

## 6.1. Introduction

Ce chapitre a pour but de présenter les façons les plus couramment utilisées pour la représentation des installations électriques, en discutant ainsi deux familles de schémas liés aux installations domestiques et de tout ce qui touche le bâtiment en utilisant un schéma développé, unifilaire, multifilaire et architectural ; et les installations industrielles telles que les machines ou les systèmes automatisés installés avec des schémas développés pour les circuits de commande et de puissance.

## 6.2. Schéma électrique

Un schéma électrique est un dessin qui représente, à l'aide de symboles graphiques, les différentes parties d'un réseau, d'une installation ou d'un équipement qui sont reliées et connectées fonctionnellement [40]-[41]. Un schéma électrique a pour but :

- D'expliquer le fonctionnement de l'équipement (il peut être accompagné de tableaux et de diagrammes) ;
- De fournir les bases d'établissement des schémas de réalisation ;
- De faciliter les essais et la maintenance.

## 6.3. Mode de représentation

### 6.3.1. Schéma unifilaire

Deux ou plus de deux conducteurs sont représentés par un trait unique. On indique sur ce trait le nombre de conducteurs en parallèle. Cette représentation est surtout utilisée en triphasé.

### 6.3.2. Schéma multifilaire

Dans la représentation multifilaire chaque conducteur est représenté par un trait. Si le dispositif électrique est alimenté en triphasé, il faut dessiner les trois fils de chaque phase.

### 6.3.3. Schéma développé

Les symboles des différents éléments d'un même appareil ou d'une même installation sont séparés et disposés de manière que le tracé de chaque circuit puisse être facilement suivi.









### 6.3.4. Schéma architectural

La représentation des symboles rappelle la disposition réelle des matériels dans l'espace.

## 6.4. Symboles et normalisation

Pour représenter un schéma électrique dans une installation domestique ou industrielle, il faut utiliser certains symboles exigés par des organismes de normalisation. Ces symboles permettent de parvenir à un langage commun des électriciens qui facilite l'écriture, la lecture et la compréhension des schémas électriques, mais peuvent cependant varier en fonction du type de schémas représentés. En effet, comme le montre le Tableau 6.1, les symboles pour les schémas unifilaires et architecturaux sont différents de ceux utilisés par les schémas développés ou les schémas multifilaires.

**Tableau 6.1.** Symboles pour le montage simple allumage.

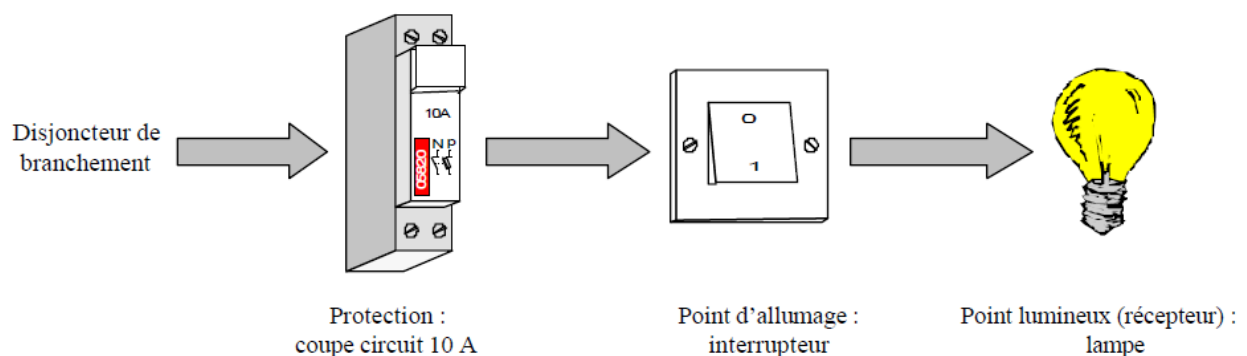
	Schéma architectural	Schéma développé	Schéma multifilaire	Schéma unifilaire
<b>Interrupteur simple allumage</b>				
<b>Point d'éclairage</b>				

## 6.5. Schémas électriques en domestique

### 6.5.1. Simple allumage

#### a. But

Il permet d'allumer ou d'éteindre simultanément un ou plusieurs points lumineux en un seul point d'allumage (voir Figure 6.1) [42].



**Figure 6.1.** Montage simple allumage : Principe.

b. Schéma développé



Figure 6.2. Montage simple allumage : Schéma développé.

