

**VI. Elaboration des schémas électriques :****▪ Définition :**

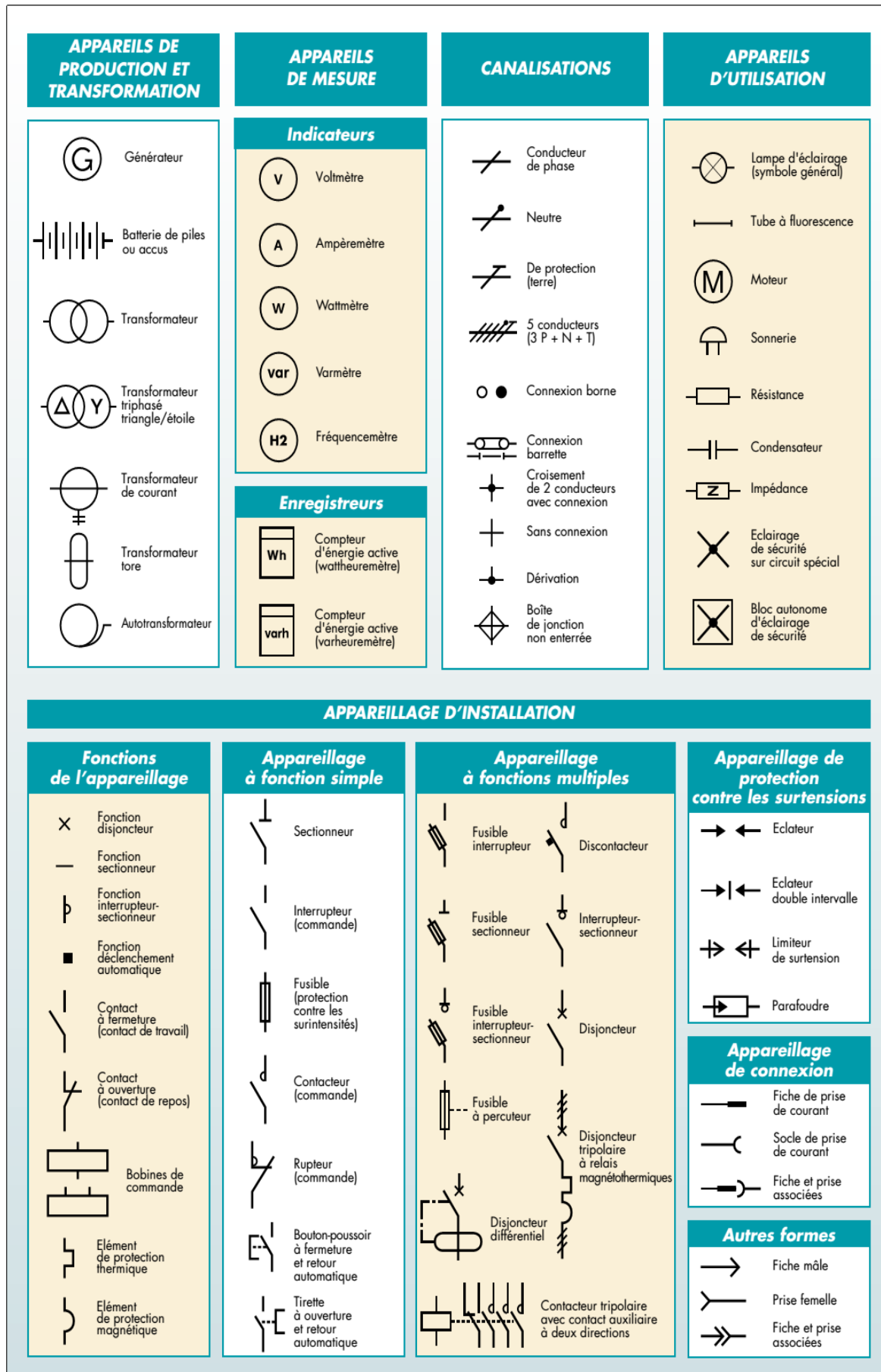
Le schéma électrique vise à représenter au mieux le circuit électrique grâce à des symboles normalisés, la normalisation existe à l'échelon international dont l'objectif est de parvenir à un langage commun des électriciens qui facilite l'écriture, la lecture et la compréhension des schémas électriques. La normalisation des symboles permet également de lire un schéma électrique plus rapidement par n'importe quel technicien. Le but principal d'un schéma électrique est :

- D'expliquer le fonctionnement de l'équipement.
- De fournir les bases d'établissement et de réalisation des installations.
- De faciliter la mise en service.
- De faciliter la maintenance et les réparations plus rapidement.

