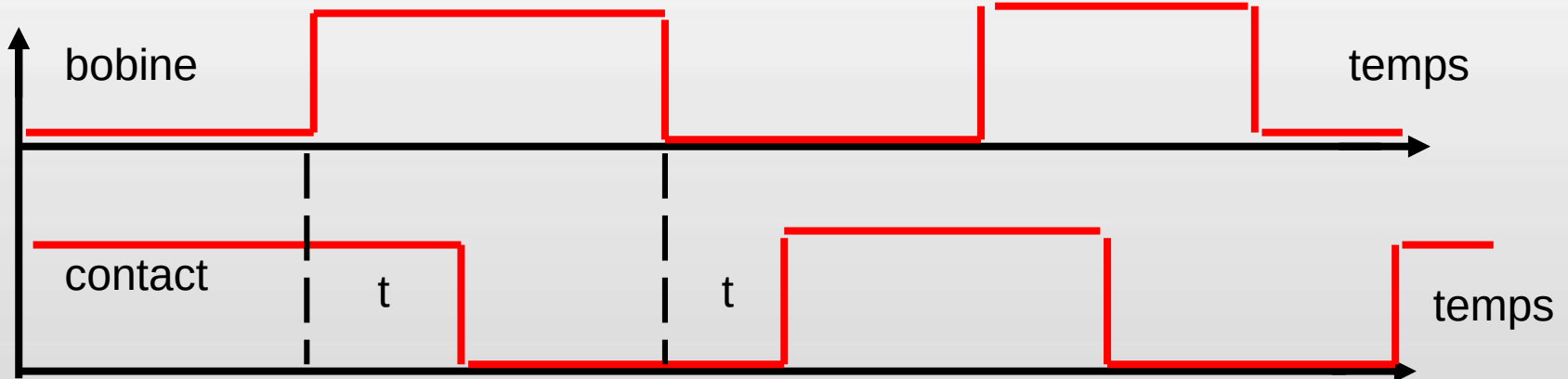
Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à ouverture temporisé à l'ouverture et à la fermeture

Ce contact s'ouvre après une temporisation t par rapport à l'excitation de la bobine et se ferme avec un retard égal à la même Temporisation t après sa désexcitation



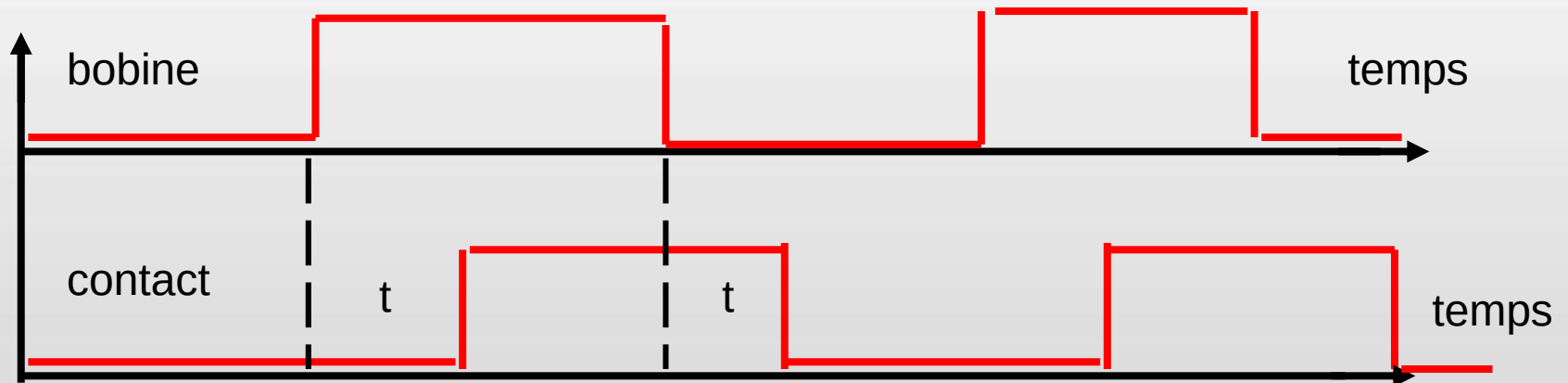
Éléments de commandes et d'automatismes

Temporisateurs (sélecteurs)

Les contacts travaillent en différé par rapport à l'excitation d'une bobine .
On distingue six types de temporisation:

Contact à fermeture temporisé à l'ouverture et à la fermeture

Ce contact s'ouvre après une temporisation t par rapport à l'excitation de la bobine et se ferme avec un retard égal à la même Temporisation t après sa désexcitation



Éléments de commandes et d'automatismes

Les Relais – Relais de fonction

Ce sont des organes d'automatisme et de contrôle .

Généralement, ces relais possèdent une ou plusieurs entrées et une ou plusieurs sortie.

- ❑ Les entrées correspondent aux paramètres à contrôler
- ❑ Les sorties sont des contacts secs ,des TORS ou analogiques permettant l'asservissement et le suivi des paramètres à ontrôler



Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

Présentation

Les capteurs mécaniques de position, appelés aussi interrupteurs de position, sont réalisés à base de microcontacts placés dans un corps de protection et muni d'un système de commande ou tête de commande.



Avantages

- ☐ sécurité de fonctionnement élevée
- ☐ bonne fidélité sur les points d'enclenchement (jusqu'à 0,01 mm)
- ☐ séparation galvanique des circuits
- ☐ tension d'emploi élevée
- ☐ mise en œuvre simple, fonctionnement visualisé
- ☐ grande résistance aux ambiances industrielles

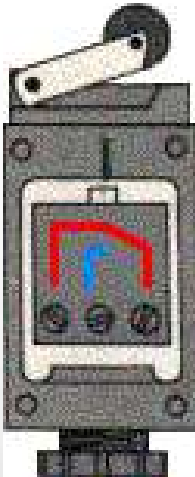


Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

Caractéristiques

C'est un commutateur, commandé par le déplacement d'un organe. Lorsque le corps d'épreuve est actionné, il ouvre ou ferme un contact électrique.



Détections :

tout objet solide

Utilisations:

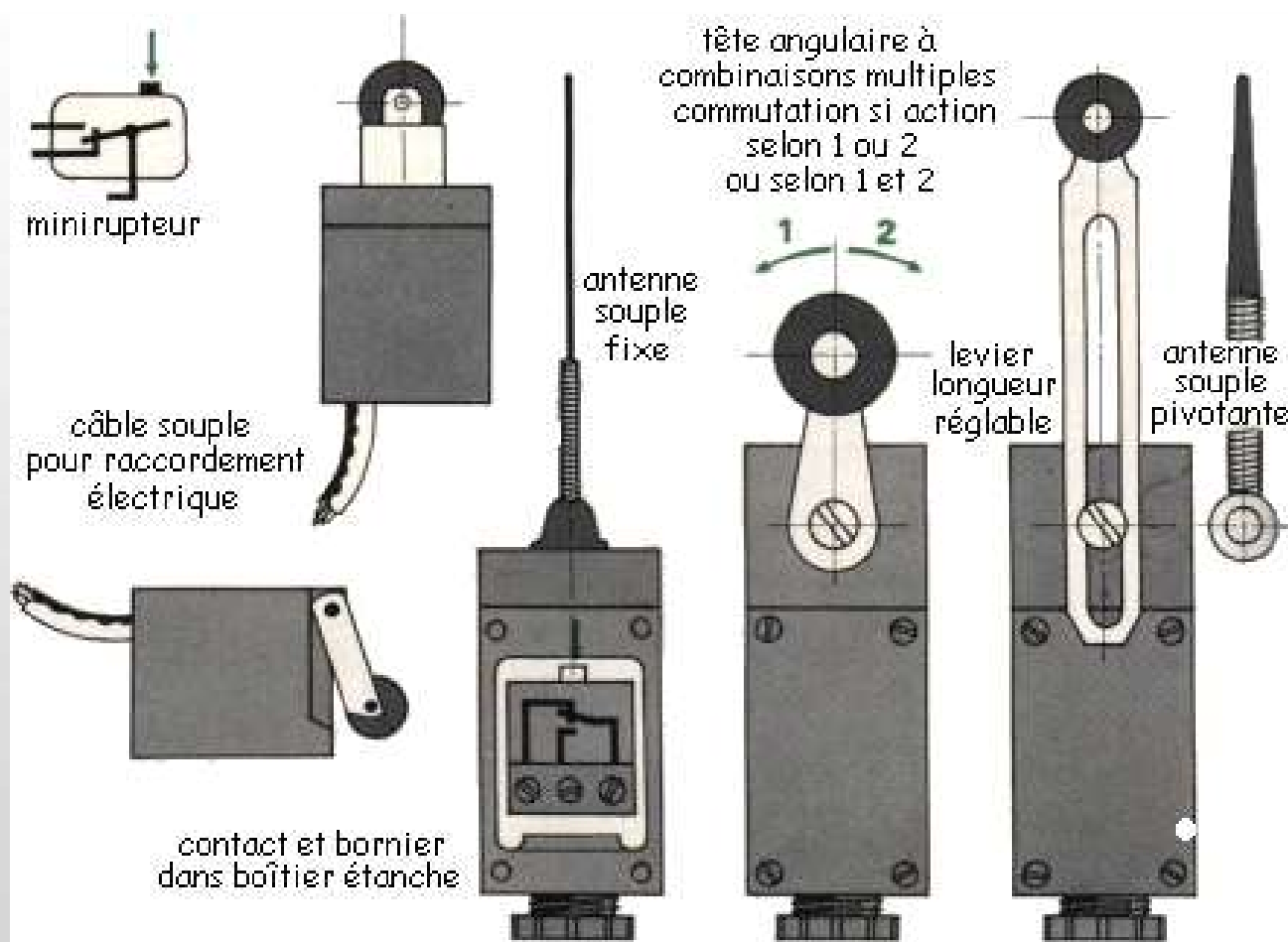
Les plus significatives se rencontrent dans la mécanique et la machine-outil (usinage, manutention, levage), dans l'agro-alimentaire et la chimie (conditionnement, emballage), sur des types d'applications relevant de :

- ☐ la détection de pièces machines (cames, butées, pignons)
- ☐ la détection de balancelles, chariots, wagons
- ☐ la détection directe d'objets.

Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

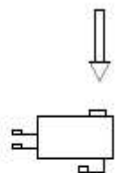
Gamme des interrupteurs de position



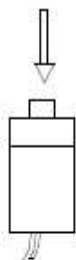
Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

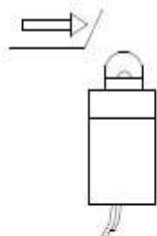
utilisation



Poussoir de côté



Poussoir en bout

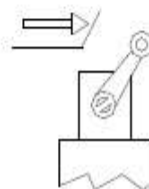


Poussoir à galet

Têtes à mouvement rectiligne



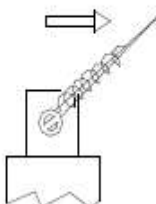
Têtes à levier à galet



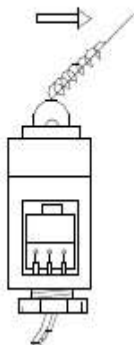
Levier de longueur fixe



Levier de longueur réglable



Tige à ressort



Tête multidirectionnelle

Tête à tige

Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

Choix

Le Choix du corps est déterminé à partir des critères:

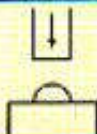
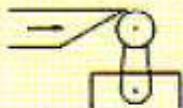
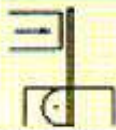
- encombrement,
- fixe ou embrochable,
- métallique (IP65/66/67) ou plastique (IP 65),
- une ou plusieurs entrées de câble,
- contraintes de montage,
- caractéristiques d'environnement (température, humidité,...)

La tête de commande et le dispositif d'attaque sont déterminés à partir de :

- la forme de l'objet,
- la trajectoire de l'objet : frontale, latérale, multidirectionnelle,
- la précision de guidage

Éléments de commandes et d'automatismes

Détecteurs de position:

Caractéristiques de l'application	Tête de commande et dispositif d'attaque conseillés	
Présence de l'objet en butée mécanique		Rectiligne à poussoir
- Came à 30° - Guidage précis <1 mm - Trajectoire linéaire		Rectiligne à levier à galet ou à poussoir à galet
- Came à 30° - Guidage peu précis ~ 5 mm		Angulaire à levier à galet
- Cible à face plane ou cylindrique - Trajectoire linéaire ou angulaire - Guidage imprécis ~10 mm		Angulaire à tige
- Cible de forme quelconque - Trajectoire multidirectionnelle - Guidage > à 10 mm		Multi-directionnel

Éléments de commandes et d'automatismes

Capteurs de proximité inductif:

Présentation

Ce type de capteur est réservée à la détection sans contact d'objets métalliques.



Avantages

- ☐ pas de contact physique avec l'objet détecté : possibilité de détecter des objets fragiles, fraîchement peints
- ☐ pas d'usure, durée de vie indépendante du nombre de manœuvres
- ☐ détecteur statique, pas de pièces en mouvement
- ☐ produit entièrement encapsulé dans la résine (étanche)
- ☐ très bonne tenue à l'environnement industriel (atmosphère polluante)

Éléments de commandes et d'automatismes

Capteurs de proximité inductif:

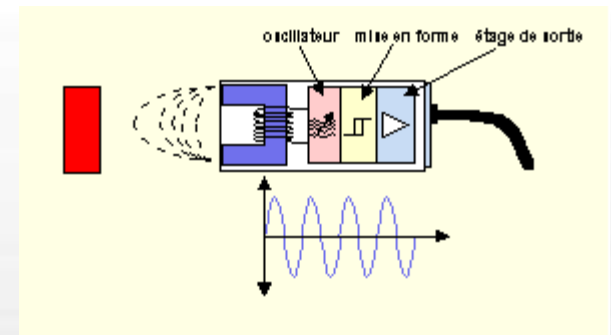


Portée de détection :

- jusqu'à 50mm pour les plus courants
- dépend de l'épaisseur des objets

Détections :

tout objet métallique



Utilisations:

Machine-outil, robotique, chimie fine, agro-alimentaire, domaines d'applications de l'usinage, manutention, assemblage, convoyage

Principe :

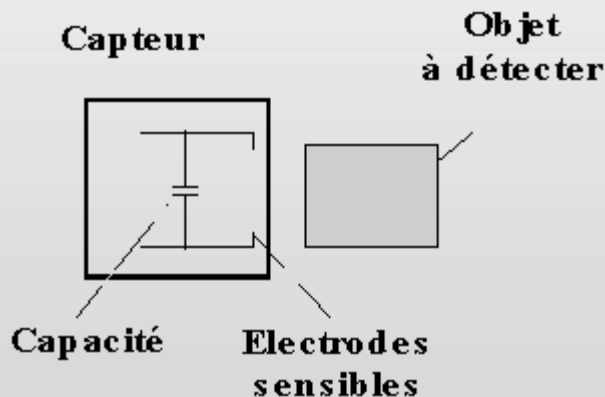
La technologie des détecteurs de proximité inductifs est basée sur la variation d'un champ magnétique à l'approche d'un objet conducteur du courant électrique

Éléments de commandes et d'automatismes

Capteurs de proximité capacitif:

Présentation:

- ❑ Les détecteurs capacitifs présentent l'avantage de pouvoir détecter à courte distance la présence de tous types d'objets (isolants).
- ❑ Lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant la capacité du condensateur



Éléments de commandes et d'automatismes

Les détecteurs photoélectriques

Présentation:

Les cellules photoélectriques permettent de détecter sans contact tous les matériaux opaques (non transparents), conducteurs d'électricité ou non. Ce type de capteurs se compose essentiellement d'un émetteur de lumière associé à un récepteur photosensible.