c. Schéma multifilaire, unifilaire et architectural

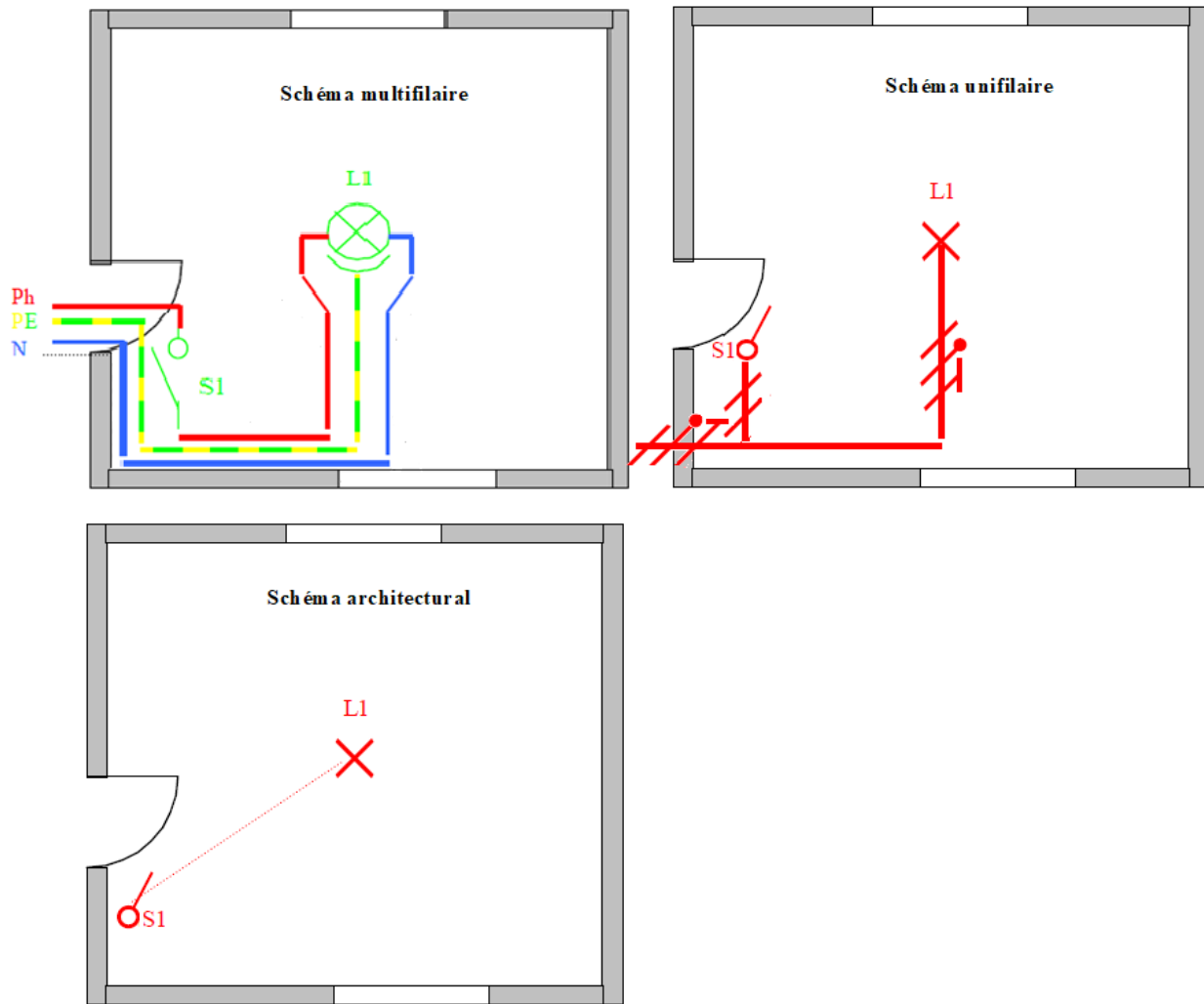


Figure 6.3. Montage simple allumage : Schéma multifilaire, unifilaire et architectural.

### 6.5.2. Double allumage

#### a. But

Il permet d'allumer ou d'éteindre ensemble ou séparément et d'un seul endroit le ou les points lumineux [42].

#### b. Schéma développé



Figure 6.4. Montage double allumage : Schéma développé.

#### c. Schéma multifilaire, unifilaire et architectural

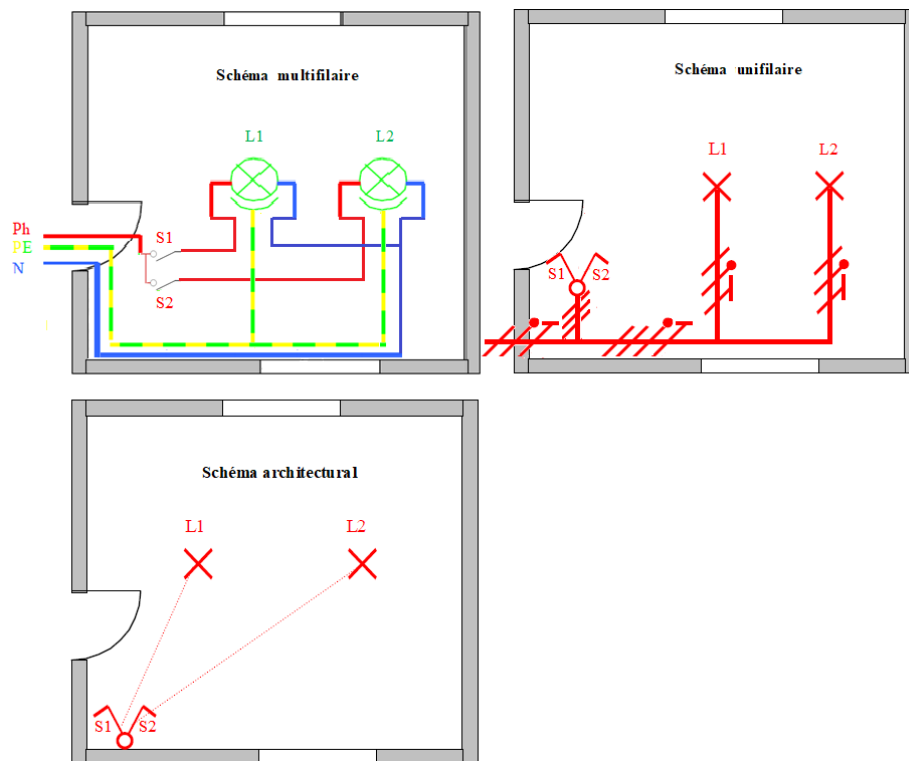


Figure 6.5. Montage double allumage : Schéma multifilaire, unifilaire et architectural.

6.5.3. Va-et-vient

a. But

Il commande l'allumage et l'extinction de point(s) lumineux de deux endroits différents [42].

b. Schéma développé

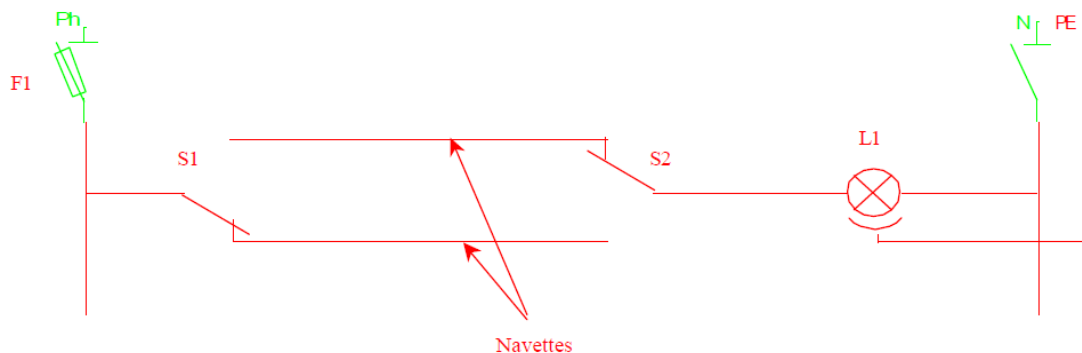


Figure 6.6. Va-et-vient : Schéma développé.