**▪ Symboles et normalisations:**

Pour représenter un circuit électrique, l'emploi d'un schéma et de symboles normalisés s'avère très pratique. Le tableau ci-après a pour objet de faciliter la réalisation de schémas d'installations électriques. Ces symboles sont ceux qui ont été adoptés sur le plan international. Ils sont destinés à définir l'implantation des équipements électriques non seulement sur le plan architectural de maison, logement et autres bâtiment domestique mais également dans la construction des installations industrielles. Il est clair que l'installation électrique, doit faire l'objet d'un schéma ou d'un tableau indiquant notamment :

- ✓ La nature et la composition des circuits (points d'utilisation desservis, nombre et section des conducteurs, nature des canalisations, etc.).
- ✓ Les caractéristiques des dispositifs assurant les fonctions de protection, de séparation, de commande, etc.



▪ **Classification des schémas électriques :**

On peut classer les schémas électriques de plusieurs façons (schéma domestique, industriel, simple, complexe, etc.), mais la classification plus courante est celle déterminée selon deux termes :

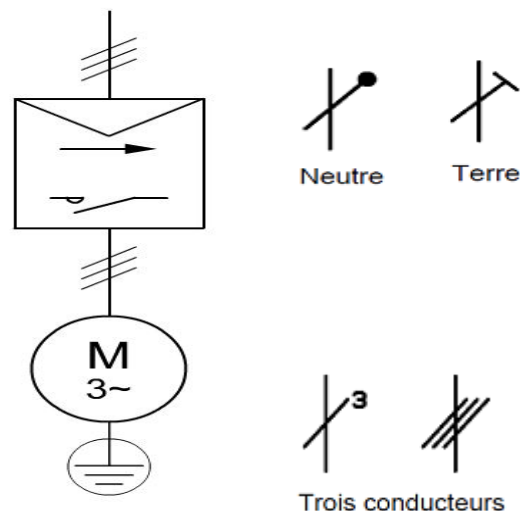
- **Selon l'objectif envisagé:** exemples ;
  - ✓ Schéma de principe.
  - ✓ Schéma de fonction.
  - ✓ Schéma de réalisation.
- **Selon le mode de représentation:** on s'intéresse au trois facteurs.
  - ✓ Nombre de conducteurs.
  - ✓ Emplacement des symboles.
  - ✓ Représentation topographique.

1- **Classification selon le nombre de conducteurs :**

a) **Représentation unifilaire :**

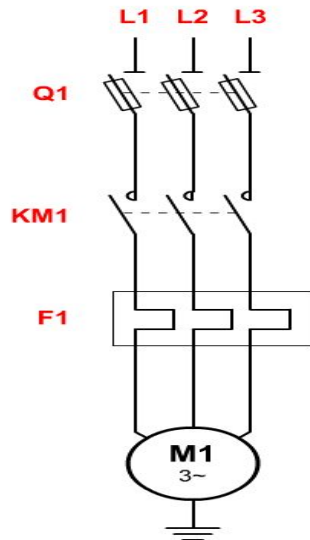
Consiste à représenter deux ou plusieurs conducteurs par un trait unique.

Exemple : démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé à cage un seul sens de marche.

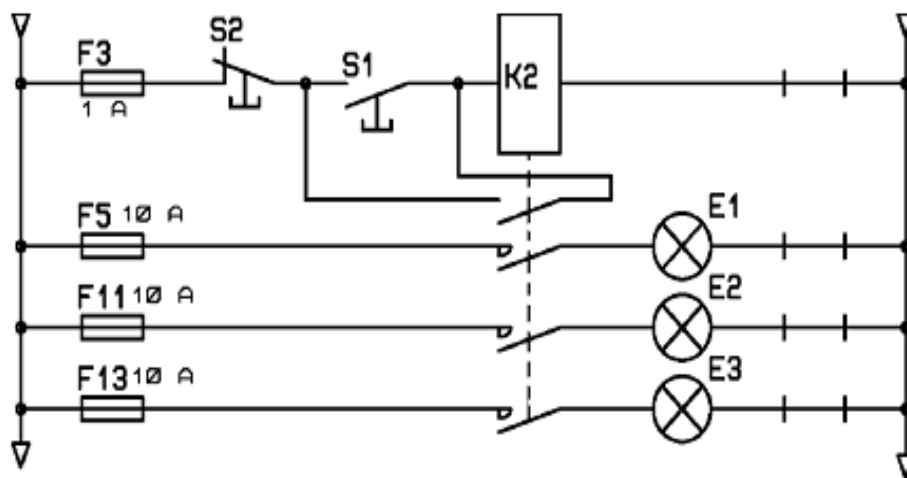


b) Représentation multifilaire :