La détection est effective quand l'objet pénètre dans le faisceau lumineux et elle est réalisée selon deux procédés :

- blocage du faisceau par la cible

- renvoi du faisceau sur le récepteur par la cible

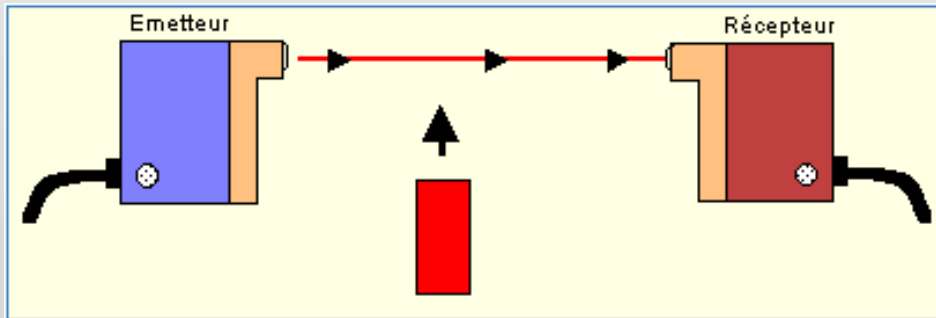
Éléments de commandes et d'automatismes

Les détecteurs photoélectriques

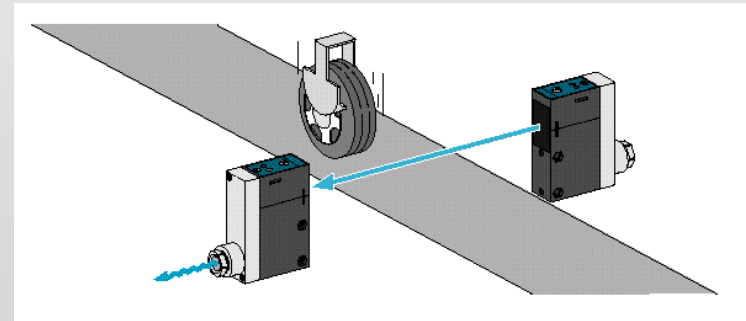
Avantages :

- ❑ pas de contact physique avec l'objet détecté
- ❑ détection d'objets de toutes formes et de matériaux de toutes natures
- ❑ détection à très grande distance
- ❑ Généralement en lumière infrarouge invisible, indépendante des conditions d'environnement

Principe des capteurs de type barrage.:



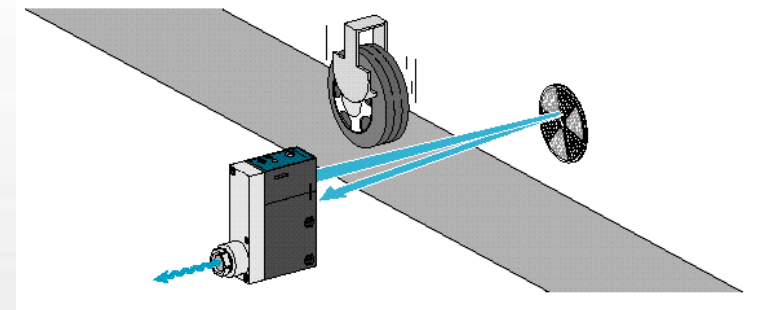
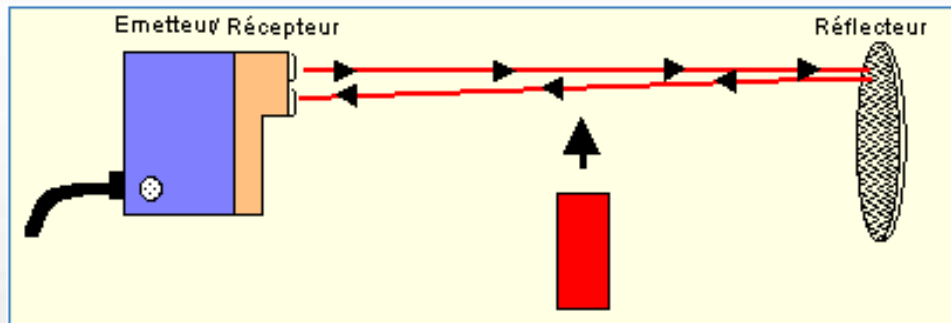
- 2 boîtiers
- portée : 30m
- pas les objets transparents



Éléments de commandes et d'automatismes

Les détecteurs photoélectriques

Principe des capteurs de type Reflex

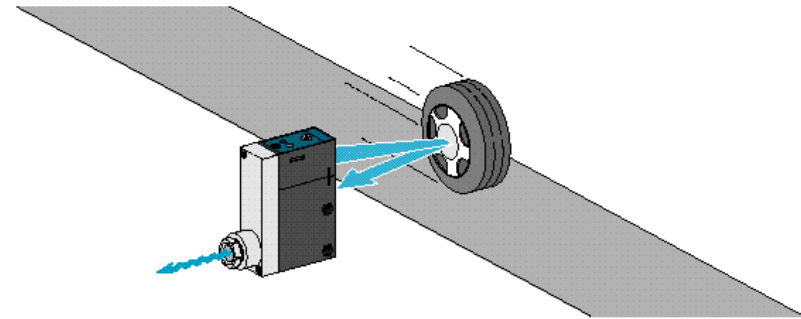
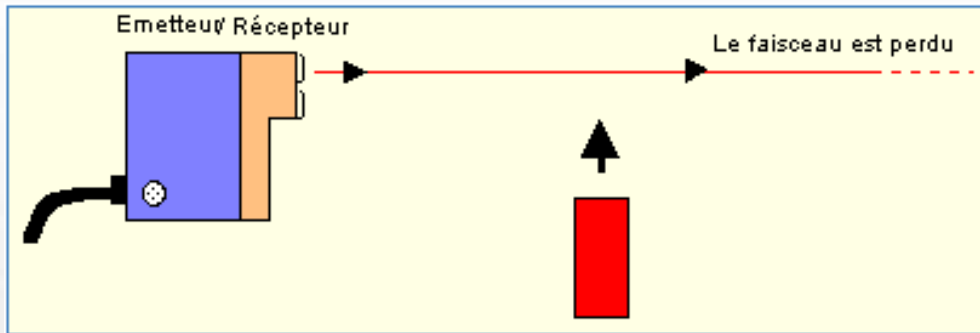


- 1 boîtier
- portée : 15m
- pas les objets transparents et réfléchissants

Éléments de commandes et d'automatismes

Les détecteurs photoélectriques

Principe des capteurs de type Proximité.



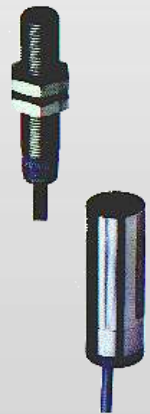
- 1 boîtier
- portée : dépend de la couleur de l'objet (clair mieux détecté)
- pas les objets transparents

Éléments de commandes et d'automatismes

Critères de choix des détecteurs

Parmi les principaux et nombreux facteurs qui interviennent dans le choix d'un détecteur, citons :

- ☐ les conditions d'exploitation, caractérisées par la fréquence de manœuvres, la nature, la masse et la vitesse du mobile à contrôler, la précision et la fidélité exigées
- ☐ l'effort nécessaire pour actionner le contact
- ☐ la nature de l'ambiance, humide, poussiéreuse, corrosive, ainsi que la température
- ☐ le niveau de protection recherché contre les chocs, les projections de liquides
- ☐ le nombre de cycles de manœuvres
- ☐ la nature du circuit électrique
- ☐ le nombre et la nature des contacts
- ☐ la place disponible pour loger, fixer et régler l'appareil



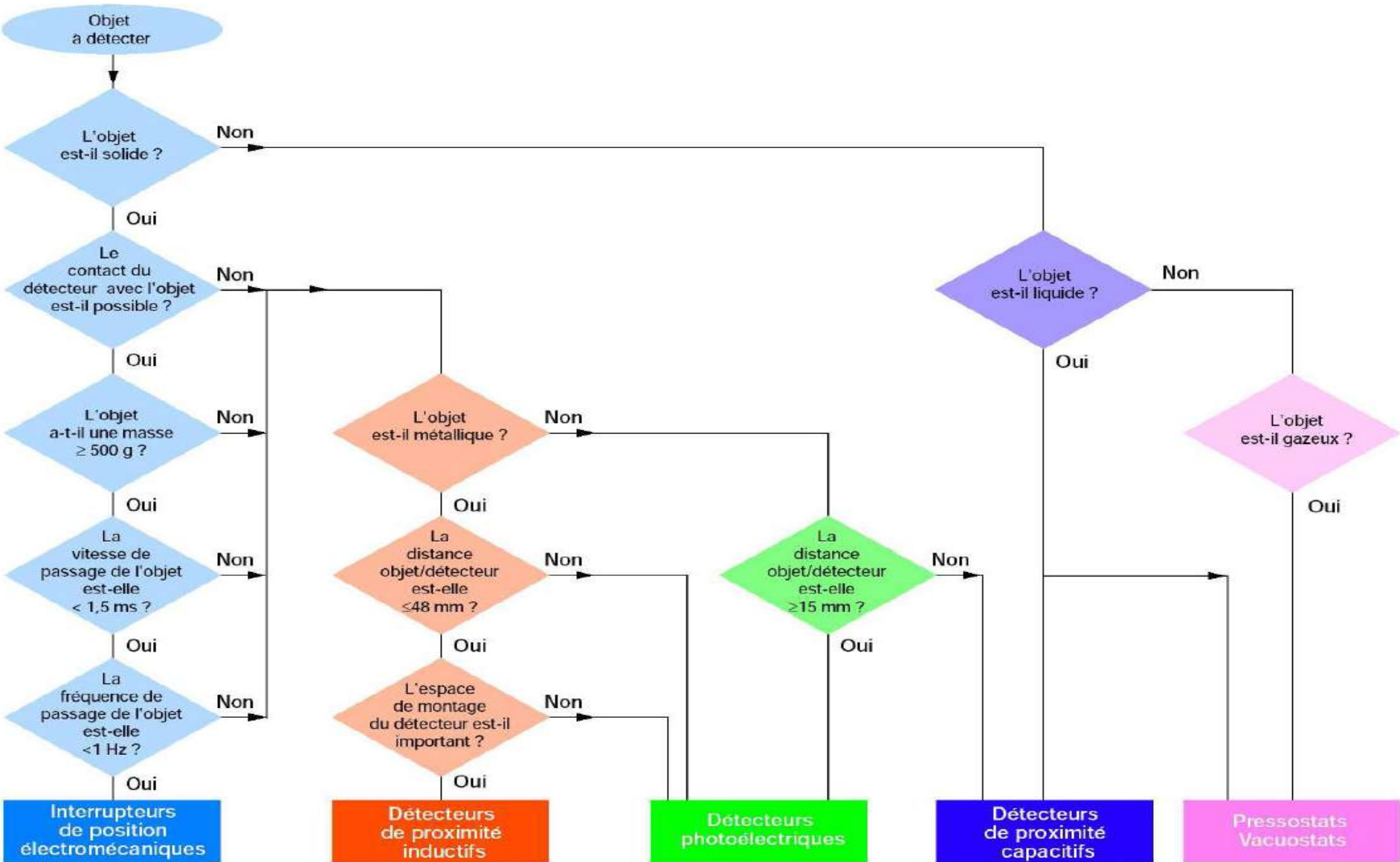
Éléments de commandes et d'automatismes

La démarche d'aide au choix s'établit en deux temps :

Phase 1 : détermination de la famille de détecteurs adaptée à l'application

L'identification de la famille recherchée s'effectue par un jeu de questions/réponses chronologiquement posées, portant sur des critères généraux et fondamentaux s'énonçant en amont de tout choix :

- nature de l'objet à détecter : solide, liquide, pulvérulent, métallique ou non
- contact possible avec l'objet
- distance objet/détecteur
- masse de l'objet,
- vitesse de défilement,
- cadences de manœuvre,
- espace d'intégration du détecteur dans la machine.



Éléments de commandes et d'automatismes

La démarche d'aide au choix s'établit en deux temps :

Phase 2 : détermination du type et de la référence du détecteur recherché :

Cette deuxième phase tient compte de paramètres liés, selon les familles, à :

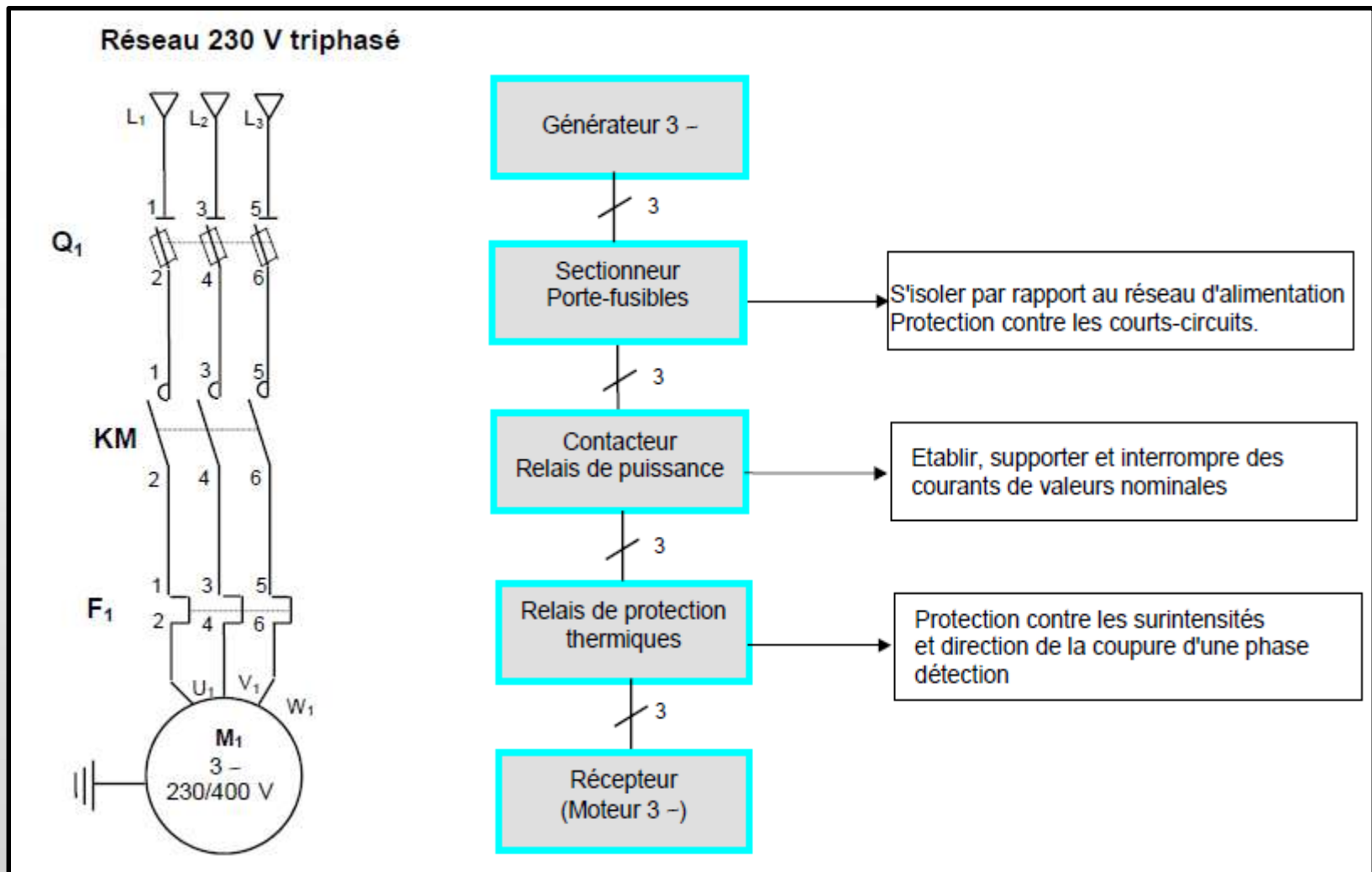
- ☐ l'environnement : température, humidité, poussières, projections diverses,...
- ☐ la source d'alimentation : alternative ou continue,
- ☐ le signal de sortie : électromécanique, statique,
- ☐ le type de raccordement : câble, bornier, connecteur