c. Schéma multifilaire, unifilaire et architectural

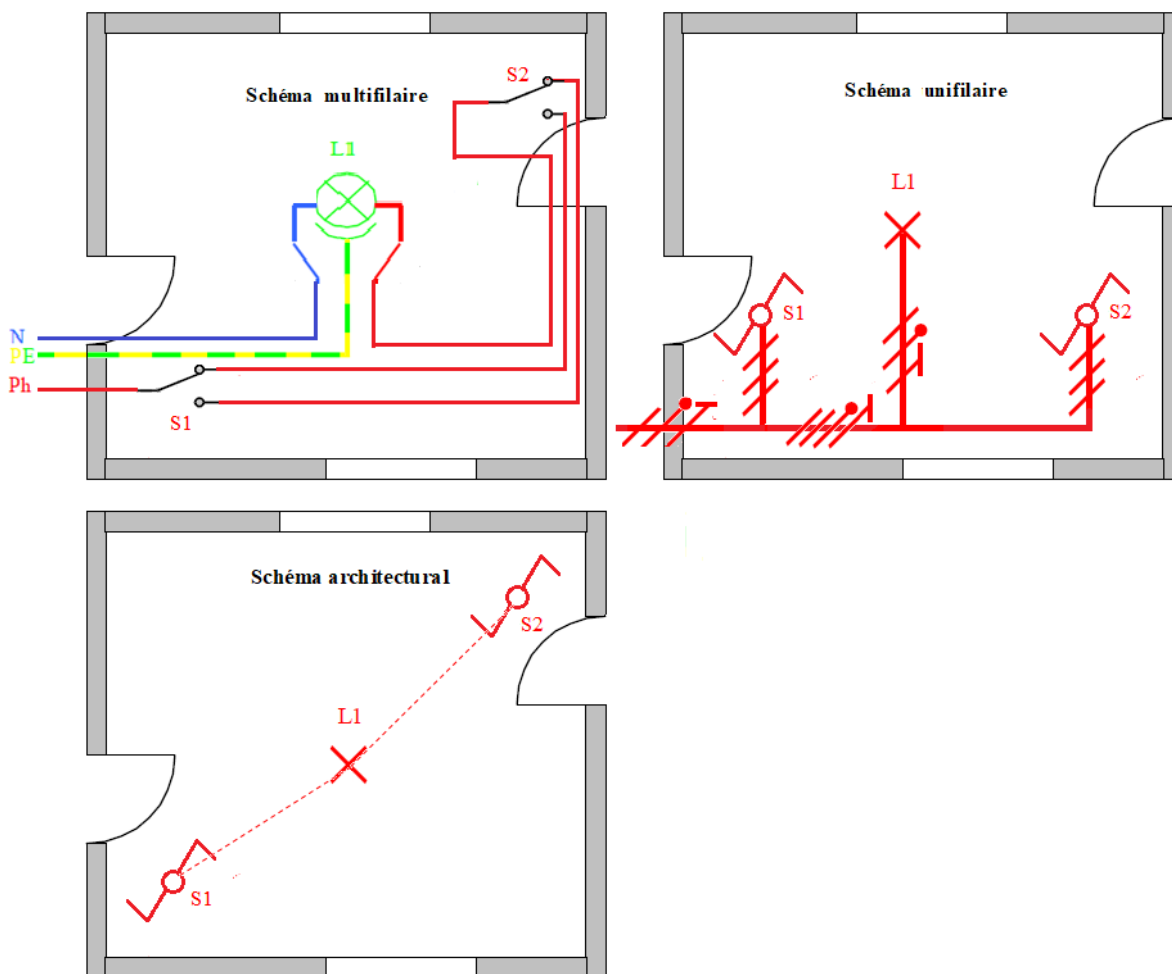


Figure 6.7. Va-et-vient : Schéma multifilaire, unifilaire et architectural.

### 6.5.4. Prise de courant

#### a. But

Une prise électrique est un connecteur permettant de relier les appareils au réseau électrique (voir Figure 6.8) [43].

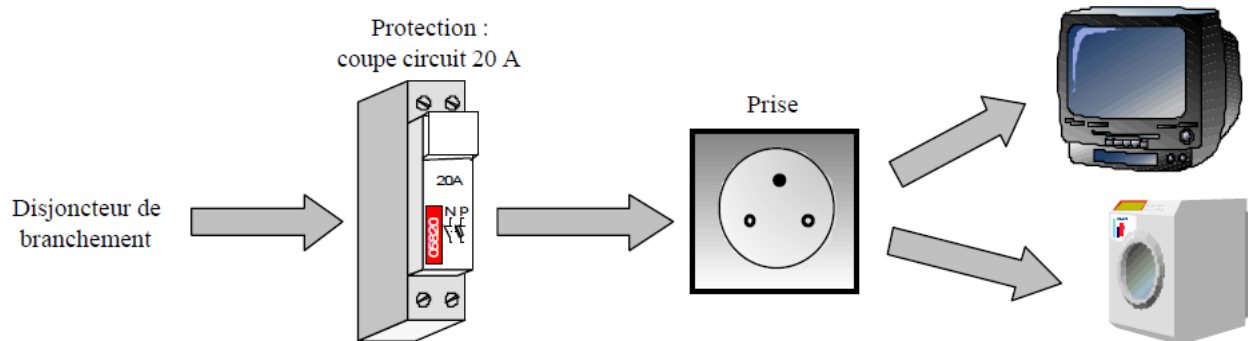


Figure 6.8. Prise de courant : Principe.

#### b. Schéma développé



Figure 6.9. Prise de courant : Schéma développé.