Chaque conducteur est représenté par un trait individuel. On prend même exemple, démarrage direct d'un moteur asynchrone triphasé à cage un seul sens de marche.

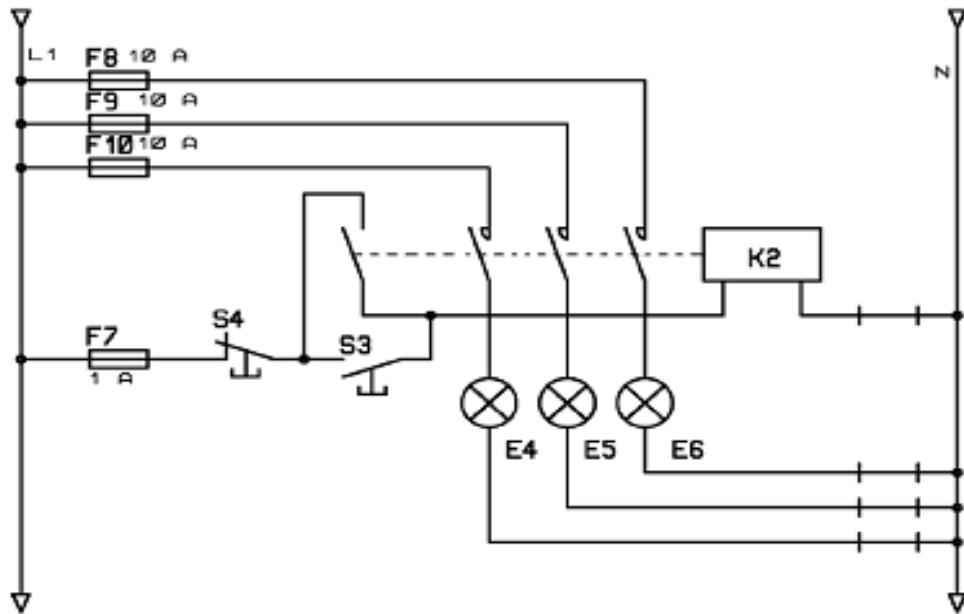
2- Classification selon l'emplacement des symboles:a) Représentation assemblée :

Les symboles des éléments d'un appareil sont représentés juxtaposés sur le schéma.

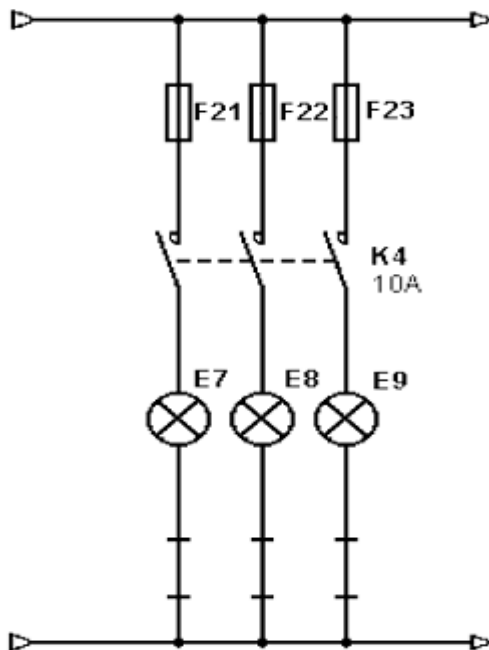


b) Représentation rangée :