Schémas Industriels

Schémas Industriels

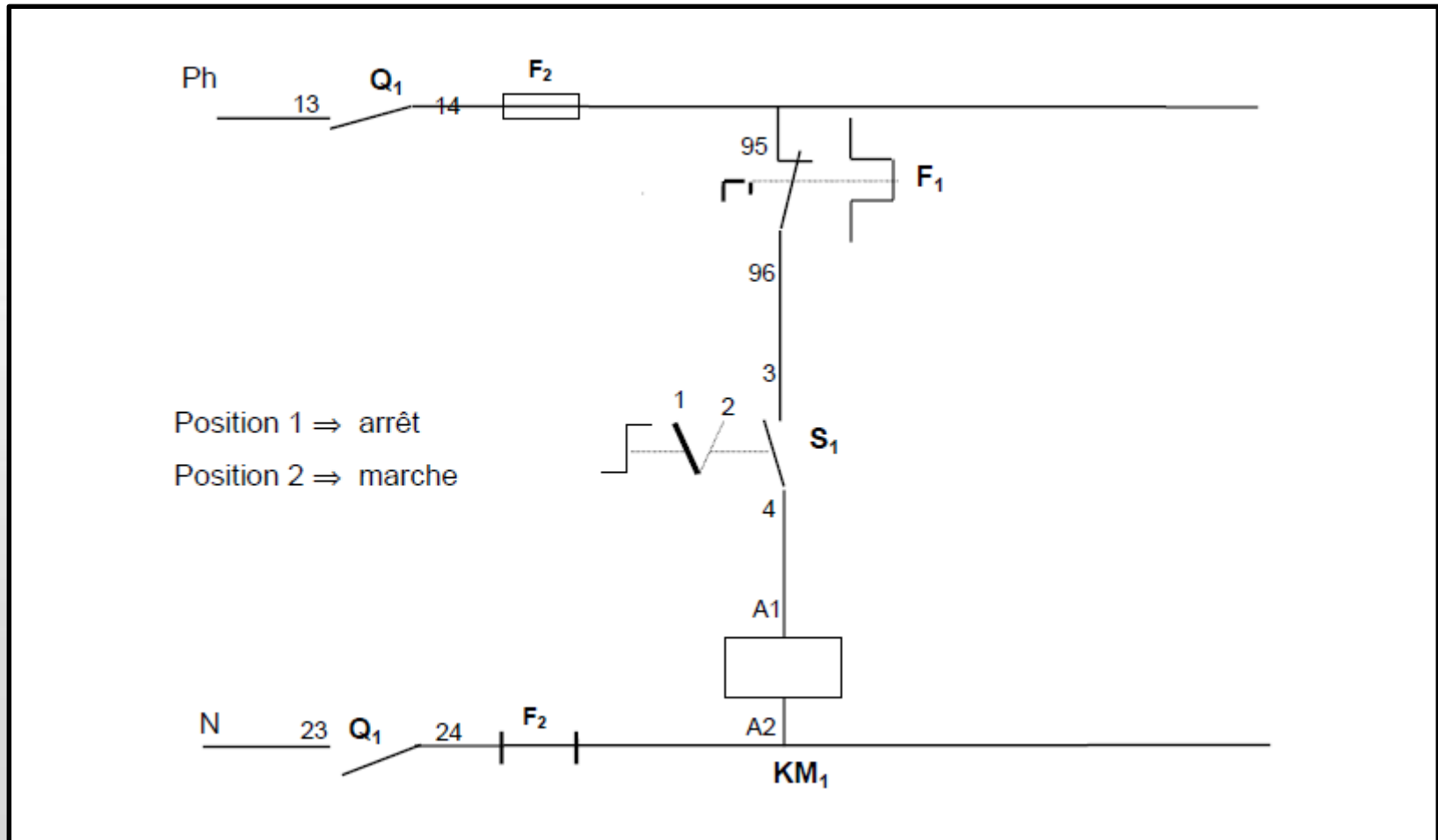
Circuit de puissance



Schémas Industriels

Circuit de commande

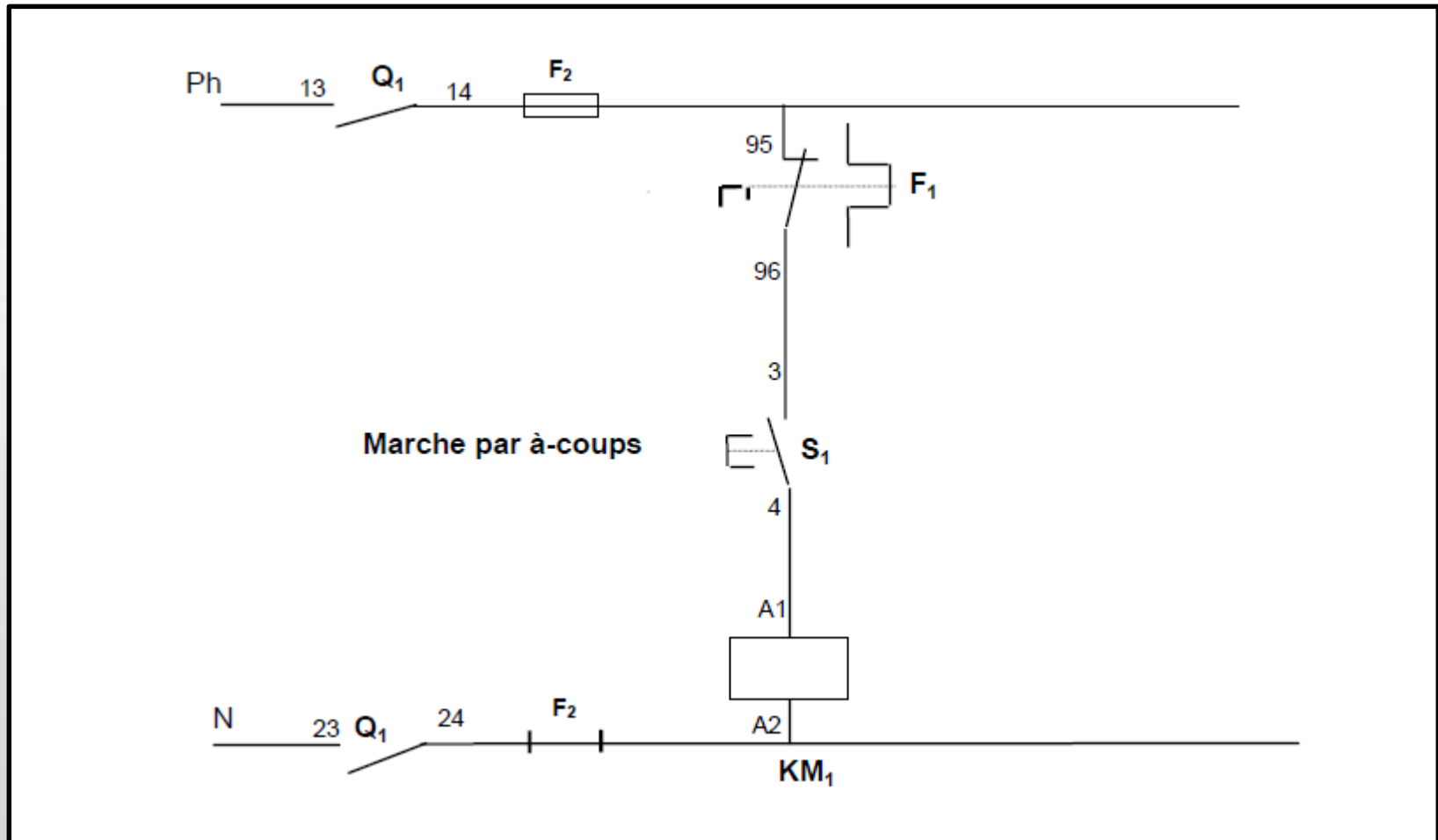
Commande par commutateur deux positions



Schémas Industriels

Circuit de commande

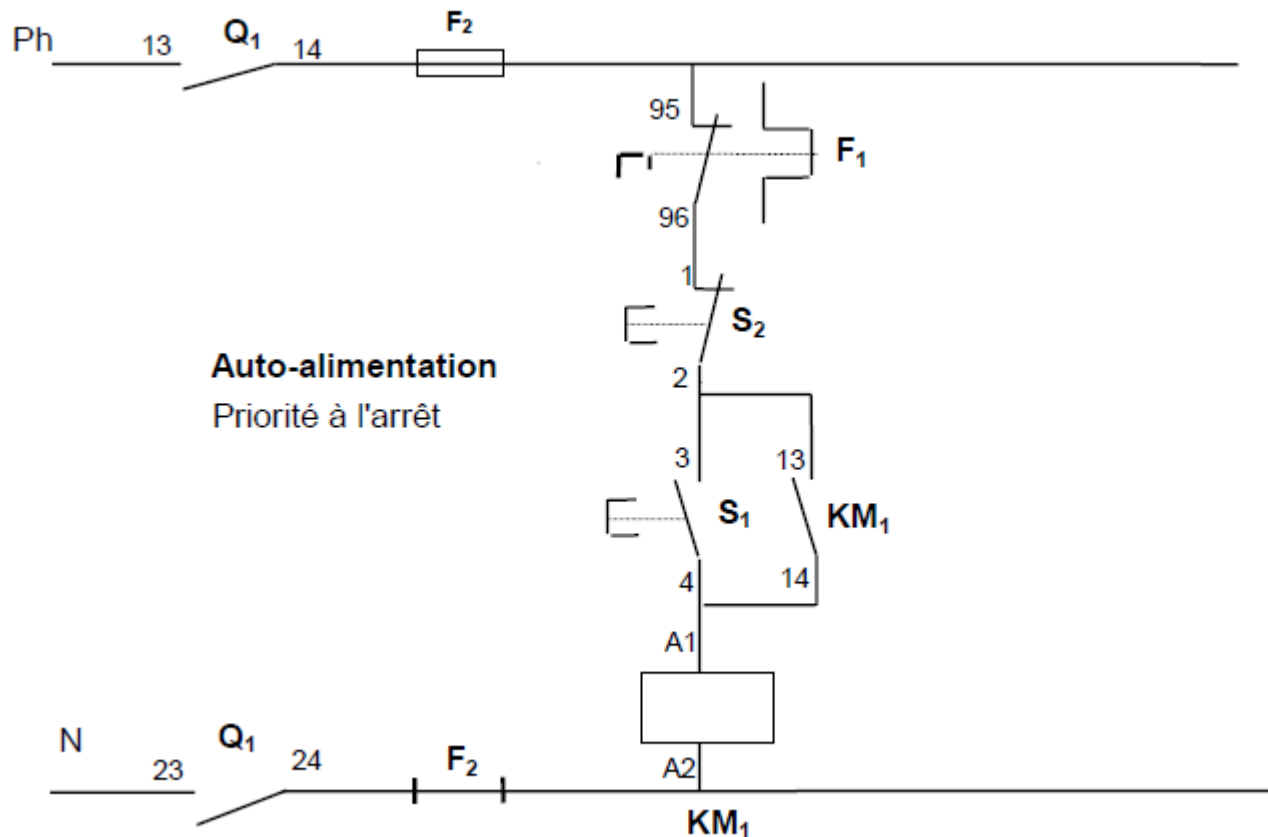
Commande par bouton-poussoir



Schémas Industriels

Circuit de commande

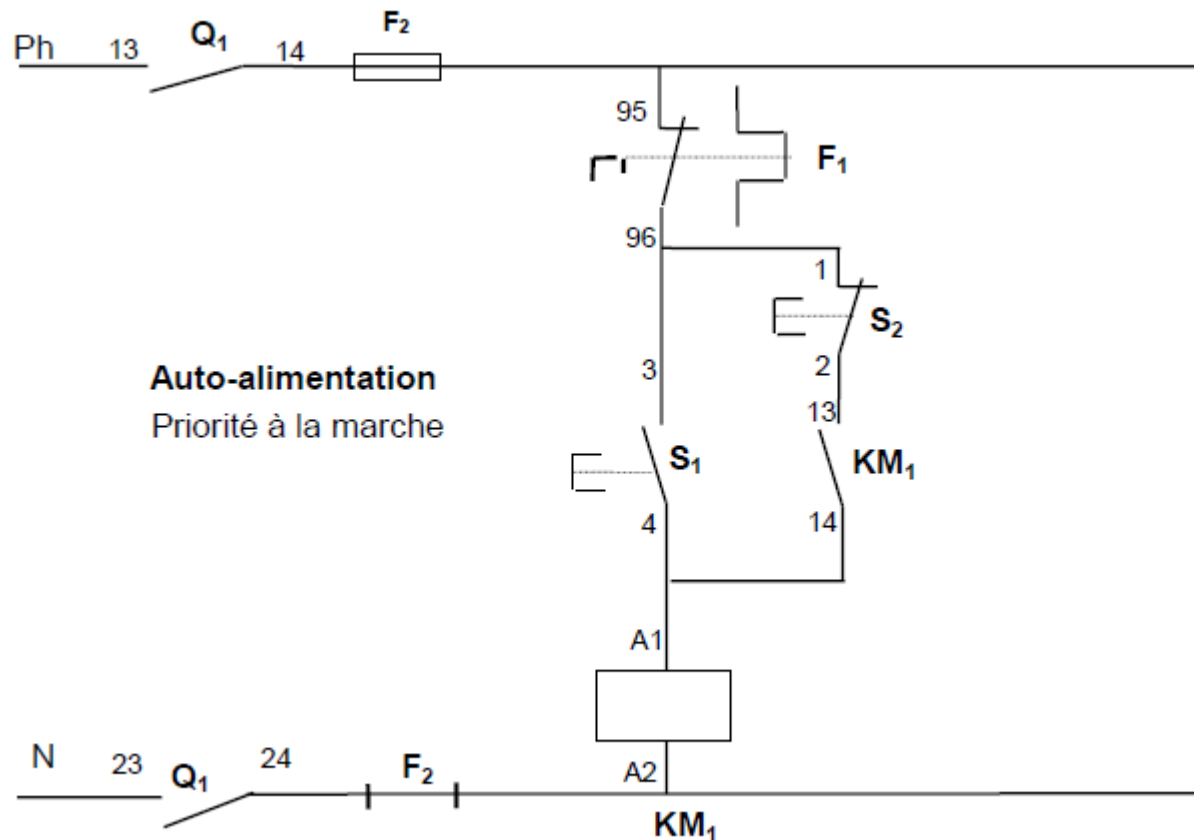
Commande par bouton-poussoir



Schémas Industriels

Circuit de commande

Commande par bouton-poussoir



Schémas Industriels

Circuit de commande

Signalisation

Il est très souvent nécessaire pour que l'opérateur soit renseigné sur l'état de sa machine, de rajouter dans les schémas les signalisation indiquant le bon fonctionnement de la machine, l'arrêt de la machine et un défaut du moteur de la machine

Schémas Industriels

Circuit de commande

Commandes multipostes

Pour gérer correctement un schéma de commande, les accessoires devant provoquer l'arrêt sont toujours connecter en série à l'endroit où il y a un seul fil d'accès pour aller au récepteur. Les accessoires devant provoquer la marche se connecte en parallèle et s'il y a continuité de service, on connecte l'automantien en parallèle sur ces boutons marche

Commandes multipostes

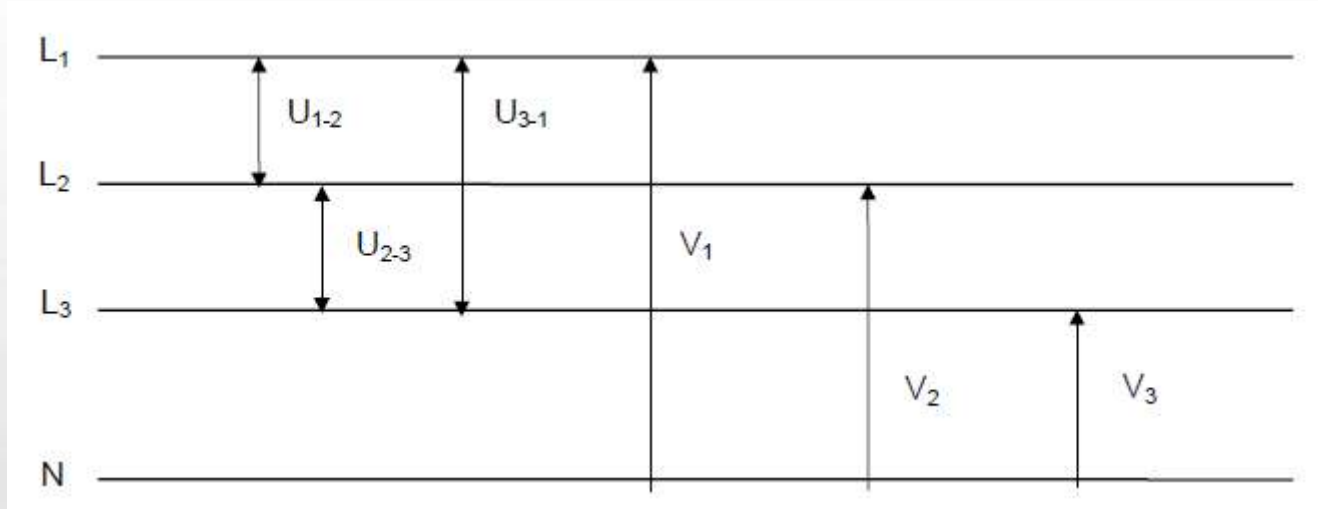


Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Rappel

Réseau triphasé 400V entre phase



- ☐ U = tension composée : 400V
- ☐ V = tension simple : 230V
- ☐ $U = v \sqrt{3}$

Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Récepteur Monophasé

Pour un branchement d'un récepteur monophasé sur le réseau triphasé :

- ❑ On regarde la tension de fonctionnement du récepteur, on recherche sur le réseau triphasé la valeur de la tension simple et de la tension composée.
- ❑ Si la valeur de la tension simple correspond à la valeur du récepteur, on peut alors le brancher entre une phase et le neutre.
- ❑ Si la tension composée correspond à la tension du récepteur, on peut alors le brancher entre 2 phases.

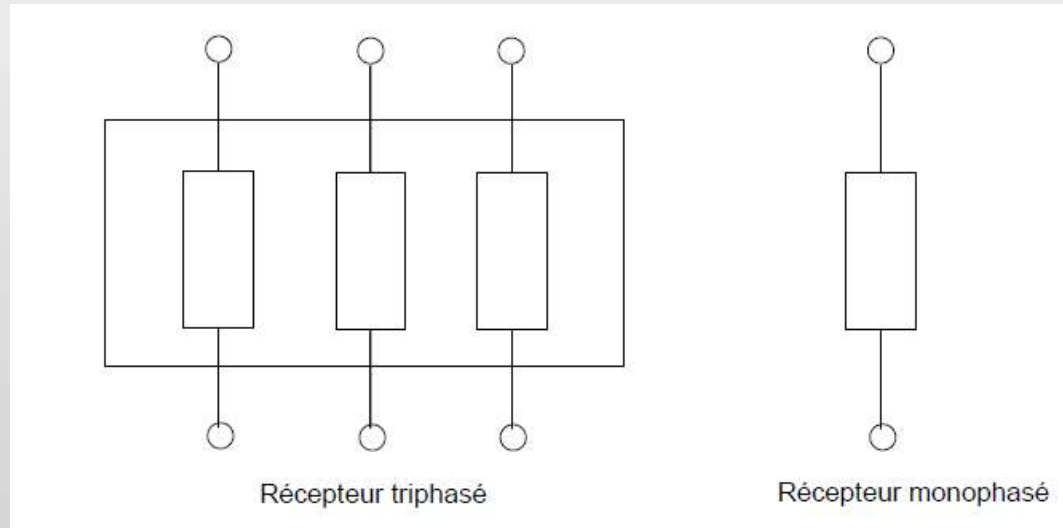
Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Récepteur triphasé

Pour connecter un récepteur triphasé sur un réseau triphasé, il faut connaître la tension de fonctionnement d'un récepteur monophasé composant le récepteur triphasé.

On connecte chaque récepteur monophasé en appliquant la règle vue en monophasé.