## c. Schéma multifilaire, unifilaire et architectural

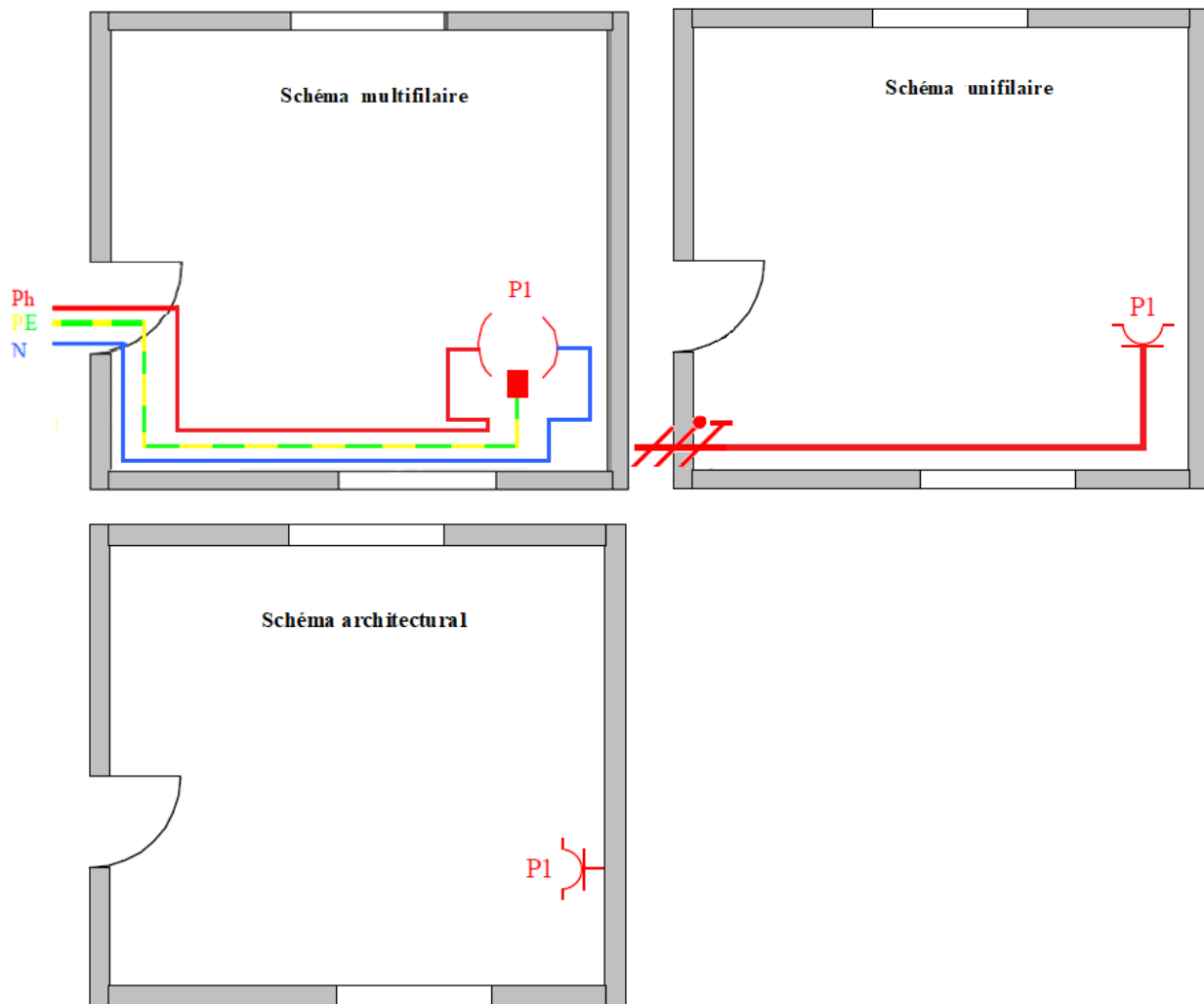


Figure 6.10. Prise de courant : Schéma multifilaire, unifilaire et architectural.

## 6.6. Schémas électriques pour des installations industrielles

La majorité des installations industrielles sont constituées par deux types de circuits : (1) les circuits de commande qui comportent l'appareillage nécessaire à la commande des récepteurs de puissance ; (2) les circuits de puissance qui comporte l'appareillage nécessaire au fonctionnement des récepteurs de puissance suivant un automatisme bien défini [44]-[45]. Dans tout ce qui suit, on va s'intéresser aux schémas de puissance et de commande dédiés aux procédés de démarrage des moteurs asynchrones triphasés.

### 6.6.1. Démarrage direct des moteurs asynchrones triphasés

Dans ce procédé de démarrage, le moteur asynchrone est branché directement au réseau d'alimentation. Le démarrage s'effectue en un seul temps. Le courant de démarrage peut atteindre 4 à 8 fois le courant nominal du moteur. Ce type de démarrage est réservé aux moteurs de faible puissance [44].

### 6.6.2. Démarrage direct dans un seul sens de rotation

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans un sens de marche avec un bouton poussoir S1 et l'arrêter par l'appui sur un bouton poussoir S0.

#### a. Circuit de Puissance

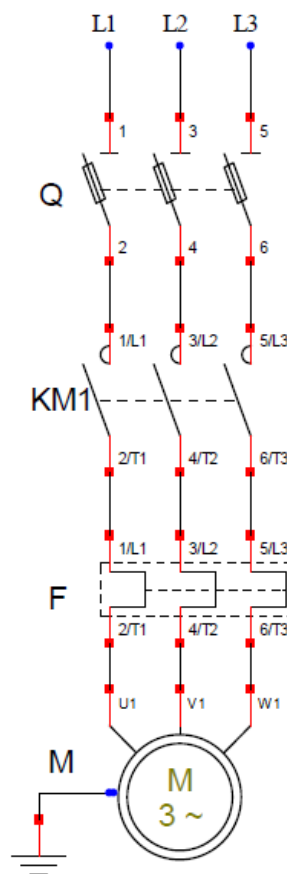


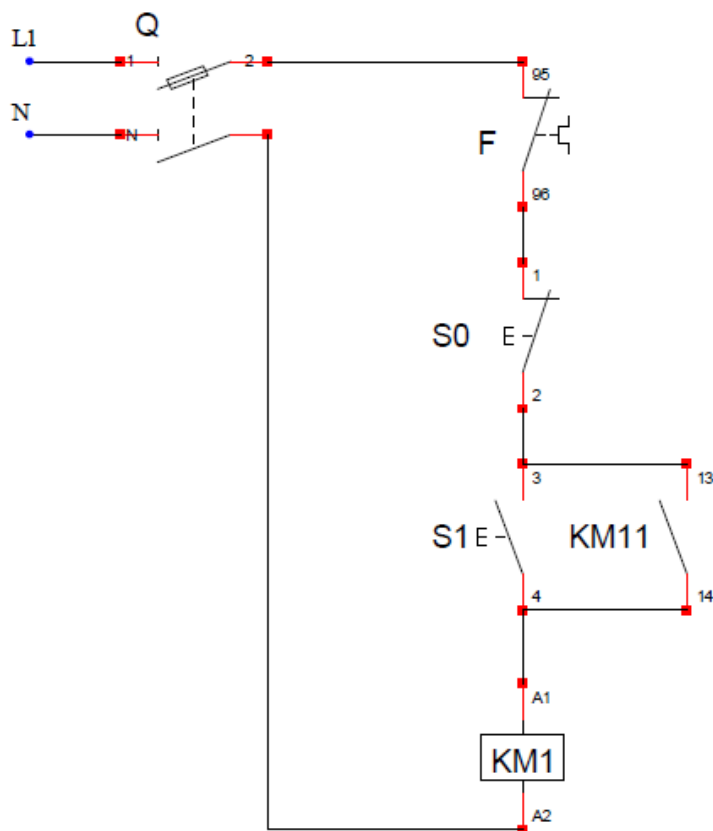
Figure 6.11. Démarrage direct à un sens de marche : Circuit de puissance.

Tableau 6.2. Démarrage direct à un sens de marche : Composants du circuit de puissance.