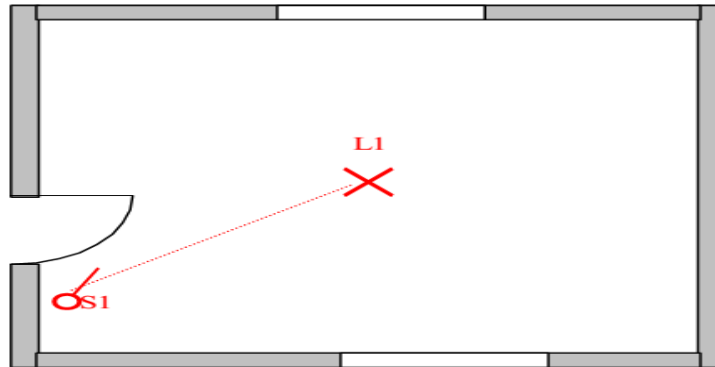
Les symboles des éléments d'un appareil sont disposés de façon à pouvoir représenter simplement les liaisons mécaniques.

c) Représentation développée :

Les symboles des éléments sont séparés et disposés pour suivre facilement le tracé



- 3- **Classification selon représentation topographique:** L'emplacement des symboles rappelle la disposition topographique des matériels correspondants : schémas de réalisation, schémas architecturaux (d'implantation) et schémas de réseaux.

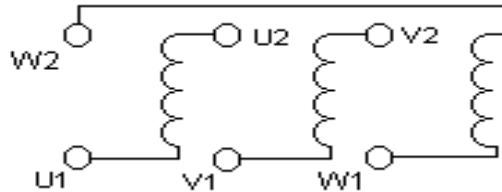


- **Désignations:** La désignation de l'appareillage permette d'exprimer les caractères alphabétiques du type de moyen d'exploitation.

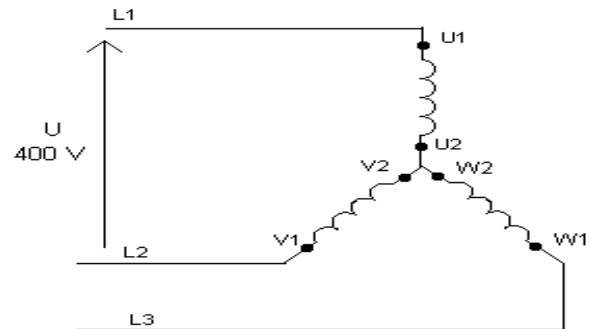
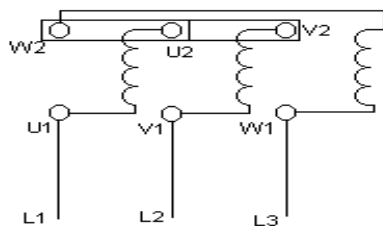
| Carac-tères | Moyen d'exploitation                                                        | Exemples                                                                                       |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A           | Modules                                                                     | Amplificateurs, combinaisons d'appareils                                                       |
| B           | Convertisseurs de grandeurs non électr. en grandeurs électr. et inversement | Convertisseur de mesure, synchro-transmetteur, capteur angulaire                               |
| C           | Condensateurs                                                               | Condensateurs de compensation, déparasitage, démarrage                                         |
| D           | Dispositifs de temporisation et de mémorisation, éléments binaires          | Lignes de retard, éléments bistables et monostables, mémoire à tores, registres                |
| E           | Divers                                                                      | Eclairage, chauffage ainsi que dispositifs qui ne font pas partie du tableau                   |
| F           | Dispositifs de protection                                                   | Sécurités, déclencheurs, verrouillages                                                         |
| G           | Générateurs, alimentations électriques                                      | Batterie, blocs secteurs, oscillateurs                                                         |
| H           | Dispositifs de signalisation                                                | Signalisations lumineuses, signalisations acoustiques                                          |
| K           | Relais, contacteurs                                                         | Relais temporisés, contacteurs principaux et auxiliaires                                       |
| L           | Inductances                                                                 | Ballasts inductifs, bobines d'allumage                                                         |
| M           | Moteurs                                                                     | Moteurs à courant alternatif, triphasé, continu                                                |
| P           | Appareils de mesure, dispositifs de test                                    | Dispositifs de mesure afficheurs, compteurs                                                    |
| Q           | Appareils de commutation à courant fort                                     | Sectionneurs, sectionneurs de puissance, interr. principaux                                    |
| R           | Résistances                                                                 | Résistances fixes et réglables, shunts, thermistances, etc.                                    |
| S           | Interrupteurs auxiliaires, sélecteurs                                       | Touche pression, interr. de commande, commutateur rotatif                                      |
| T           | Transformateurs                                                             | Convertisseurs de courant et de tension, transformateurs de commande, secteur et de protection |
| U           | Modulateurs, convertisseurs de grandeurs électriques                        | Convertisseurs de fréquence, transducteurs, démodulateurs, dispositifs de codage               |
| V           | Tubes, semi-conducteurs                                                     | Tubes cathodiques, diodes, tube à décharge gazeuse                                             |
| W           | Eléments de transmission                                                    | Guide d'ondes, jeux de barres, câbles                                                          |
| X           | Bornes, dispositifs à enfichage                                             | Bornes à visser et à souder, fiches, prises                                                    |
| Y           | Dispositifs mécaniques à enclenchement électrique                           | Freins, embrayages, soupapes pneumatiques                                                      |
| Z           | Terminaisons, filtres, limiteurs                                            | Imitation de câbles, régulateur dynamique                                                      |