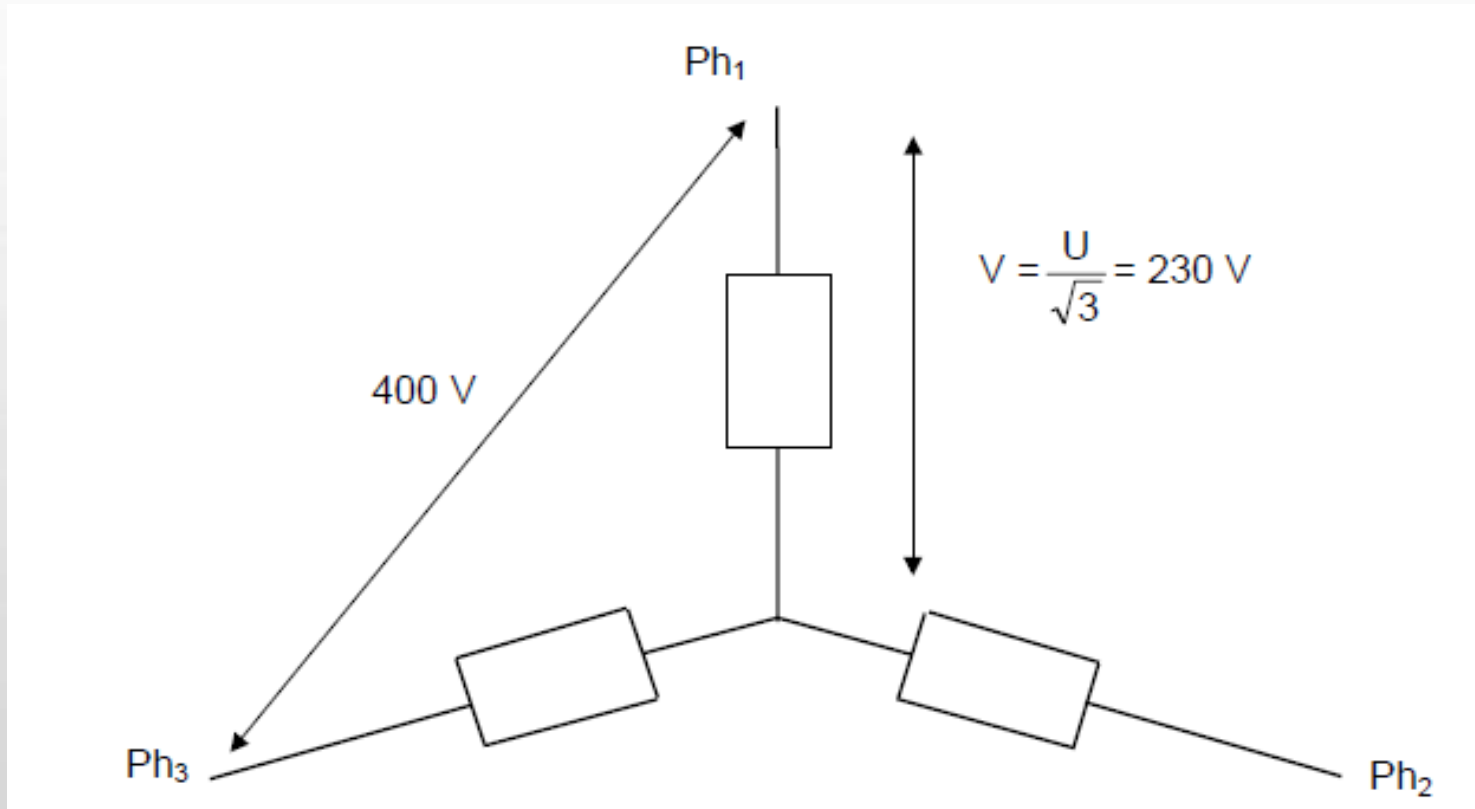


Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Récepteur triphasé

Montage étoile

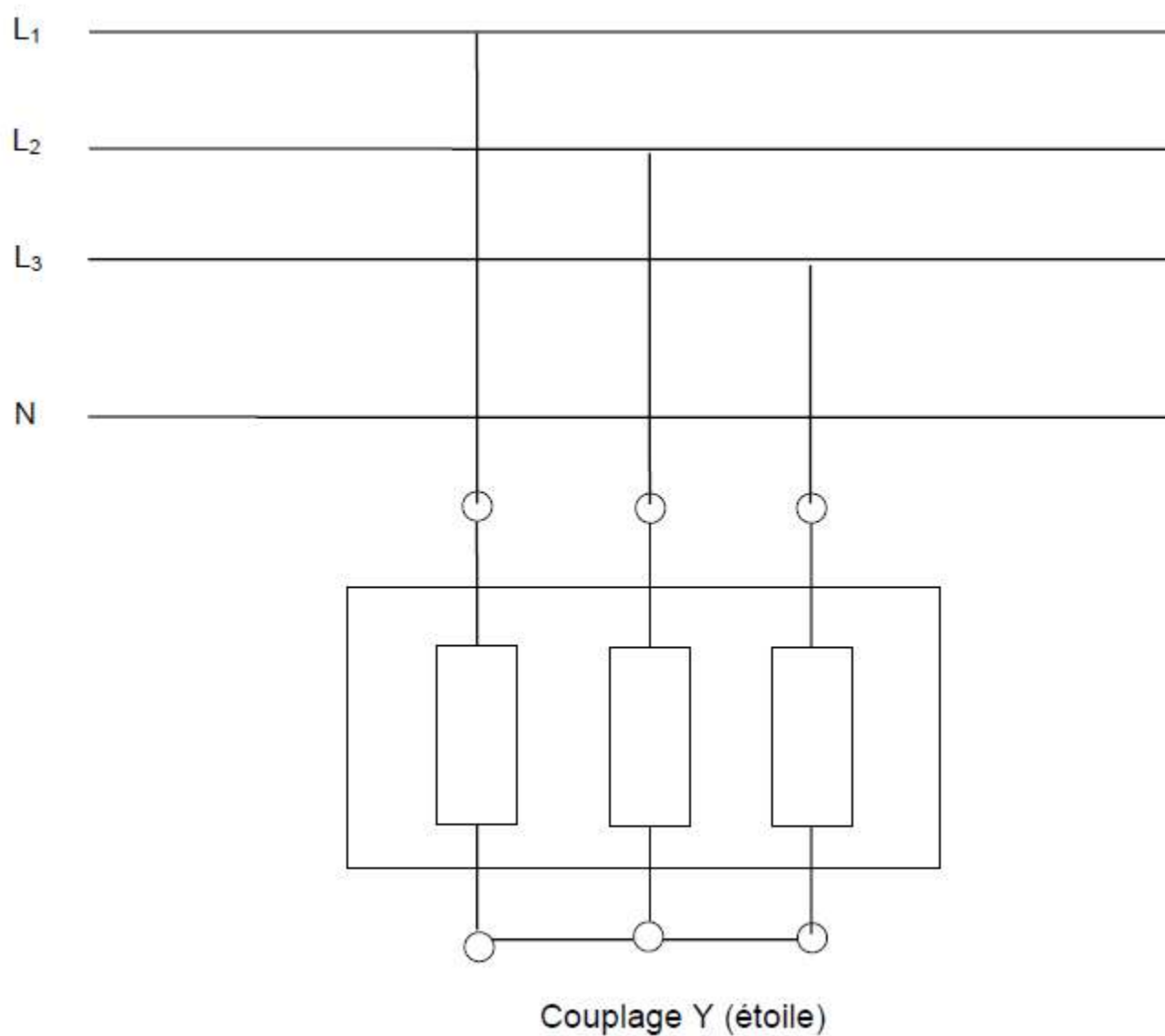


Schémas Industriels

Les récept

Récepteur t

Exemple : ter

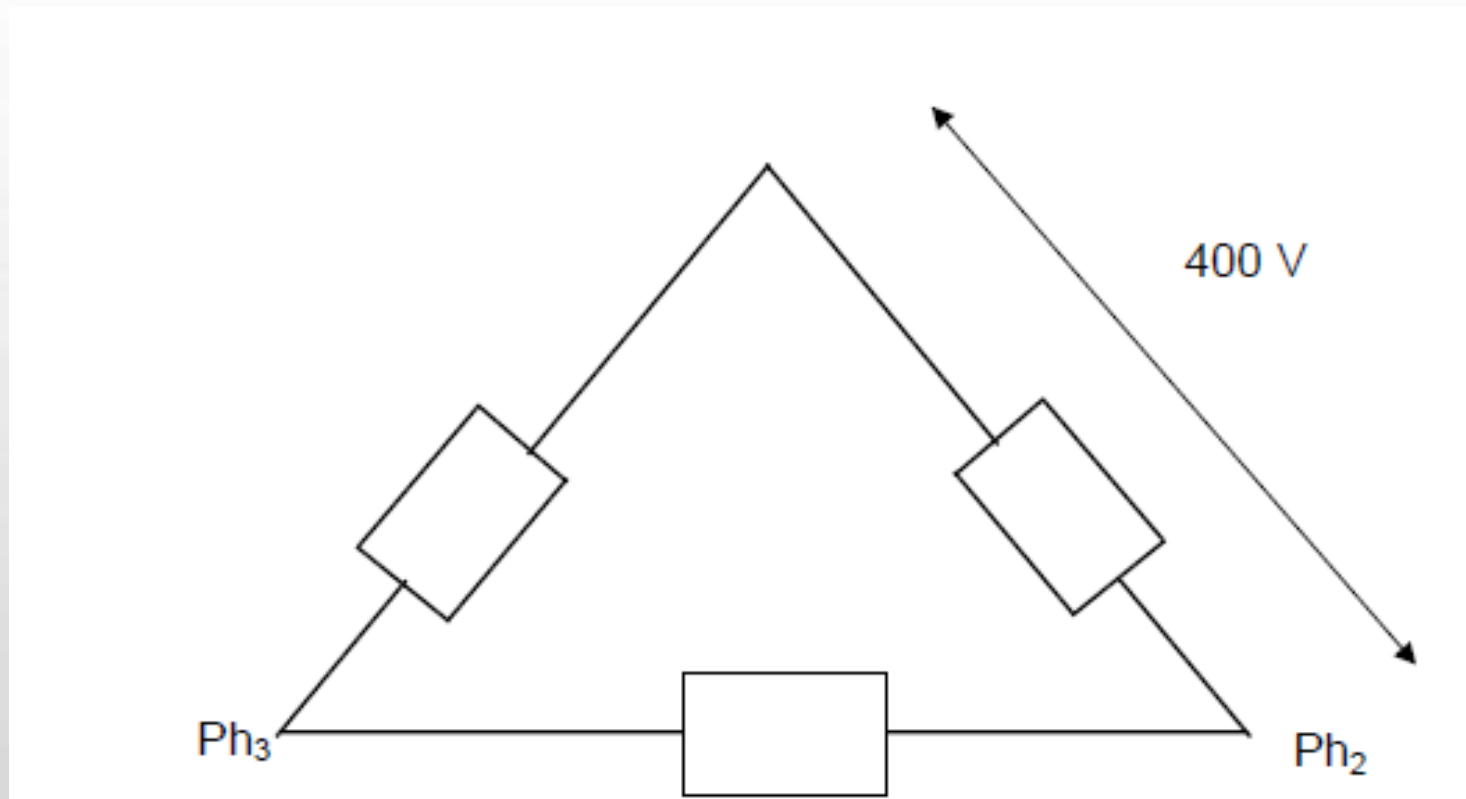


Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Récepteur triphasé

Montage Triangle

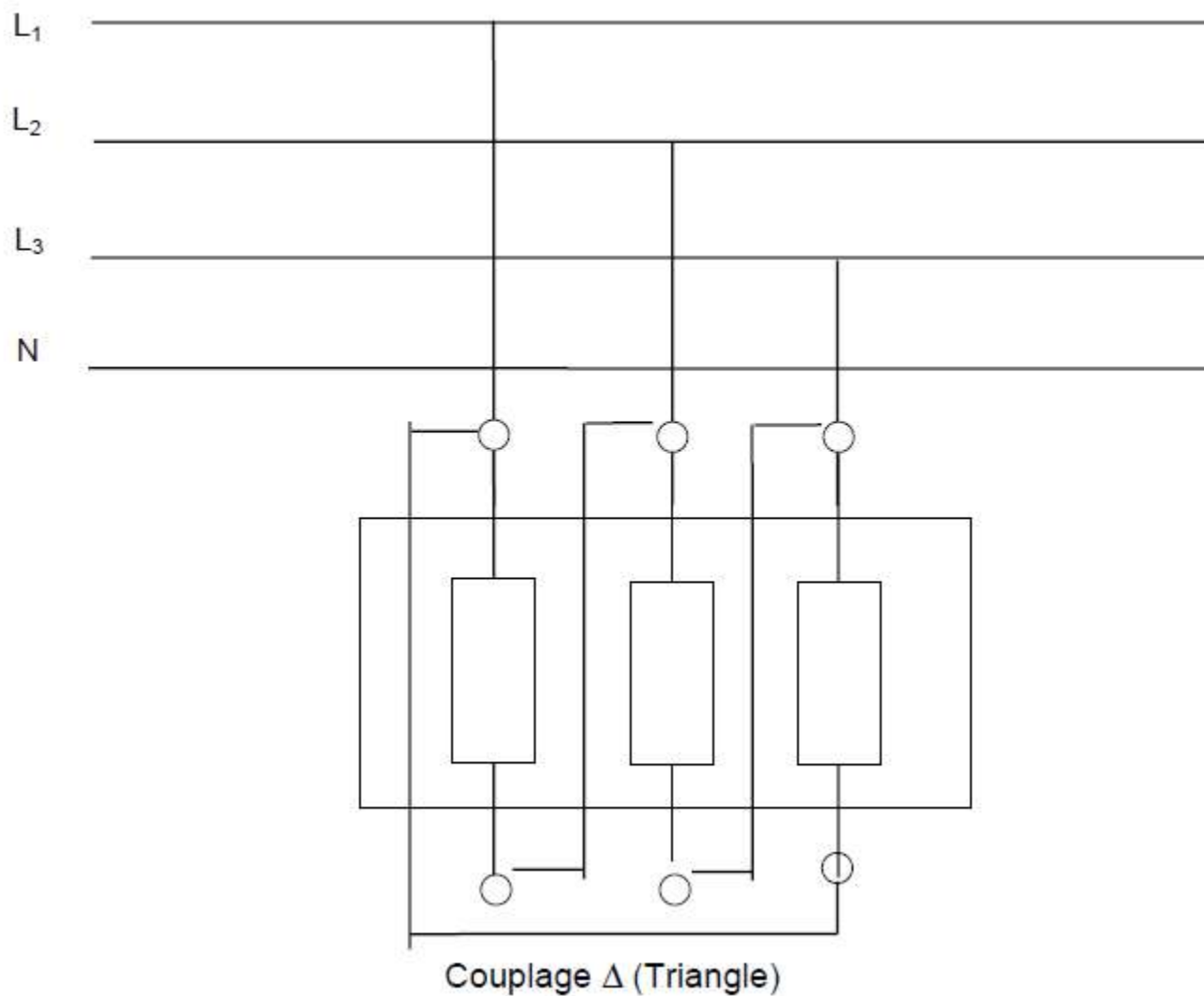


Schémas Industriels

Les récepteurs en trinaré

Récepteur

Exemple : tr



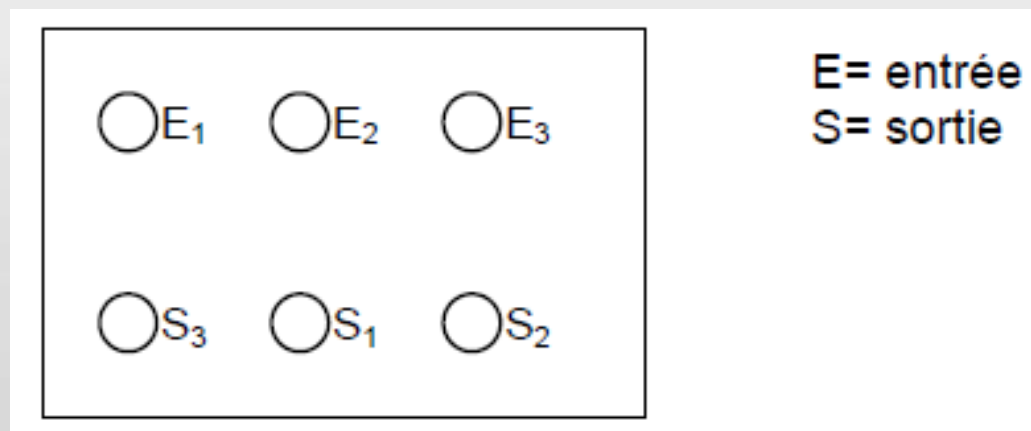
Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Branchement des récepteurs triphasés munis d'une plaque à bornes normalisées

Les constructeurs pour des besoins pratiques disposent les 6 bornes du récepteur triphasé d'une certaine manière.

- ❑ Les entrées des éléments sont côte à côte.
- ❑ Les sorties des éléments sont décalées par rapport aux entrées.
- ❑ Les couplages se feront alors à l'aide de barrettes fournis par le constructeur.

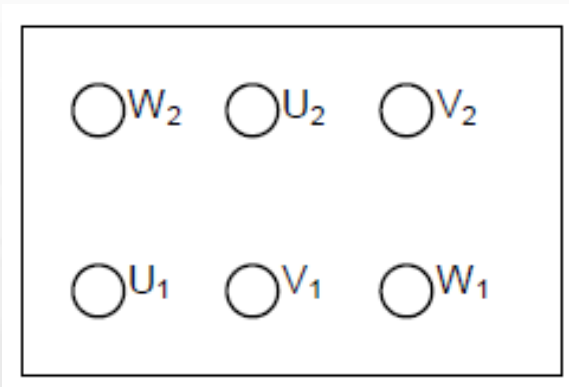


Schémas Industriels

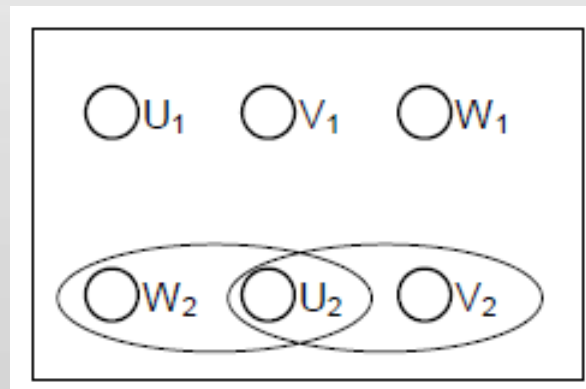
Les récepteurs en triphasé

Branchement des récepteurs triphasés munis d'une plaque à bornes normalisées

Cas particulier de la plaque à bornes d'un moteur triphasé : chaque borne à un nom et un emplacement précis.



Pour un moteur triphasé, le couplage Y devient :

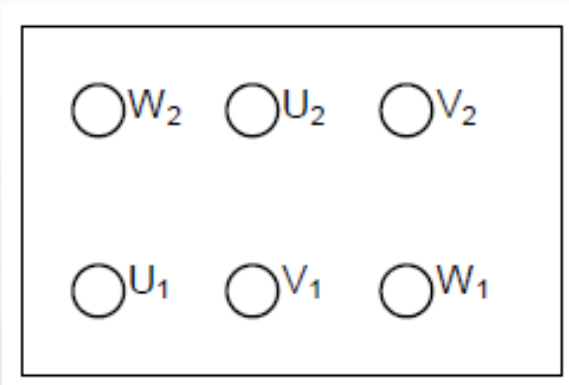


Schémas Industriels

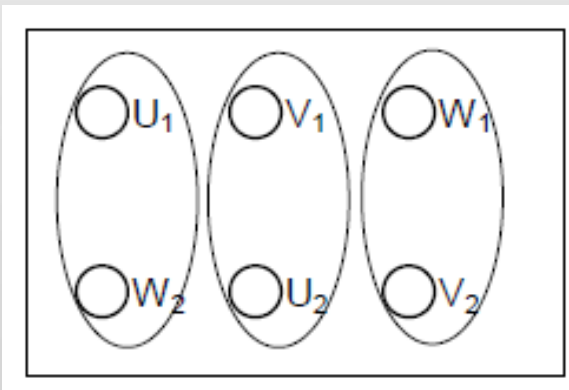
Les récepteurs en triphasé

Branchement des récepteurs triphasés munis d'une plaque à bornes normalisées

Cas particulier de la plaque à bornes d'un moteur triphasé : chaque borne à un nom et un emplacement précis.