Élément	Identification	Élément	Identification
L1, L2, L3	Alimentation triphasée	F	Relais thermique
Q	Sectionneur porte fusible	M	Moteur triphasé
KM1	Contacteur		



**b. Circuit de commande**



**Figure 6.12.** Démarrage direct à un sens de marche : Circuit de commande.

**Tableau 6.3.** Démarrage direct à un sens de marche : Composants du circuit de commande.

Élément	Identification	Élément	Identification
Q	Sectionneur porte fusible	S1	Bouton poussoir marche
F (95-96)	Contact auxiliaire NF du relais thermique	KM1	Bobine du contacteur KM1
S0	Bouton poussoir arrêt	KM11	Contact auxiliaire NO du KM1 (AM*)

(\*) AM : auto-maintien

**c. Principe de fonctionnement**

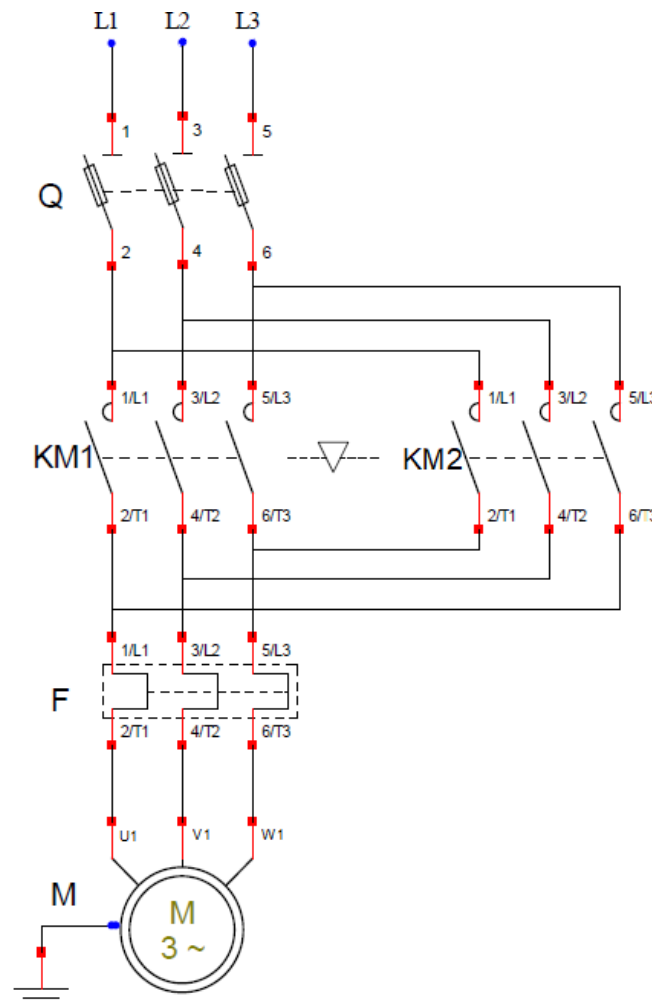
- **Mise en fonctionnement** : L'appui sur le bouton poussoir S1 entraîne l'alimentation de la bobine du contacteur KM1 qui ferme les contacts de puissance. Le contact KM11 se ferme et maintient l'alimentation de la bobine KM1 lorsque l'utilisateur relâche S1. Les bornes U1, V1 et W1 du moteur sont respectivement alimentées par les phases L1, L2 et L3. Le moteur tourne.

- **Arrêt du fonctionnement** : L'appui sur le bouton poussoir S0, ouvre le circuit d'alimentation de la bobine KM1, le contact KM11 s'ouvre. Le moteur n'est plus alimenté.
- **Protection** : Le moteur est alimenté en triphasé. La protection de celui-ci est assurée par le sectionneur porte fusible et par le relais thermique. Le contact NF du relais thermique F coupe l'alimentation de la bobine KM1 en cas d'échauffement anormal du moteur. Les fusibles Q coupent le circuit lors d'une forte intensité.

### 6.6.3. Démarrage direct dans deux sens de rotation

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé dans deux sens de rotation par deux boutons poussoir S1 et S2 et l'arrêter par l'appui sur un bouton poussoir S0.

#### a. Circuit de Puissance



**Figure 6.13.** Démarrage direct à deux sens de marche : Circuit de puissance.

Tableau 6.4. Démarrage direct à deux sens de marche : Composants du circuit de puissance.

Élément	Identification	Élément	Identification
L1, L2, L3	Alimentation triphasée	KM2	Contacteur sens 2
Q	Sectionneur porte fusible	F	Relais thermique
KM1	Contacteur sens 1	M	Moteur triphasé

b. Circuit de commande

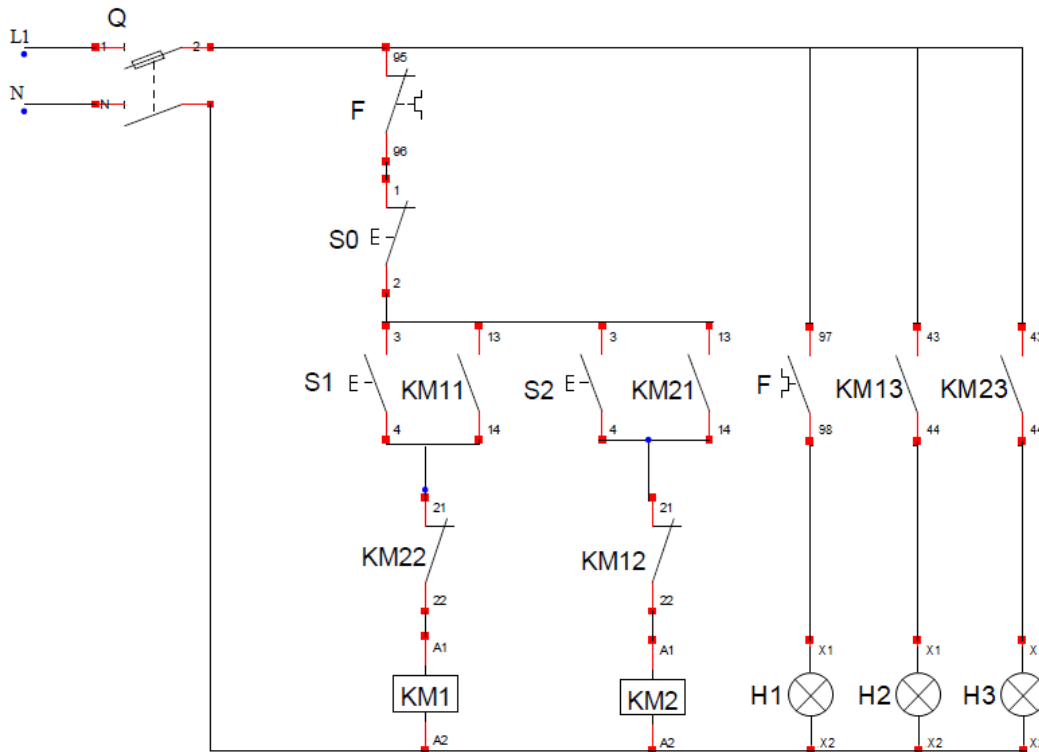


Figure 6.14. Démarrage direct à deux sens de marche : Circuit de commande.

Tableau 6.5. Démarrage direct à deux sens de marche : Composants du circuit de commande.