▪ **Principe de repérage et de marquage pour les bornes de connexion :**

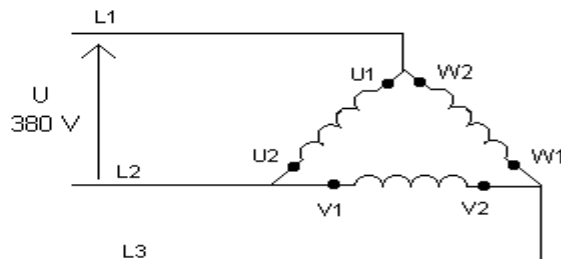
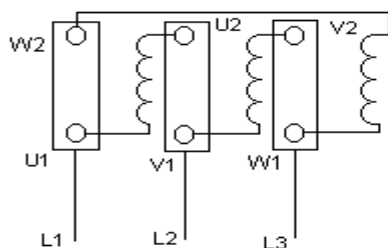
En marquant les extrémités des éléments par des lettres de référence, exemple ; U, V et W on rajoute un préfixe numérique après la lettre pour distinguer entre l'entrée et la sortie de l'élément (U1 pour l'entrée, U2 pour la sortie) également si on a un group d'éléments semblables ayant même lettres de référence, on les distingue par un préfixe numérique placé devant la lettre (1U1, 1U2).



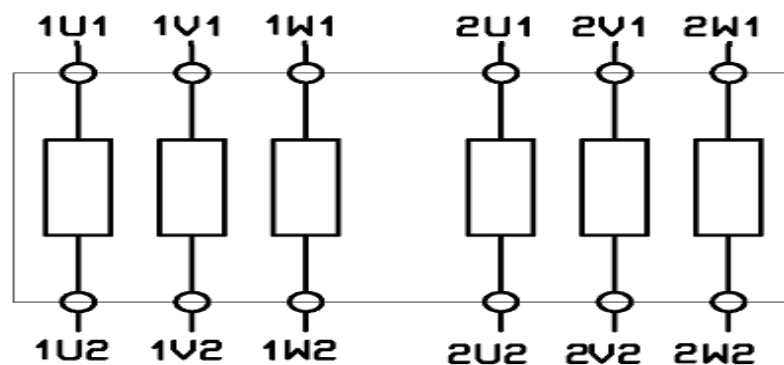
**Couplage étoile :**



**Couplage triagle :**



**Lettres de références pour plusieurs groupe semblables :**



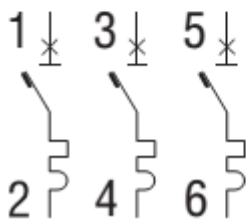
▪ **Principe de marquage pour les pôles principaux et contacts auxiliaires :**

➤ **Pôles de puissance :**

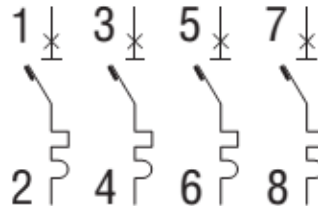
Comme nous l'avons mentionné précédemment, les pôles de puissance sont repérés par un seul chiffre de 1 à 6 pour un appareil tripolaire et de 1 à 8 pour un appareil tétrapolaire quelque soit sa fonction.