Pour un moteur triphasé, le couplage Δ devient :



Schémas Industriels

Les récepteurs en triphasé

Branchement des récepteurs triphasés munis d'une plaque à bornes normalisées

Indications de la plaque à bornes (moteur)	Montage sur la plaque à bornes Démarrage "direct"		
	Réseau 127V entre phases	Réseau 220V entre phases	Réseau 380V entre phases
127/220V			
220/380V			
380/650V			



DEMARRAGES MOTEURS

Démarrages moteurs

Pourquoi ?

Généralités

Le moteur asynchrone d'induction possède un fort couple au démarrage, qui consomme dix fois son intensité nominale.

Cela crée des chutes de tensions en lignes pouvant empêcher le moteur de démarrer.

Echauffement anormal des conducteurs.

Mécaniquement le système mécanique entraîné ne supporte pas le choc de démarrage.

Démarrages moteurs

Pourquoi ?

But

Il existe différentes solutions pour réduire cette intensité de démarrage, les unes électromécaniques et les autres électroniques.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Conditions à remplir

Le couplage triangle doit correspondre à la tension du réseau.

Le démarrage doit se faire en deux temps :

- ☐ Premier temps : couplage des enroulements en étoile et mise sous tension.
- ☐ Deuxième temps : suppression du couplage étoile, immédiatement suivi du couplage triangle.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Conditions à remplir

Ce procédé ne peut s'appliquer qu'aux moteurs dont toutes les extrémités d'enroulement sont sorties sur la plaque à bornes et dont le couplage triangle correspond à la tension du réseau.

	RESEAU 220 V	RESEAU 380 V	RESEAU 660 V
MOTEUR 127/220 V	Impossible	Impossible	Impossible
MOTEUR 220/380 V	Couplage Y/ Δ	Impossible	Impossible
MOTEUR 380/660 V	Impossible	Couplage Y/ Δ	Impossible

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Analyse du fonctionnement au démarrage

Démarrage couplage étoile

La tension appliquée sur une phase est réduite, soit $U/3$.

- ☐ L'intensité absorbée (proportionnelle à la tension appliquée) est le $1/3$ de celle qu'absorberait le moteur s'il démarrait directement en triangle.
- ☐ Le couple au démarrage (proportionnelle au carré de la tension) et le couple maximum en étoile sont ramenés au $1/3$ des valeurs obtenues en démarrage direct.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Analyse du fonctionnement au démarrage

Transition

Passage étoile triangle. Le temps de passage entre les deux couplages doit être très bref.

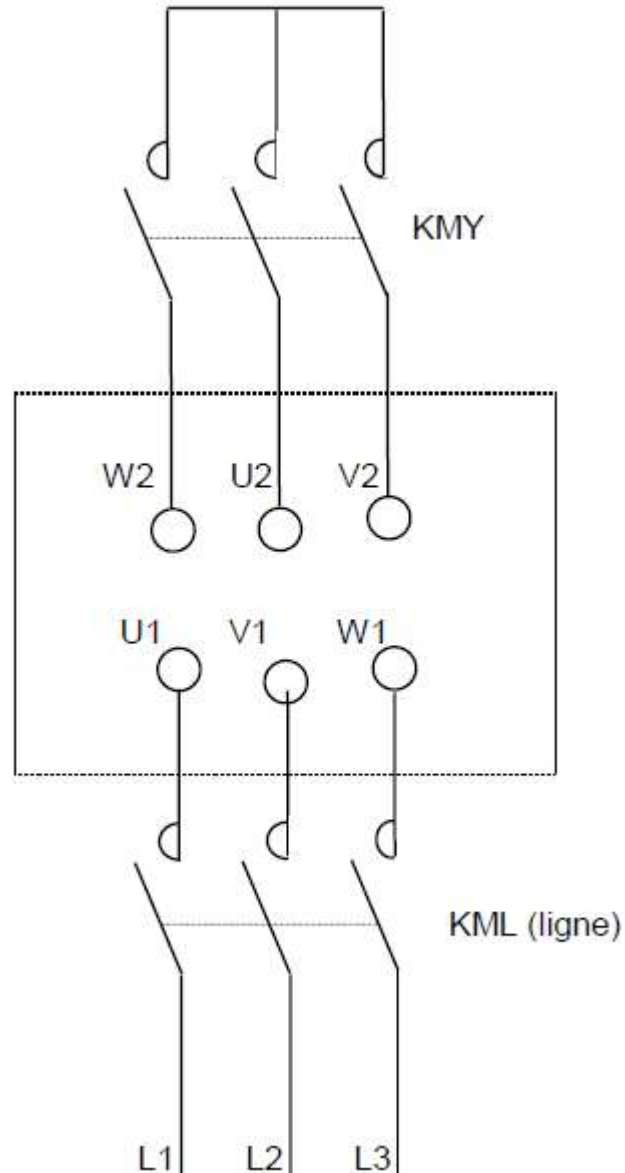
Couplage triangle

- Un deuxième appel de courant se manifeste ; il est fonction de la durée du couplage étoile et peut atteindre la valeur de pointe en démarrage direct. Cette pointe de courte durée provient de ce que les forces électromotrices qui subsistent au stator lors du couplage triangle ne sont pas en opposition de phase avec les tensions de ligne.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

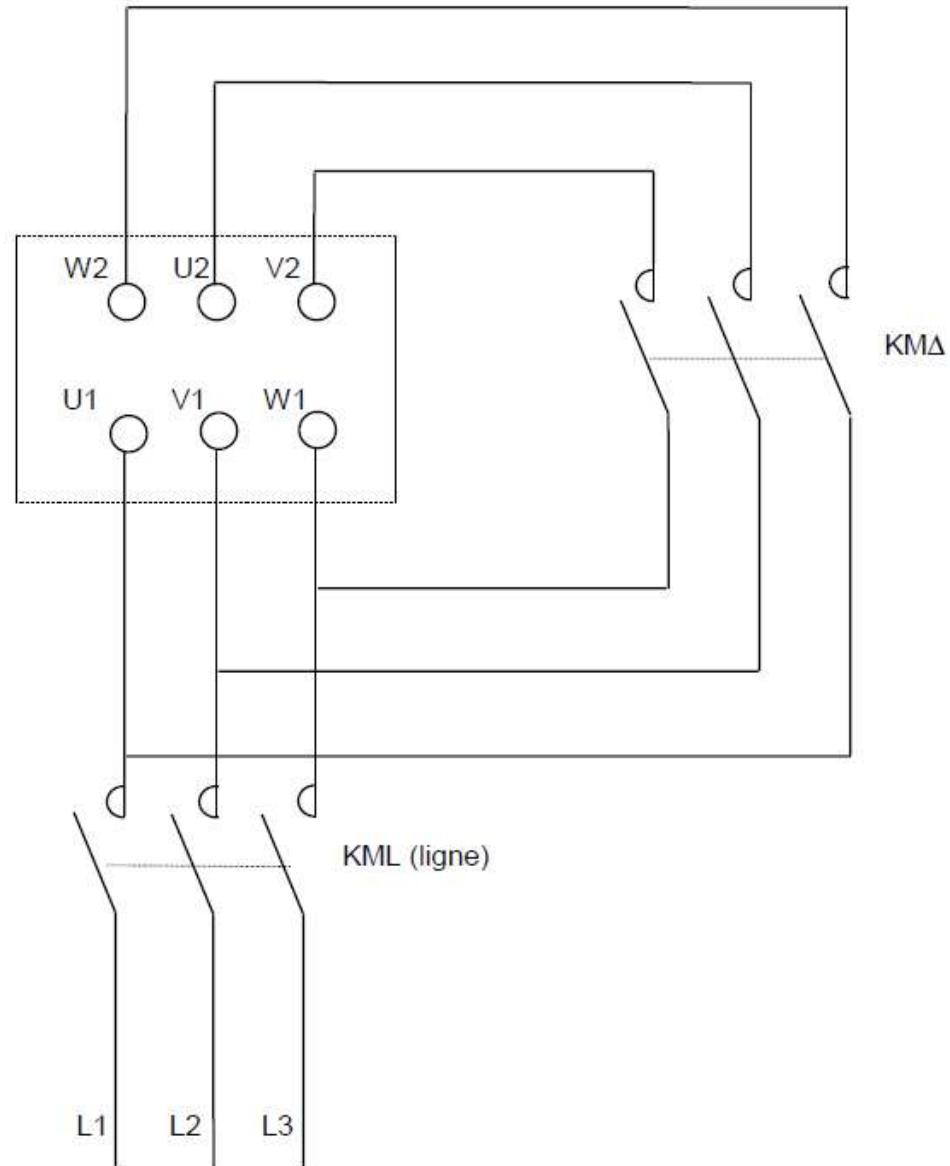
1er temps :



Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

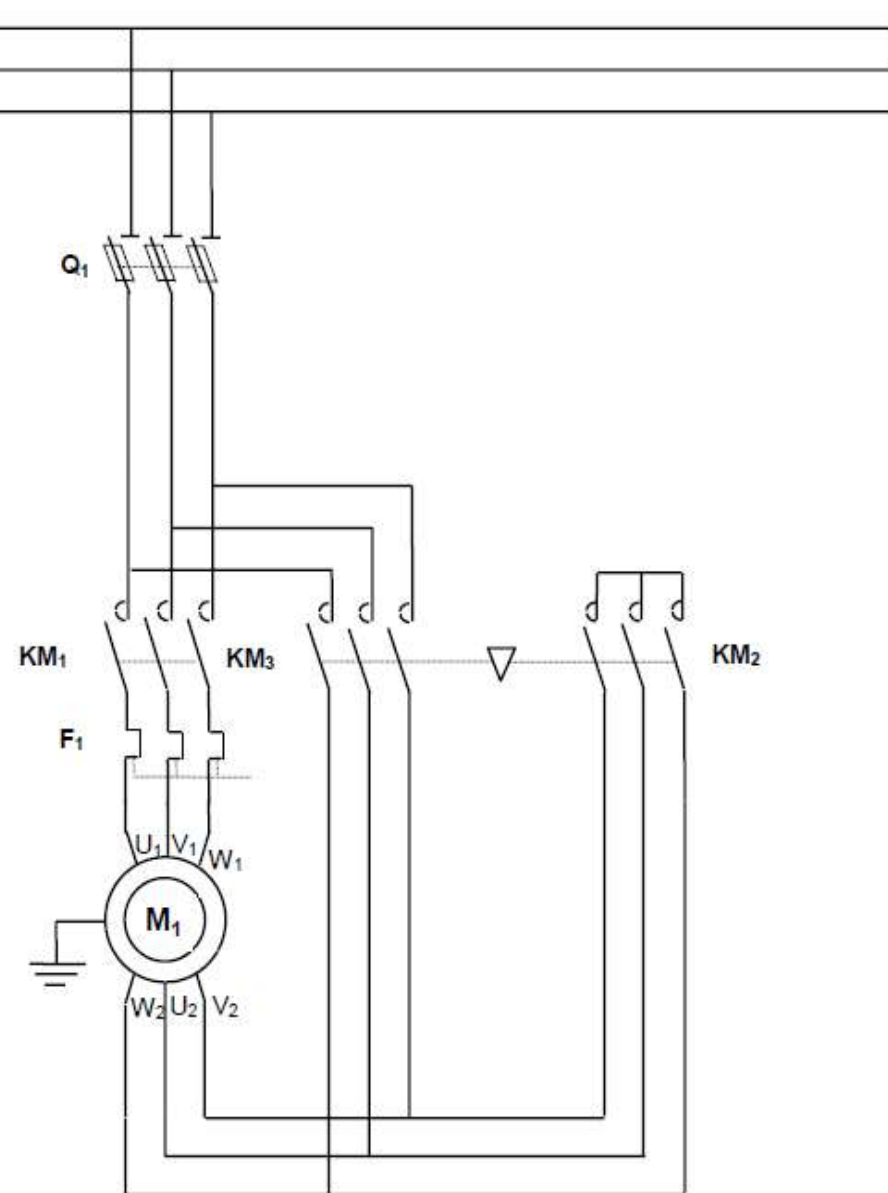
2^{ème} temps :



Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

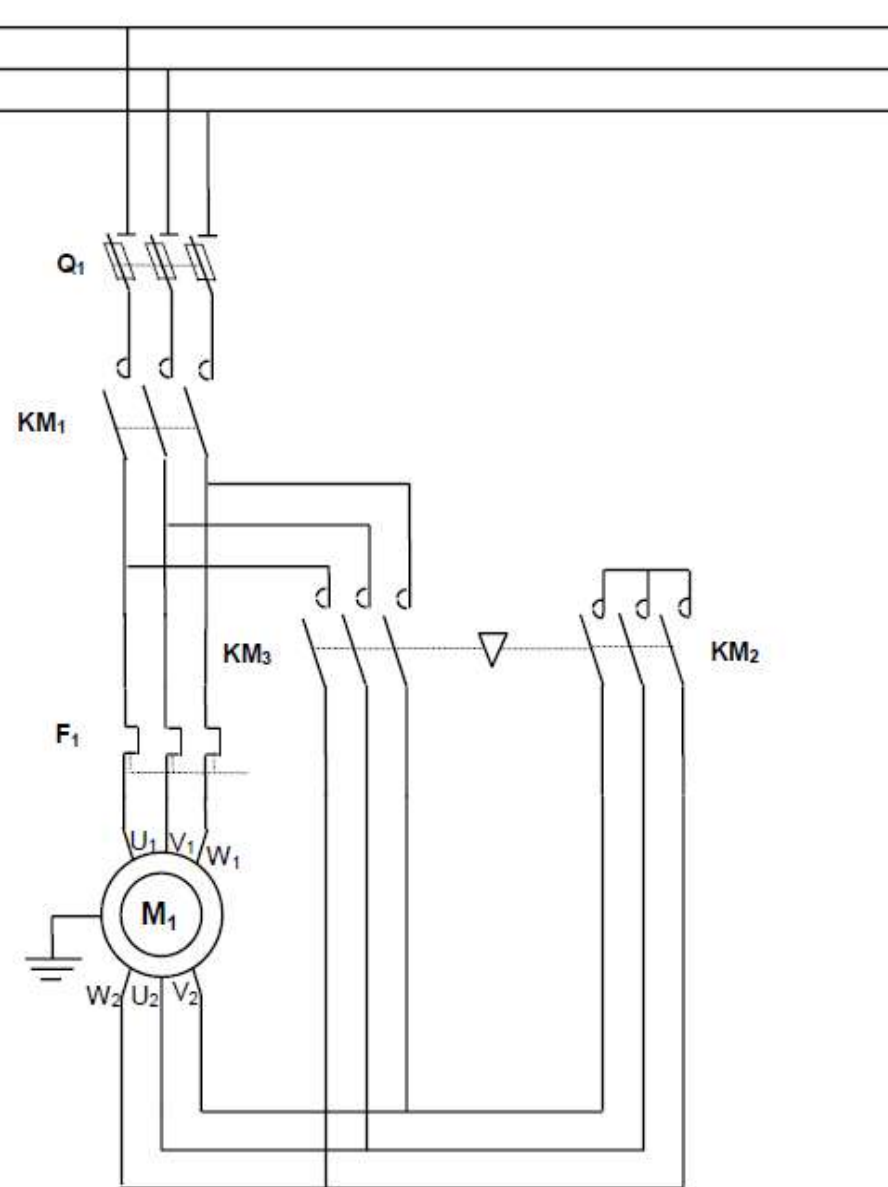
Schéma de puissance :



Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Schéma de puissance :



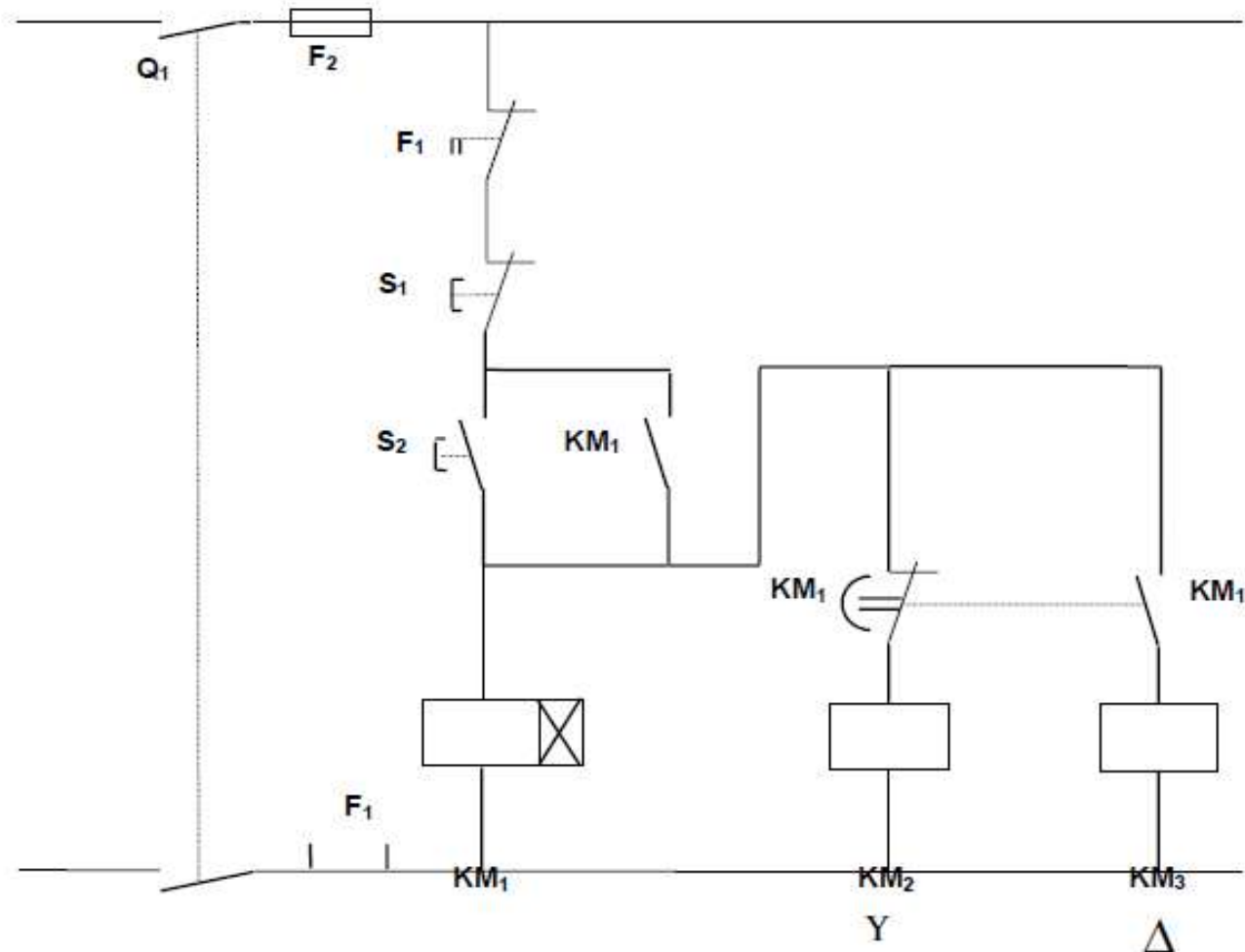
Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Schémas de commande :

Avantage : montage simple - branchement facile.