Élément	Identification	Élément	Identification
Q	Sectionneur porte fusible	KM1	Bobine du contacteur KM1
F (95-96)	Contact auxiliaire NF du relais thermique	KM2	Bobine du contacteur KM2
S0	Bouton poussoir arrêt	F (97-98)	Contact auxiliaire NO du relais thermique
S1	Bouton poussoir marche sens 1	KM13	Contact auxiliaire NO du contacteur KM1
S2	Bouton poussoir marche sens 2	KM23	Contact auxiliaire NO du contacteur KM2
KM11	Contact auxiliaire NO du KM1 (AM*)	H1	Voyant lumineux : signalisation surcharge
KM21	Contact auxiliaire NO du KM2 (AM*)	H2	Voyant lumineux : signalisation sens 1
KM12	Contact auxiliaire NF du KM1 (VE**)	H3	Voyant lumineux : signalisation sens 2
KM22	Contact auxiliaire NF du KM2 (VE**)		

(\* ) AM : auto-maintien      (\*\* ) VE : verrouillage électrique

### c. Principe de fonctionnement

- **Mise en fonctionnement** : L'appui sur le bouton poussoir S1 entraîne l'alimentation de la bobine du contacteur KM1 qui ferme les contacts de puissance. Le contact KM11 se ferme et maintient l'alimentation de la bobine KM1 lorsque l'utilisateur relâche S1. Le contact KM12 s'ouvre et coupe l'alimentation de la bobine KM2 (verrouillage électrique). Les bornes U1, V1 et W1 du moteur sont respectivement alimentées par les phases L1, L2 et L3. Le moteur tourne dans le premier sens de rotation.
- **Arrêt** : L'appui sur le bouton poussoir S0 ouvre le circuit d'alimentation de la bobine KM1, le contact KM11 s'ouvre, le moteur n'est plus alimenté.
- **Changement de sens de rotation** : Lorsque l'utilisateur appuie sur S2, le contacteur KM2 est mis sous tension. Les bornes U1, V1 et W1 du moteur sont respectivement alimentées par les phases L3, L2, L1. Le moteur tourne alors dans l'autre sens de rotation. Le contact KM22 s'ouvre et coupe l'alimentation de KM1 (verrouillage électrique).
- **Protection** : Le moteur est alimenté en triphasé. La protection de celui-ci est assurée par le sectionneur porte fusible et par le relais thermique. Le contact NF du relais thermique F coupe l'alimentation des bobines de KM1 et KM2 en cas d'échauffement anormal du moteur. Les fusibles Q coupent le circuit de commande lors d'une surintensité.
- **Signalisation** : Les voyants lumineux H1, H2 et H3 assurent respectivement la signalisation de surcharge, marche en premier sens de rotation et marche en deuxième sens de rotation.

#### 6.6.4. Limitation du courant de démarrage

Contrairement au démarrage direct, le démarrage de motrices moyennes et fortes puissances nécessite l'utilisation de procédés de limitation de courant de démarrage tout en maintenant les performances mécaniques de l'ensemble « moteur-machine entraînée » [46]. Il existe deux actions :

- **Action sur le stator** : Consiste à réduire la tension aux bornes des enroulements statoriques. On peut réaliser le démarrage par : couplage étoile-triangle, élimination des résistances statoriques, utilisation d'un autotransformateur.
- **Action sur le rotor** : Consiste à augmenter la résistance rotorique au démarrage.

#### 6.6.5. Démarrage étoile-triangle

Le démarrage s'effectue en deux temps :

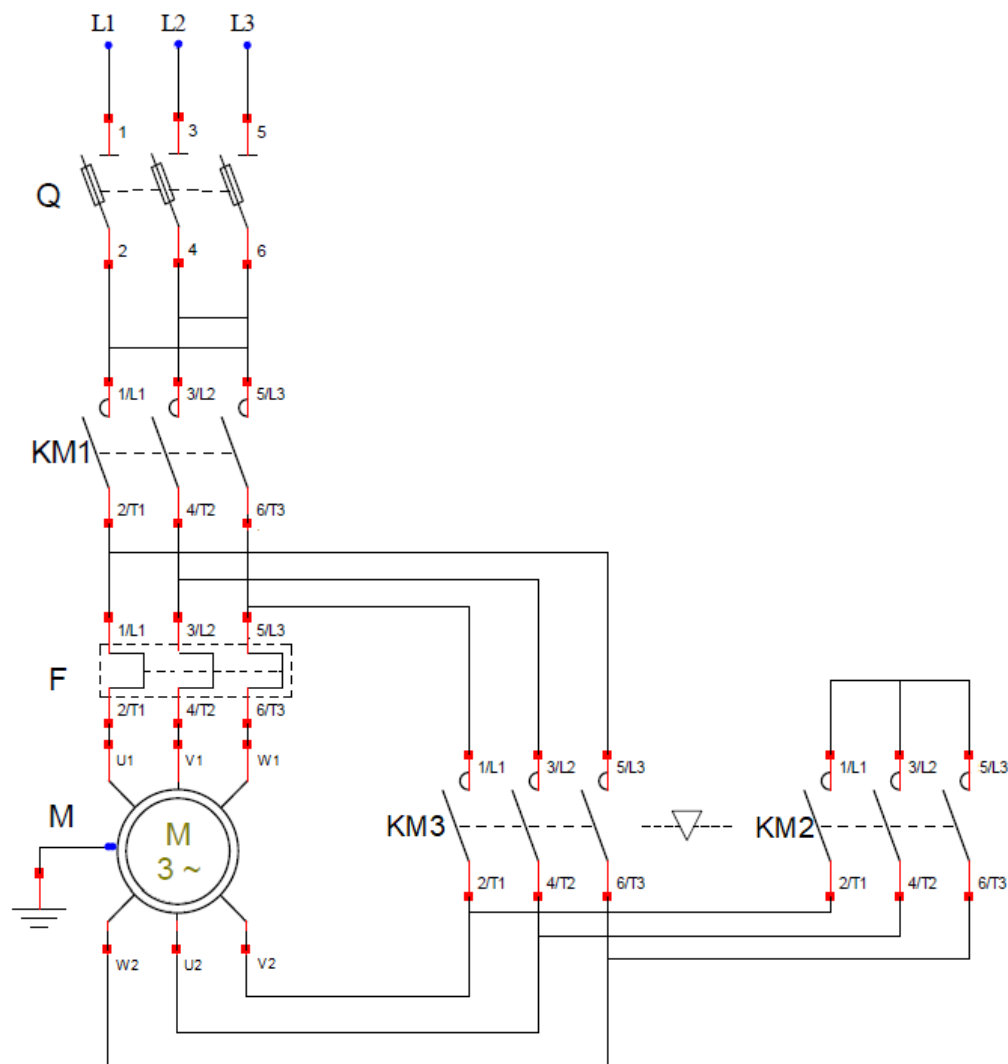
- **1er temps** : chaque enroulement du stator est alimenté sous une tension réduite en utilisant le couplage étoile. Il est le temps nécessaire pour que la vitesse du moteur atteigne environ 80% de sa vitesse nominale.
- **2ème temps** : chaque enroulement du stator est alimenté par sa tension nominale en changeant le couplage au triangle.

Ce type de démarrage est utilisé pour les moteurs à couplage triangle lors de leur fonctionnement normal. Exemple : Un moteur 400V/690V sur un réseau 230V/400V.

### 6.6.6. Démarrage étoile-triangle semi-automatique à un sens de marche

On veut démarrer un moteur asynchrone triphasé en étoile-triangle dans un sens de rotation par un bouton poussoir S1 et l'arrêter par un bouton poussoir S0.

#### a. Circuit de puissance

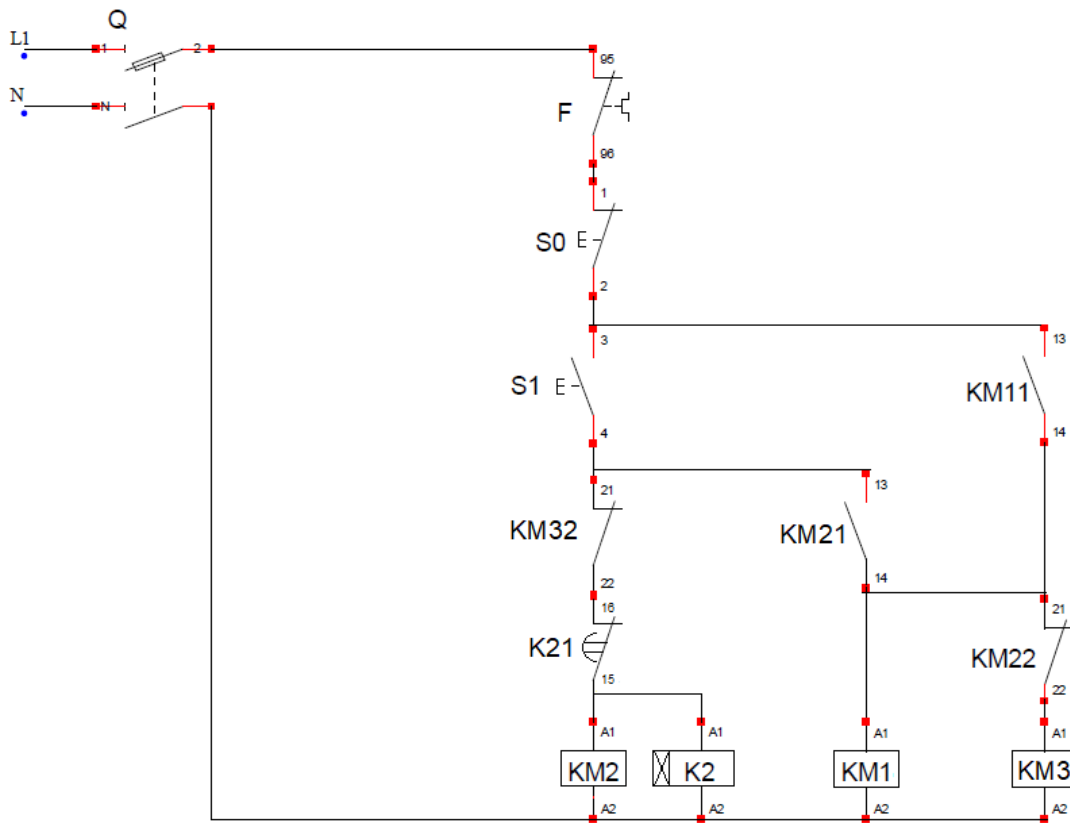


**Figure 6.15.** Démarrage étoile-triangle à un sens de marche : Circuit de puissance.

**Tableau 6.6.** Démarrage étoile-triangle à un sens de marche : Composants du circuit de puissance.

Élément	Identification	Élément	Identification
L1, L2, L3	Alimentation triphasée	KM3	Contacteur triangle
Q	Sectionneur porte fusible	F	Relais thermique
KM1	Contacteur de ligne	M	Moteur triphasé
KM2	Contacteur étoile		

**b. Circuit de commande**



**Figure 6.16.** Démarrage étoile-triangle à un sens de marche : Circuit de commande.

**Tableau 6.7.** Démarrage étoile-triangle à un sens de marche : Composants du circuit de commande.

Élément	Identification	Élément	Identification
Q	Sectionneur porte fusible	K2	Bobine du relais temporisé au travail K2
F	Contact auxiliaire NF du relais thermique	KM21	Contact auxiliaire NO du KM2 (AM*)
S0	Bouton poussoir arrêt	KM1	Bobine du contacteur KM1
S1	Bouton poussoir marche	KM11	Contact auxiliaire NO du KM1 (AM*)
KM32	Contact auxiliaire NF du KM3 (VE**)	KM22	Contact auxiliaire NF du KM2 (VE**)
K21	Contact temporisé au travail	KM3	Bobine du contacteur KM3
KM2	Bobine du contacteur KM2		

(\*) AM : auto-maintien      (\*\*) VE : verrouillage électrique

### c. Principe de fonctionnement

- **Mise en fonctionnement :**

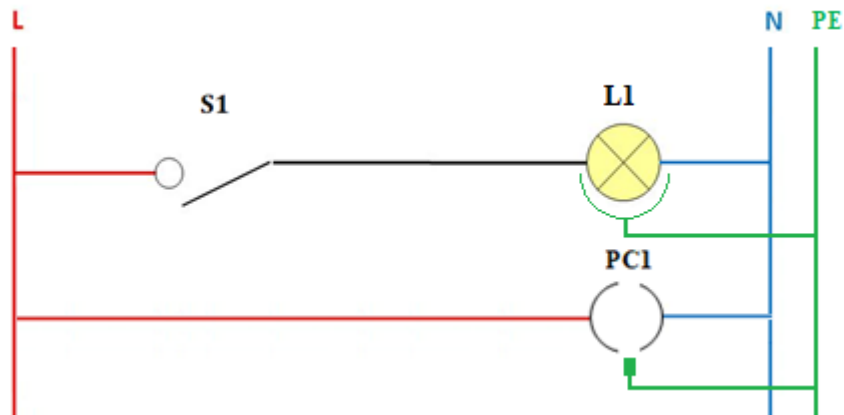
- Une impulsion sur le bouton poussoir marche (S1) met la bobine du relais temporisé au travail (K2) sous tension, le cycle de la temporisation et démarré. L'impulsion sur le bouton poussoir marche (S1) met également la bobine du contacteur étoile (KM2) sous tension et ferme son contact KM21, ce dernier alimente la bobine KM1 du contacteur de ligne et ferme son contact KM11. Nous pouvons noter que le relâchement du bouton poussoir S1 ne provoque pas la désalimentation des bobines KM1, KM2 et K2. Nous pouvons également noter qu'un contact KM22 interdit la mise sous tension de KM3 (verrouillage électrique). Dans cette phase le moteur est couplé en étoile et prend de la vitesse.
- Le temps prééglé du dispositif de temporisation s'écoule et les contacts de la temporisation se déclenchent. La bobine KM2 n'est plus alimentée (le contact NF temporisé K2 s'ouvre) et de ce fait autorise l'alimentation de la bobine KM3. Le contacteur KM3 s'enclenche et permet au couplage triangle d'être effectif. Nous pouvons noter que le contact KM32 interdit la mise sous tension de KM2 (verrouillage électrique).
- **Arrêt :** Une impulsion sur le bouton poussoir S0 arrête le moteur.
- **Protection :** Le moteur est alimenté en triphasé. La protection de celui-ci est assurée par le sectionneur porte fusible et par le relais thermique. Le contact NF du relais thermique F