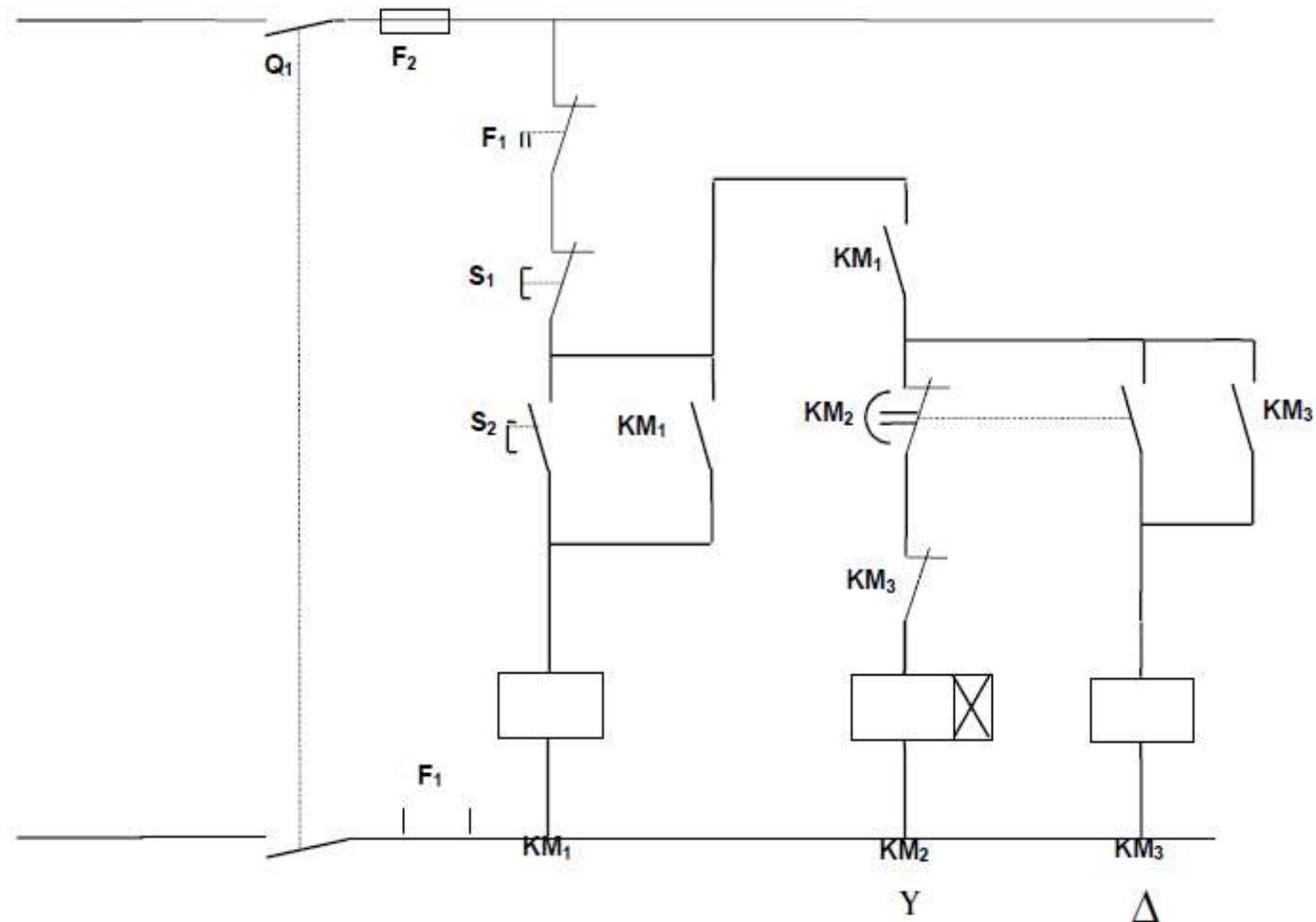
Inconvénient : peut éventuellement démarrer directement en Δ .



Démarrage Y/ Δ

Avantage : ne peut pas passer en triangle sans être passé en étoile.

Inconvénient : schéma un peu plus compliqué et risque d'aléa technologie



Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Schémas de commande :

En général, un aléa est un événement qui peut arriver aléatoirement et n'est pas souvent pris en considération dans un schéma mais qui peut surgir en pratique.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Schémas de commande :

Au niveau de ce schéma, ce risque existe au niveau du contact à ouverture temporisé et de l'autre contact à fermeture, on suppose théoriquement qu'ils vont commuter en même temps (contact à gauche s'ouvre et celui de la droite se ferme), mais en pratique, les cas suivants peuvent arriver:

1- contact à droite se ferme avant que celui de gauche s'ouvre, dans ce cas les deux contacteurs étoile et triangle sont activés (seul le verrouillage mécanique dans ce cas évitera le court circuit le temps que le contact de gauche s'ouvre)

2- contact de gauche s'ouvre avant que le contact de droite se ferme: dans cette situation les enroulements du moteur ne sont plus alimentés (pas d'étoile et pas de triangle), mais c'est juste pendant quelques millisecondes, le temps que le contact de droite se ferme

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Schémas de commande :

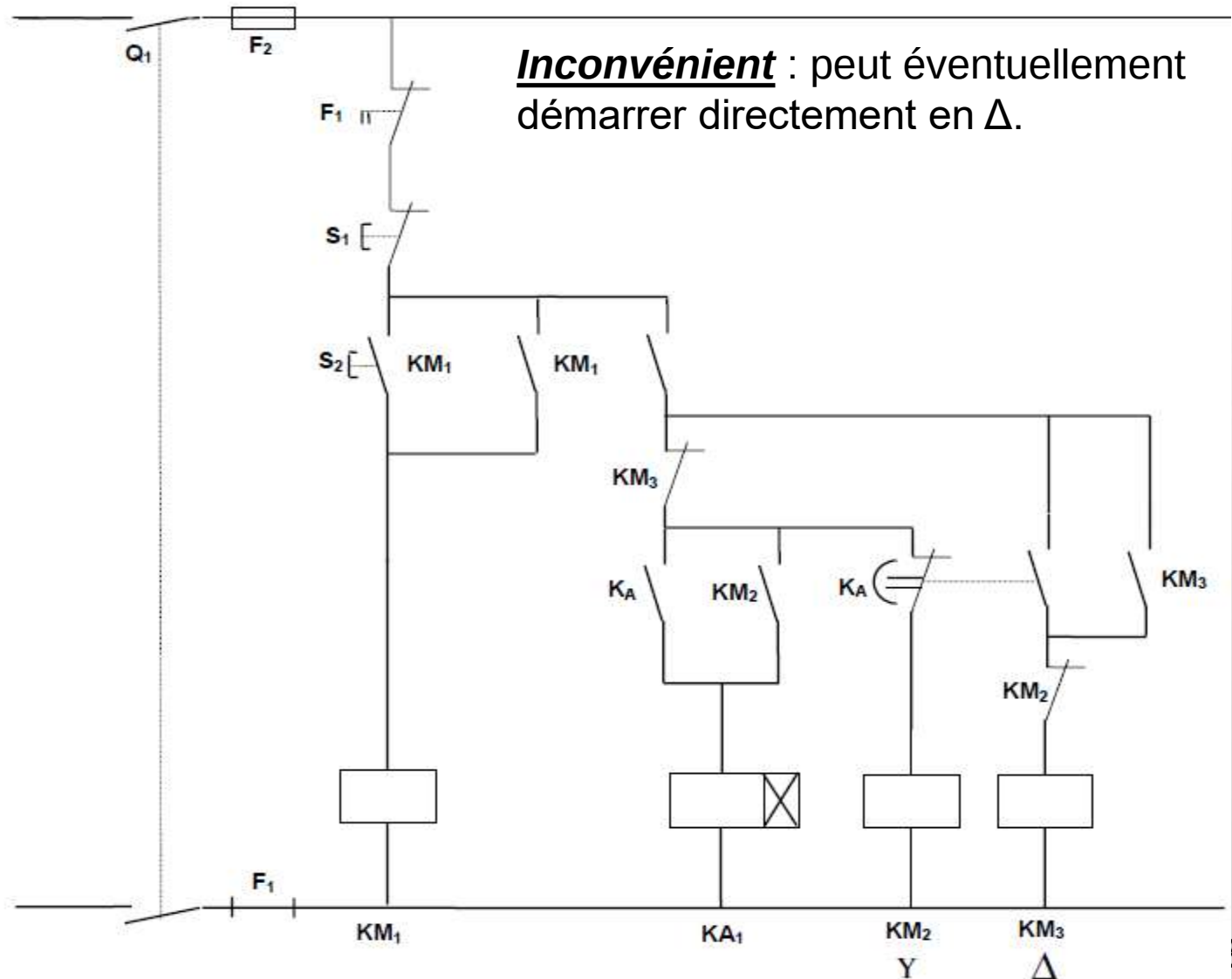
Il est vrai que ce sont des états transitoires, mais parfois ils peuvent occasionner des dangers:

- 1- Cas1: risque de court-circuit s'il n'y a pas de verrouillage mécanique prévu
- 2- Cas2: on ouvre un circuit inductif parcouru par un courant pendant quelques millisecondes: risque de génération d'éteincelles au niveau des contacteurs

Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Schémas de comr



Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Schémas de commande :

Le contact KM2 à fermeture sur la droite assure le verrouillage électrique qui empêche KM3 de fonctionner si KM2 est actif. De même, le contact KM3 (au milieu du schéma) à ouverture assure le même rôle de verrouillage électrique (empêche l'activation de KM2 quand KM3 est alimenté)

Donc la séquence, est la suivante:

- ❖ On appuie sur S2
- ❖ Premier contact KM1 assure l'auto-maintien, le second contact KM1 alimente la branche des contacteurs KA1, KM2 et KM3
- ❖ Si on appuie sur S1, KM1 s'ouvre et désactive tous les contacteurs entraînant l'arrêt du moteur aussi

Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Schémas de commande :

- ❖ Donc au démarrage, KM2 (étoile) s'alimente car le contact temporisé KA est toujours fermé, le contact KM2 (à fermeture) se ferme et alimente KA1 qui assure son auto maintien par KA. La temporisation se lance pour le contact temporisé KA. En même temps KM2 (à fermeture) à droite s'ouvre pour empêcher KM3 de s'alimenter tant que KM2 est excité (verrouillage électrique), c'est une mesure de sécurité.
- ❖ Après la temporisation, le contact temporisé KA (à fermeture) s'ouvre et le second contact temporisé (à ouverture) se ferme. Ceci entraîne la désactivation de KM2 qui ferme le contact KM2 (à fermeture) à droite. Dans ce cas KM3 (triangle) s'alimente car KA (à fermeture) est fermé et KM2 (à ouverture) est fermé. KM3 assure immédiatement son automaintien par le contact KM3 à droite du schéma.

Démarrages moteurs

Démarrage Y/Δ

Schémas de commande :

- ❖ Le contact KM3 (à ouverture) au milieu s'ouvre et désactive le contacteur KA1. Le contact temporisé KA (à ouverture) se ferme, mais KM2 ne s'alimente pas à cause du contact KM3 (à ouverture) au milieu qui reste toujours ouvert
- ❖ KM3 reste auto alimenté jusqu'à l'appui sur S1 pour arrêter le moteur.

Démarrage Y/ Δ

vantage :

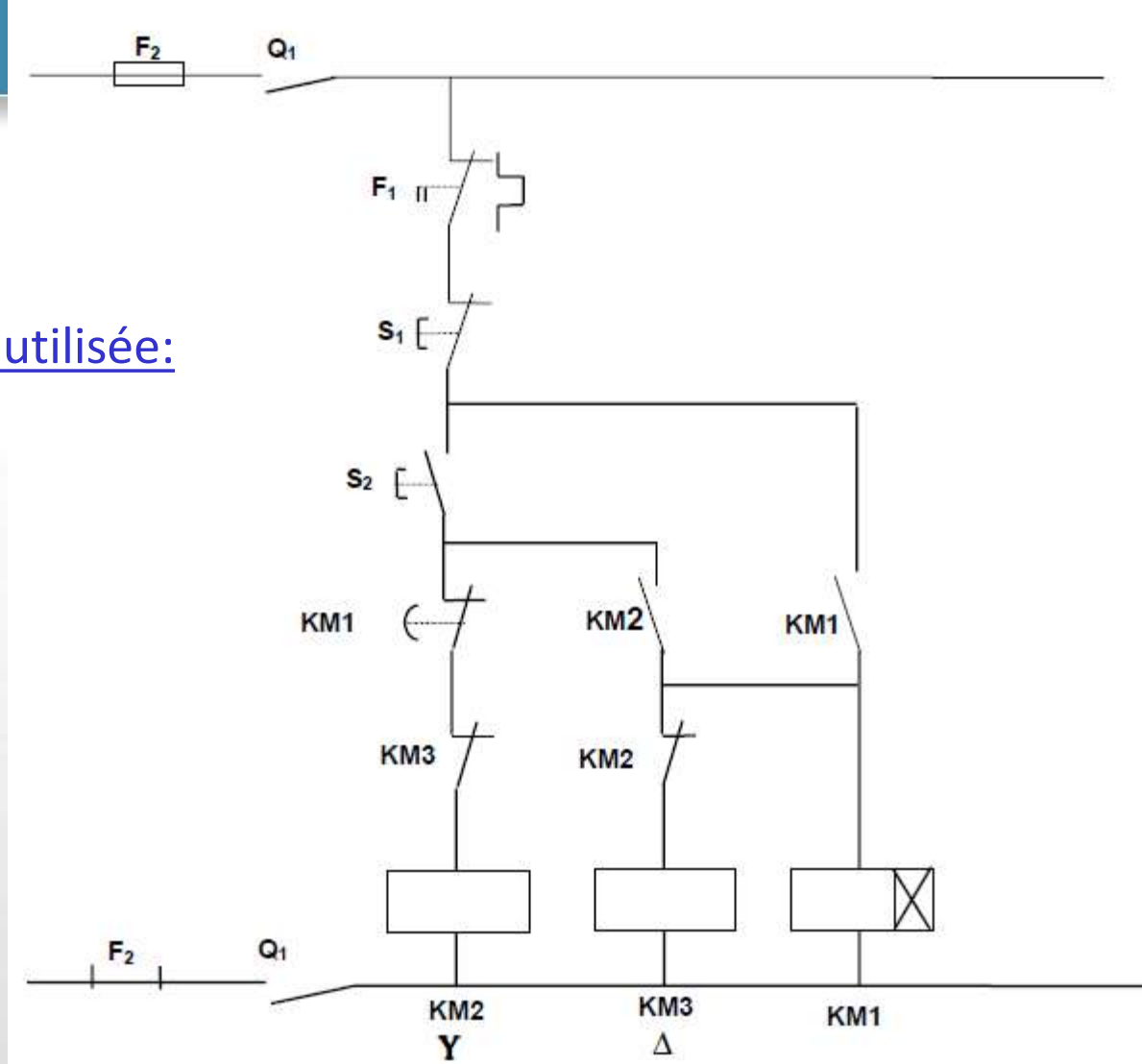
-
- The diagram illustrates a motor control circuit with the following components and connections:
- Power Source:** A three-phase supply line at the top.
 - Protection and Control:**
 - Q₁**: A circuit breaker on the left main supply line.
 - F₂**: A fuse on the top main supply line.
 - F₁**: A fuse on the bottom main supply line.
 - S₁**: A stop button (normally closed contact) connected to the main supply.
 - S₂**: A start button (normally open contact) connected to the main supply.
 - Interlocking and Protection:**
 - KM₁**: A main switch (circuit breaker) that is interlocked with **KM₂** and **KM₃** using normally closed interlocking contacts.
 - KM₂** and **KM₃**: Two main switches (circuit breakers) that are interlocked with each other using normally closed interlocking contacts.
 - KA**: A thermal relay (thermal protection) connected in series with **KM₂** and **KM₃**.
 - Motor Connections:**
 - KM₁** is connected to a motor (represented by a rectangle with a diagonal line).
 - KM₂** is connected to a motor (represented by a rectangle with a diagonal line).
 - KM₃** is connected to a motor (represented by a rectangle with a diagonal line).
 - Labels:**
 - KM₁**, **KM₂**, and **KM₃** are labeled below their respective motor connections.
 - Y** and **Δ** are labels for the motor windings, indicating a star-delta starting method.

93

Démarrages moteurs

Démarrage Y/ Δ

Schémas de commande le plus utilisée:



Avantage :

- ❑ La pointe d'intensité au démarrage est réduite au tiers de la valeur du démarrage direct.
- ❑ Installation très simple en appareillage. Faible coût.