coupe l'alimentation du circuit de commande en cas d'échauffement anormal du moteur.  
Les fusibles Q coupent le circuit lors d'une surintensité.

## 6.7. Évaluation formative

### Exercice : Montage simple allumage avec une prise de courant

- Établissez le schéma multifilaire, unifilaire et architectural du montage présenté par la Figure 6.17.



Avec : L : phase N : Neutre PE : Fil de terre S1 : Interrupteur simple allumage  
L1 : Lampe à incandescence PC1 : prise de courant

Figure 6.17. Schéma développé : Montage simple allumage avec une prise de courant.

### Exercice : Montage va-et-vient et montage double allumage

- Établissez le schéma multifilaire, unifilaire et architectural du montage présenté par la Figure 6.18.

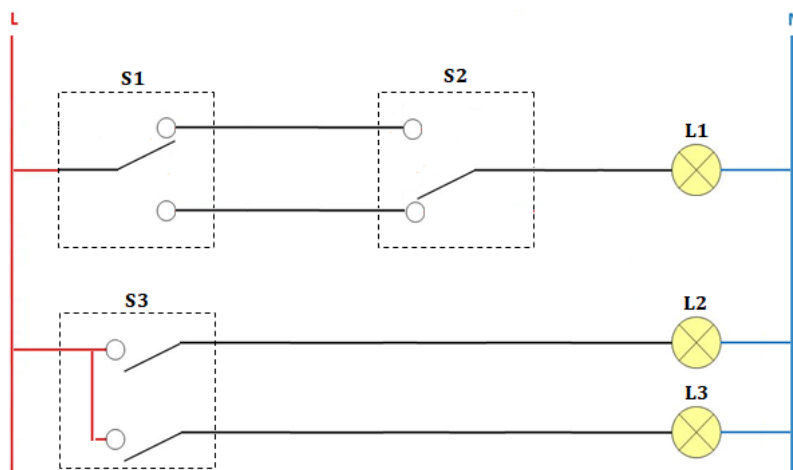
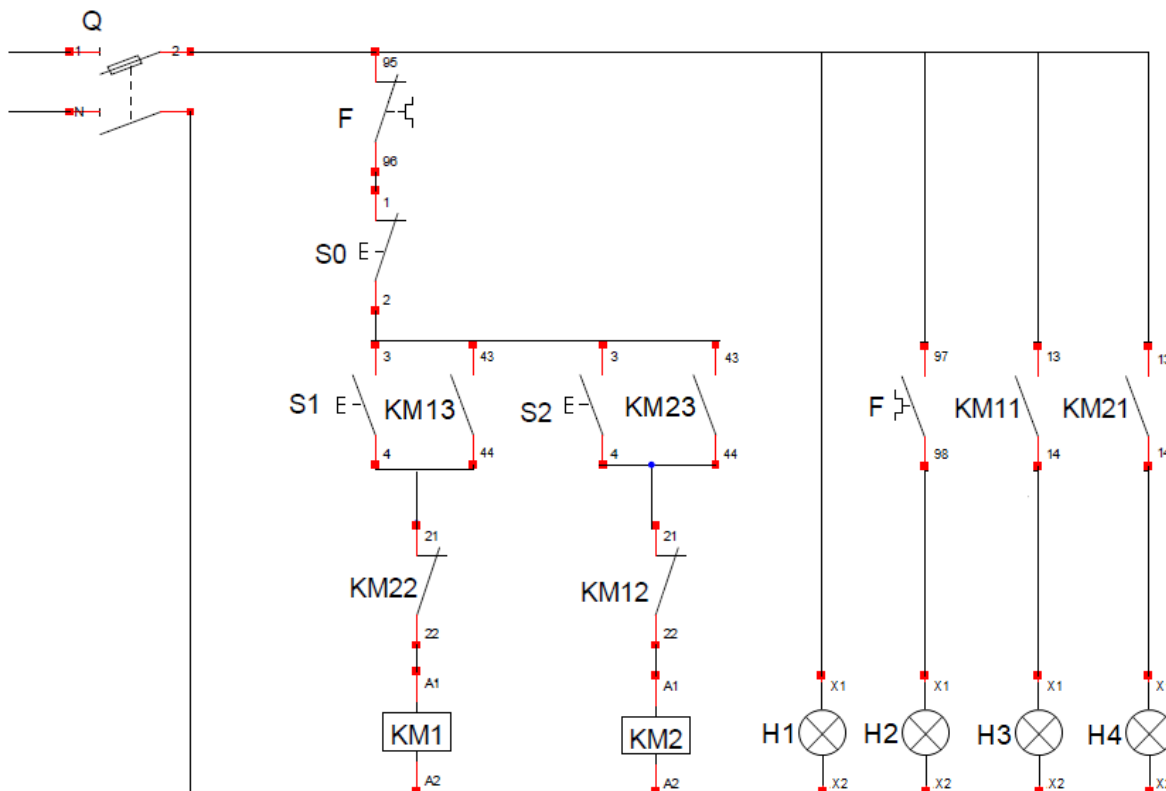


Figure 6.18. Schéma développé : Montage va-et-vient/double allumage.



### Exercice : Démarrage direct dans deux sens de rotation

- Donner le circuit de puissance d'un démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé dans deux sens de rotation, dont le circuit est composé des éléments suivants : une source d'alimentation triphasé (L1 L2 et L3), deux contacteurs (KM1 et KM2), un relais thermique F et un moteur asynchrone triphasé M.
- Quel est l'élément qui intervient lors de l'apparition d'un court-circuit dans l'installation citée ci-dessus.
- Identifier les différents composants du circuit de commande présenté dans la Figure 6.19.
- Expliquer le principe de la mise en fonctionnement du circuit de commande présenté dans la Figure 6.19.



**Figure 6.19.** Circuit de commande d'un démarrage direct semi-automatique d'un moteur asynchrone triphasé dans deux sens de rotation.