Inconvénient :

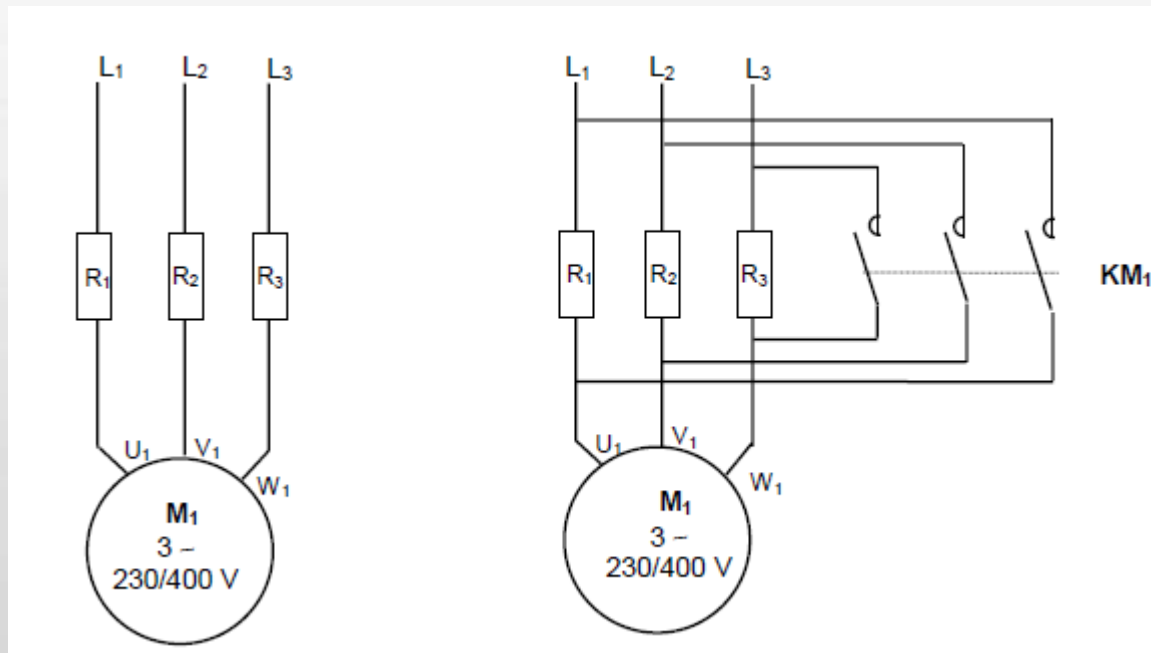
- ❑ Apparition de phénomènes transitoires lors du passage d'étoile en triangle

Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Principe

L'alimentation à tension réduite est obtenue dans un premier temps par la mise en série dans le circuit d'une résistance (sur chaque phase) qui est ensuite court-circuitée généralement en un seul temps et éventuellement en 2 temps.

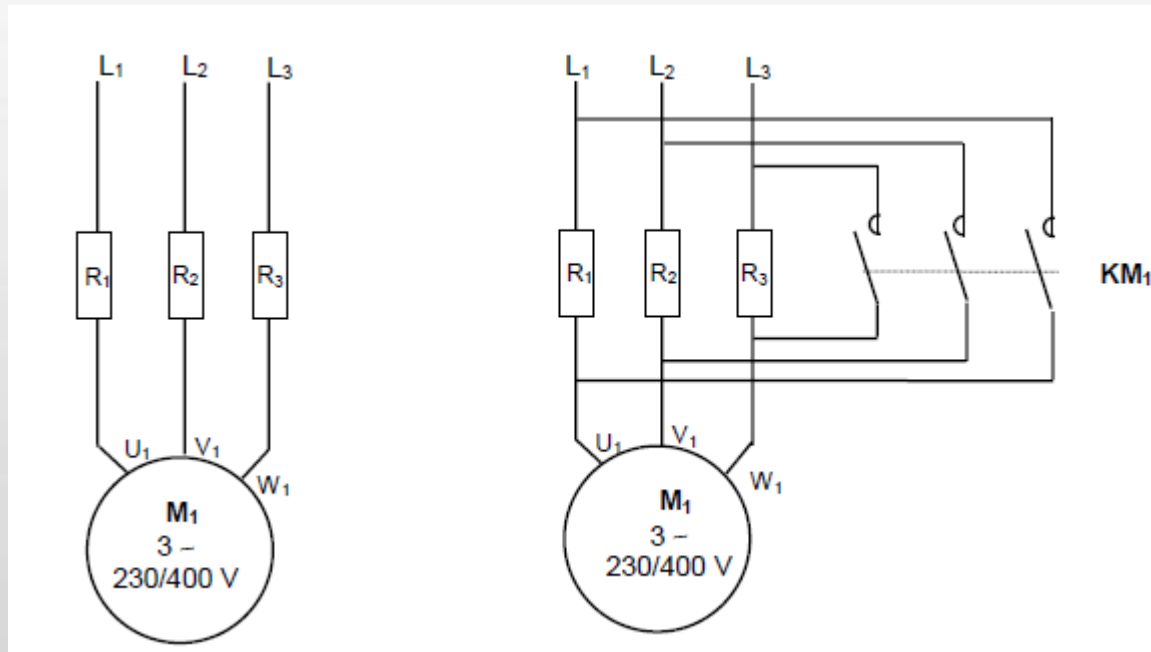


Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Principe

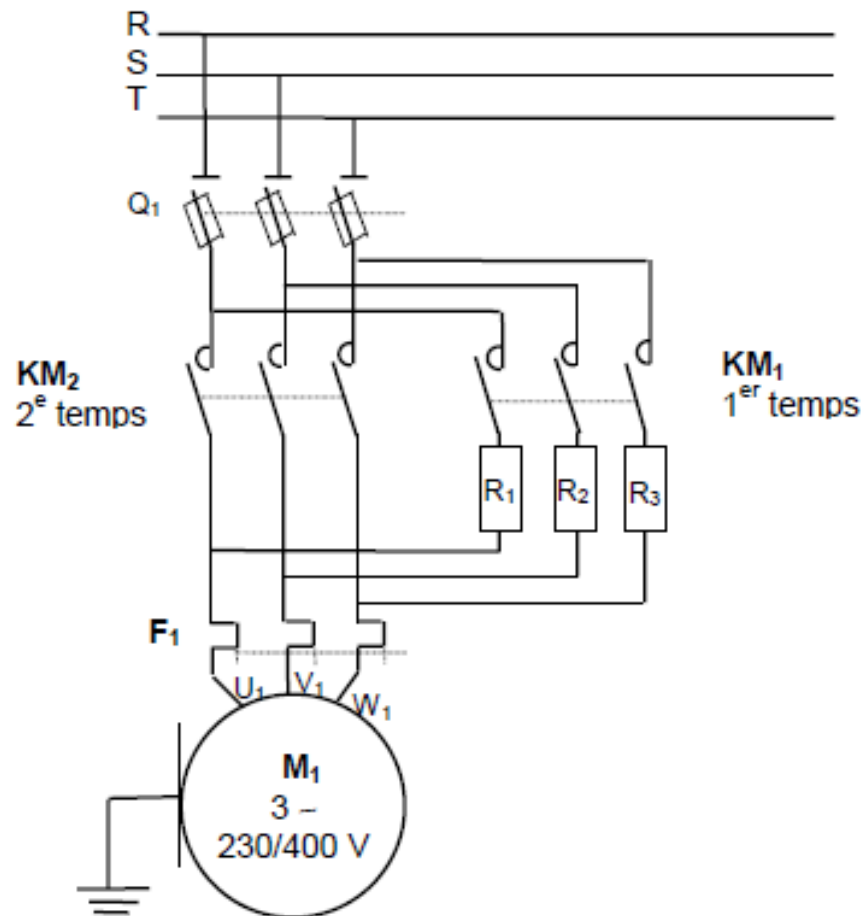
L'alimentation à tension réduite est obtenue dans un premier temps par la mise en série dans le circuit d'une résistance (sur chaque phase) qui est ensuite court-circuitée généralement en un seul temps et éventuellement en 2 temps.



Démarrages moteurs

Démarrage statorique

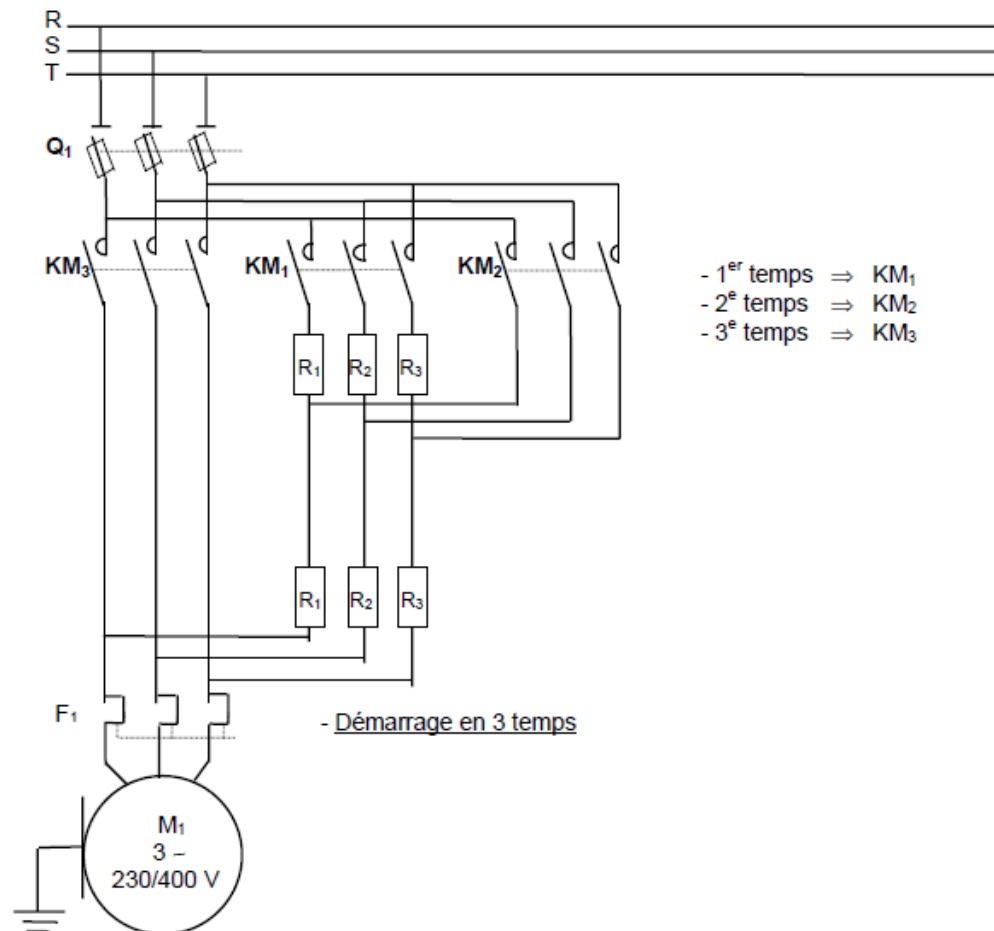
Schéma du circuit de puissance



Démarrages moteurs

Démarrage statorique

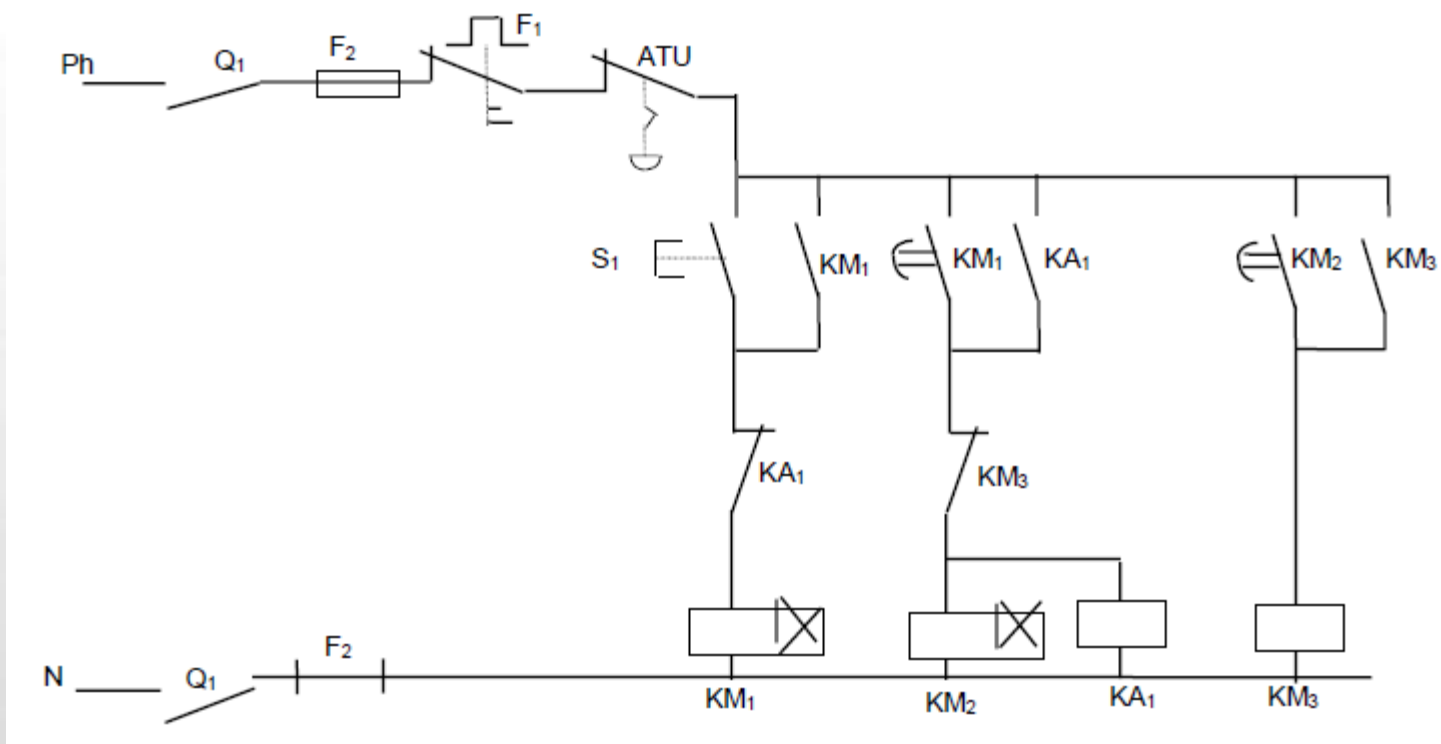
Schéma du circuit de puissance



Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



Avantage :

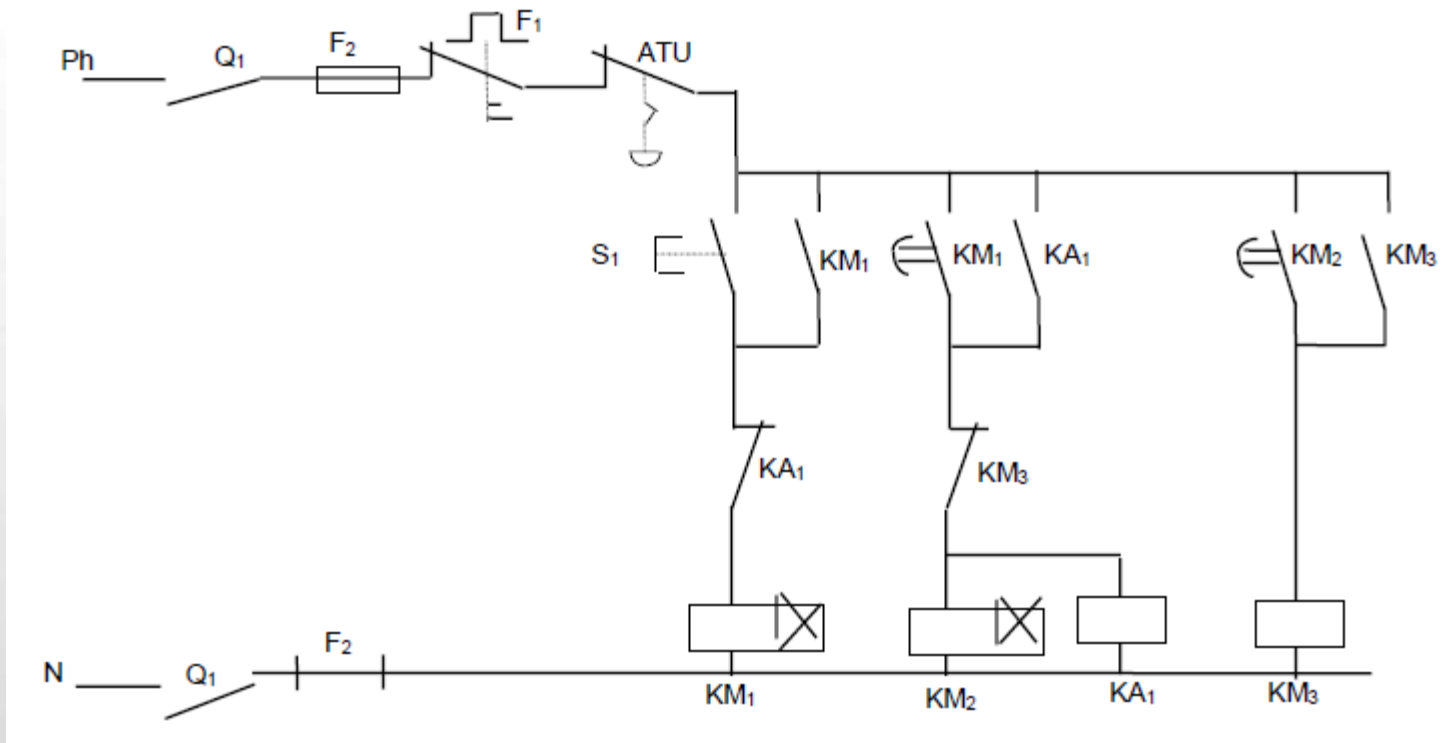
❑ En augmentant le nombre de temps de démarrage, il est possible de régler toutes les valeurs caractéristiques telles que le courant et couple de démarrage.

❑ L'utilisateur doit appliquer le couplage convenable des caractéristique moteur/réseau.

Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



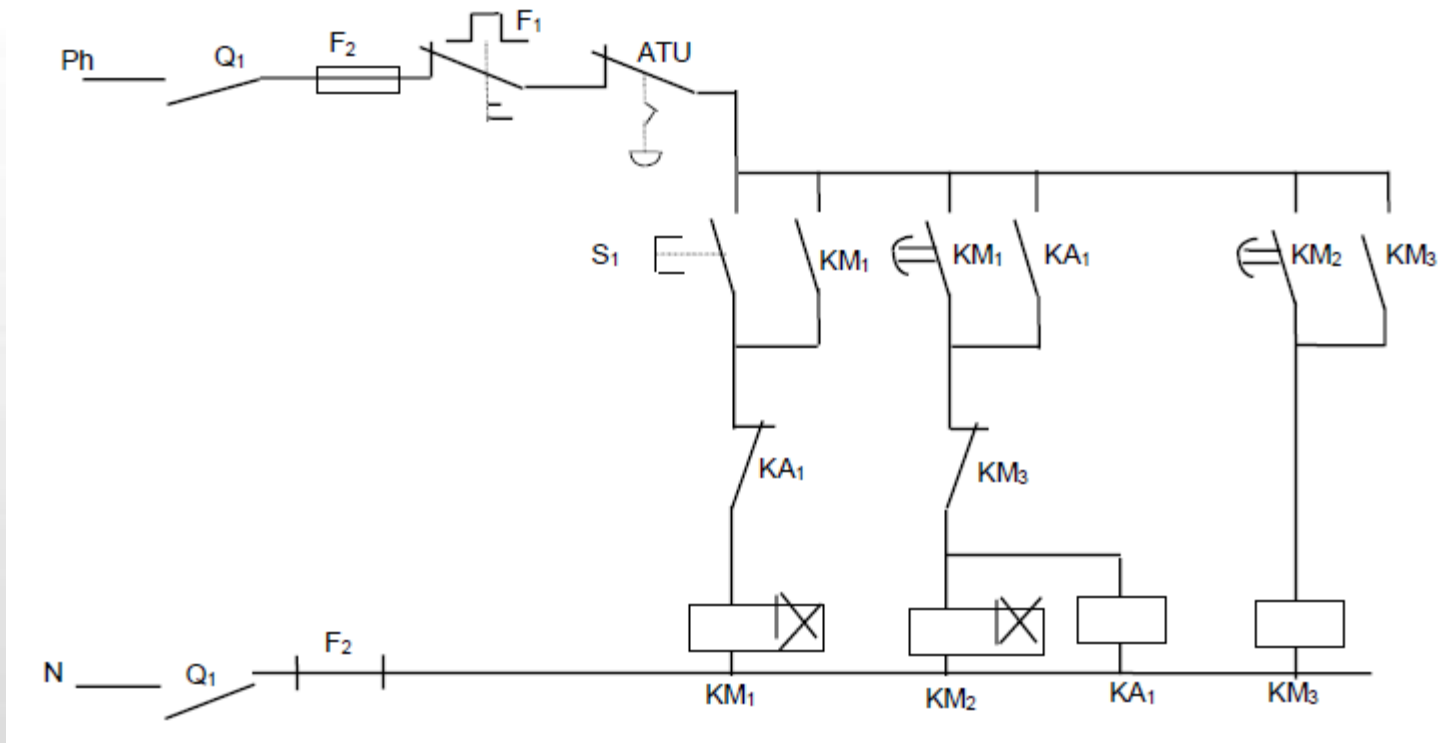
Inconvénient :

- ❑ Le courant de démarrage est important dans le cas d'un démarrage en deux temps.
- ❑ Le temps de démarrage est assez long (6 à 10 s).

Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



Utilisation :

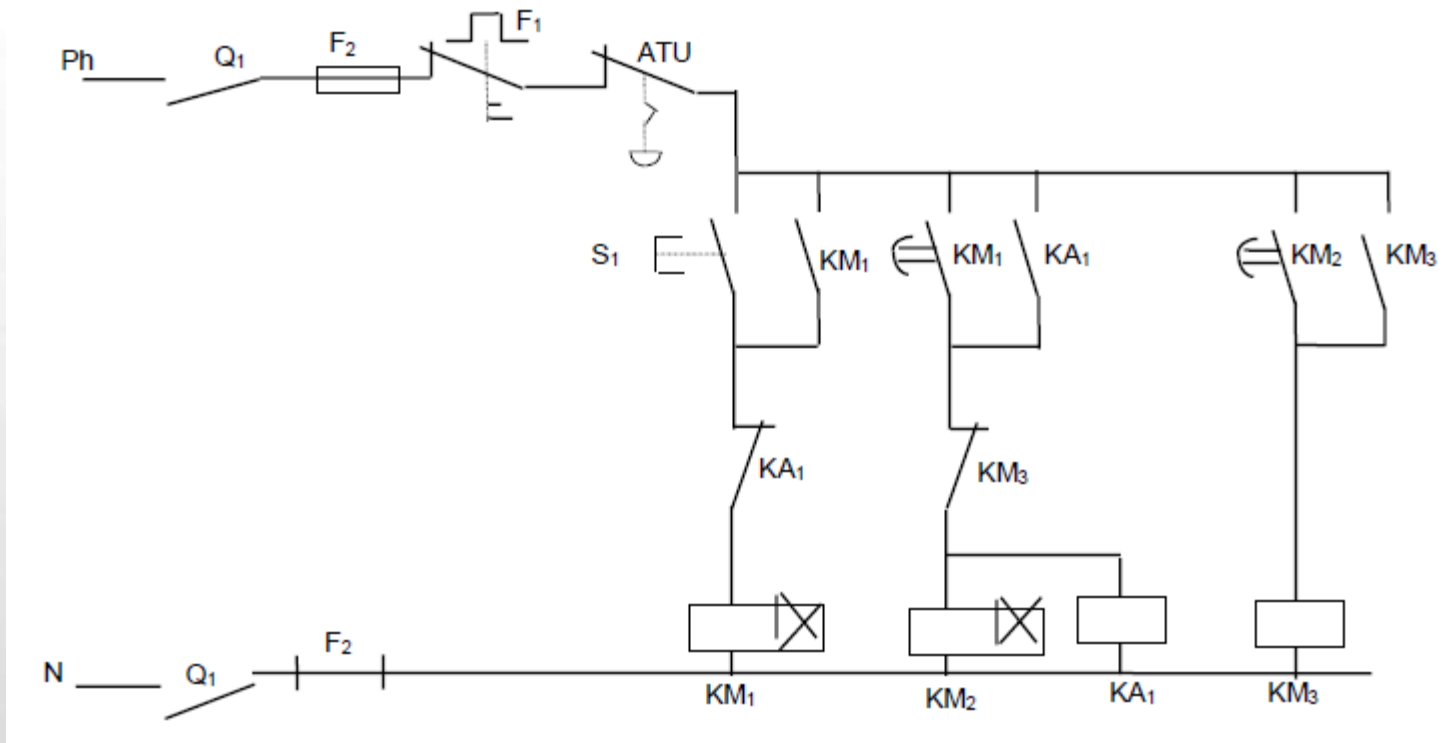
Il est employé pour des machines à forte inertie qui ne démarre pas avec leur charge maximale.

Exemples : ventilateurs, pompes...

Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



Utilisation :

Il est employé pour des machines à forte inertie qui ne démarre pas avec leur charge maximale.

Exemples : ventilateurs, pompes...

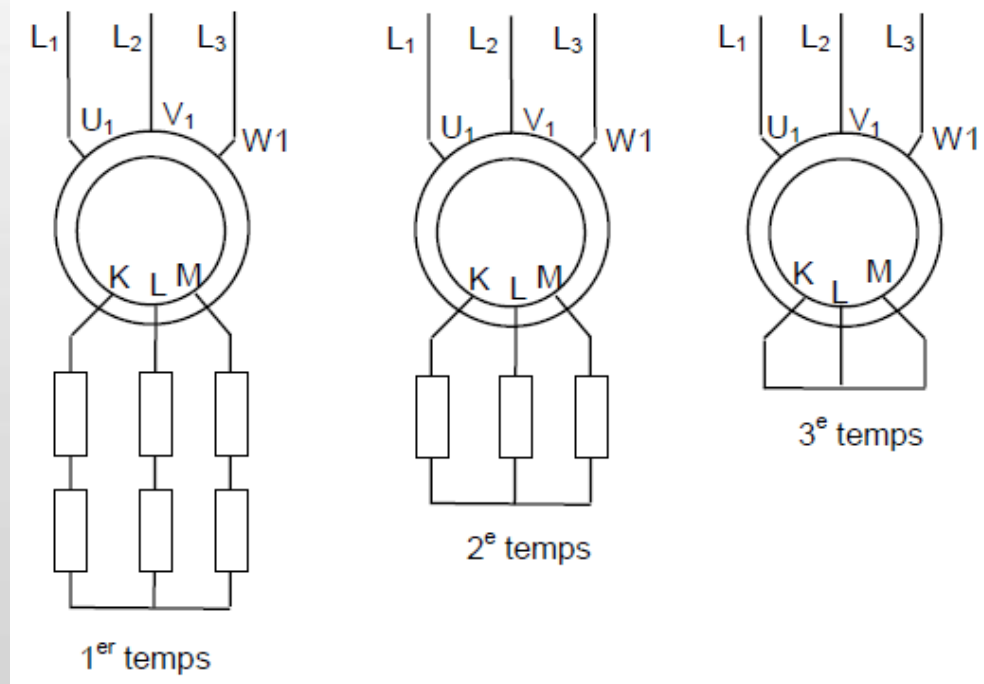
Démarrages moteurs

Démarrage rotorique

Principe

Ce moteur analogue (identique) à un transformateur dont le primaire serait le stator et le secondaire, le rotor.

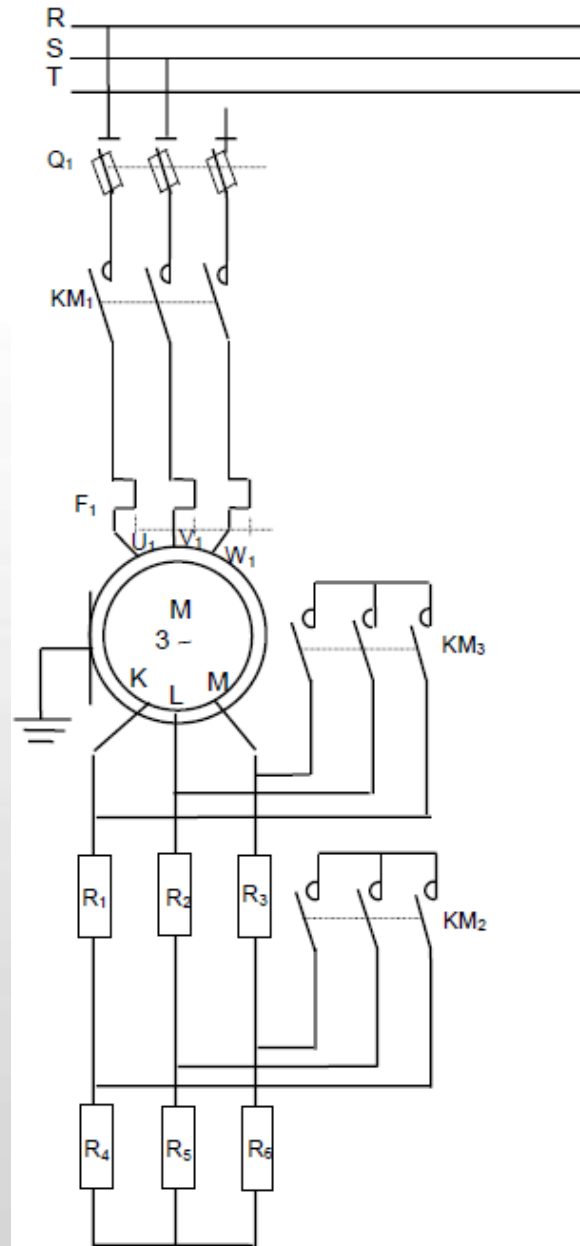
On limite le courant secondaire et par conséquent l'intensité absorbée au primaire en insérant des résistances dans le circuit rotorique que l'on élimine au fur et à mesure que l'on prend de la vitesse.



Démarrages moteurs

Démarrage statorique

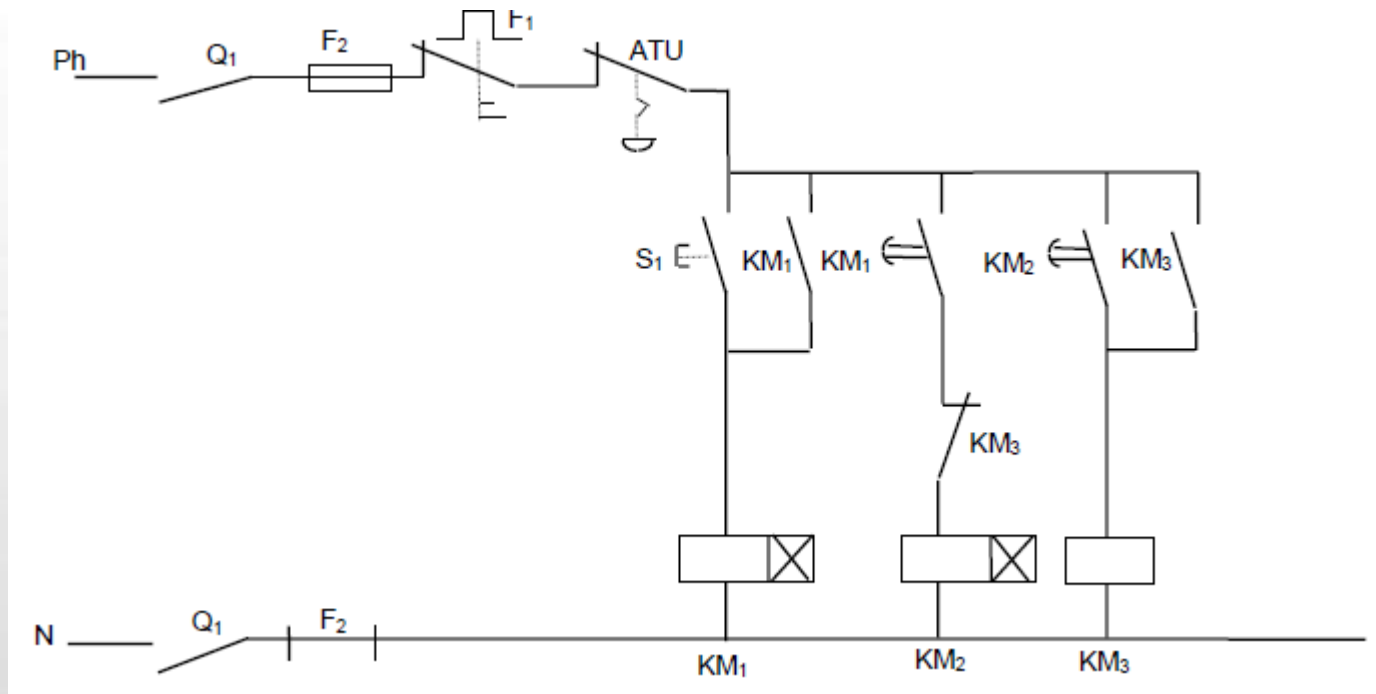
Schéma de puissance



Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



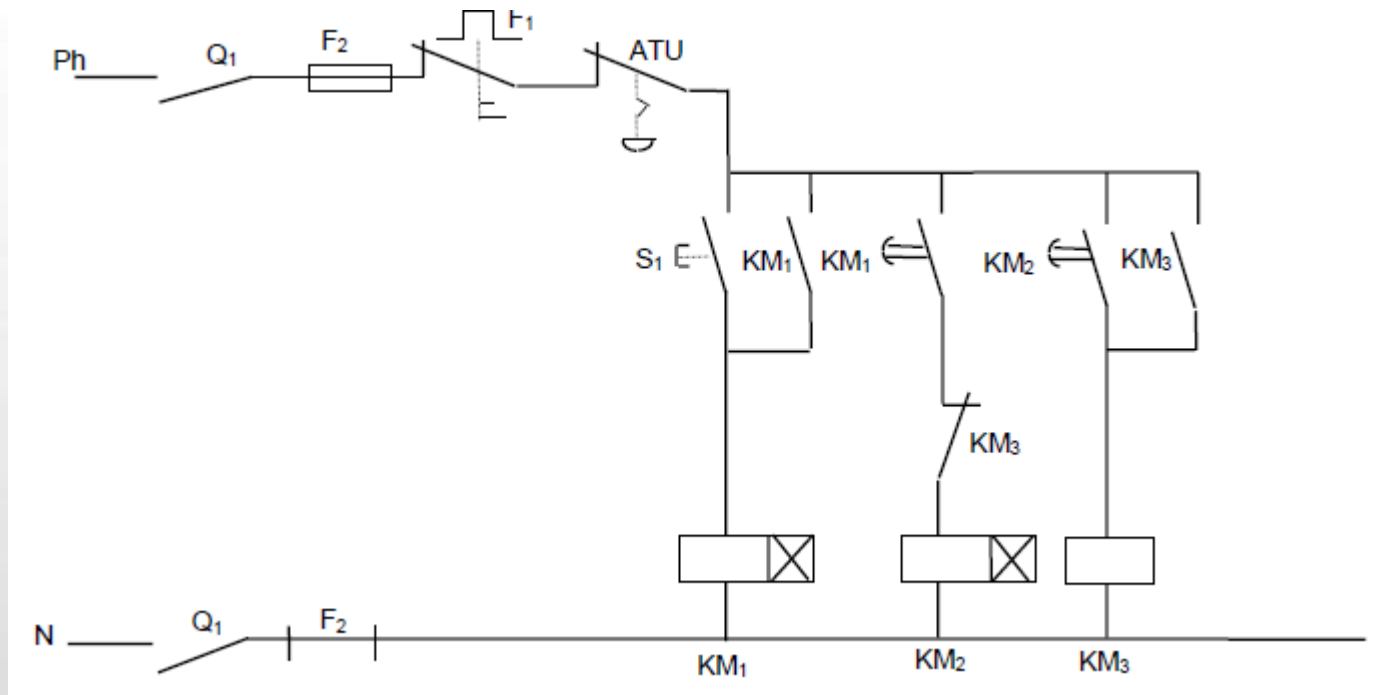
Inconvénient :

- ❑ Le moteur à un prix de revient élevé.
- ❑ Equipement nécessitant autant de contacteurs que de temps de démarrage.
- ❑ Le temps de démarrage est assez long.

Démarrages moteurs

Démarrage statorique

Schéma de commande



Emploi:

Ce procédé est utilisé dans tous les cas difficiles des démarrages longs et fréquents et pour les machines demandant une mise en vitesse progressive.

Exemples : ventilateurs, pompes.