**P2 MB 3P...**



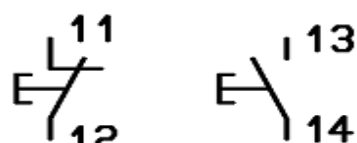
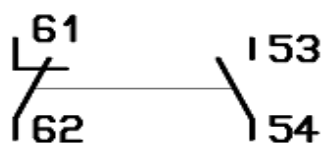
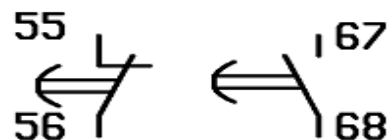
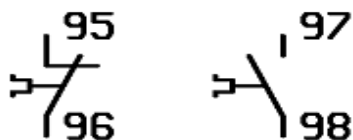
**P2 MB 4P...**



➤ **Contacts auxiliaires :**

Ils sont repérés par un nombre de deux chiffres. Le chiffre des unités indique la fonction du contact, le chiffre des dizaines indique le numéro d'ordre de chaque contact de l'appareil sauf le 9 qui est réservé au relais de protection, on distingue :

- Contact à ouverture (1-2).
- Contact à fermeture (3-4).
- Contact à fonctionnement spécial (5-6, 7-8).

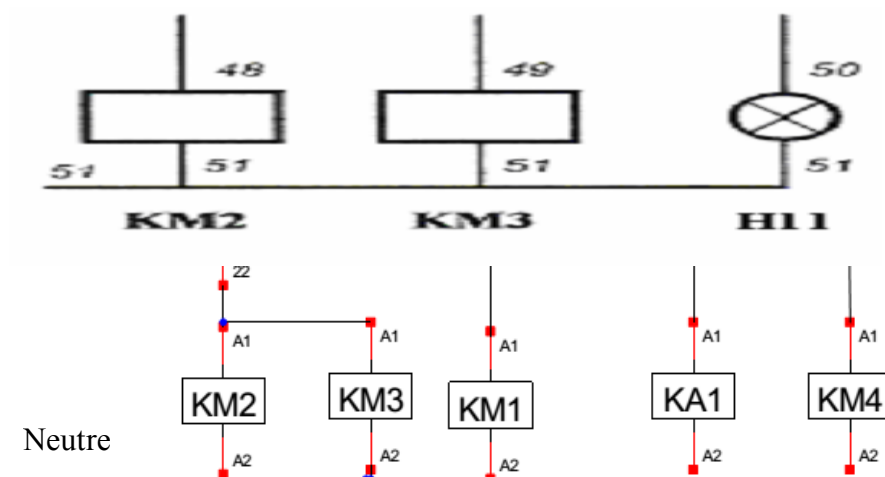


### ▪ Repérage des conducteurs :

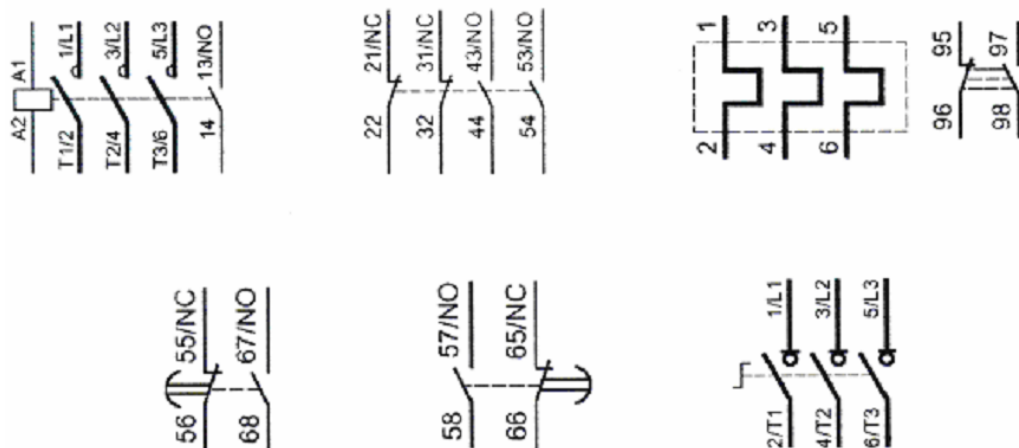
Chaque conducteur doit porter un repère correspondant à celui du schéma électrique. On distingue :

#### ➤ Repérage équipotentiel :

C'est le plus simple à mettre en œuvre. Tous les conducteurs toujours soumis au même potentiel portent un même numéro. Le numéro change lorsqu'il y a possibilité d'ouverture du circuit.



- Repérage dépendant du matériel : la méthode consiste à affecter aux conducteurs les numéros de repères donnés aux matériels par les constructeurs. Un adressage est nécessaire pour ne pas confondre les conducteurs raccordés sur du matériel similaire. Exemples :



▪ **Repérage appareils :** Exemples ;

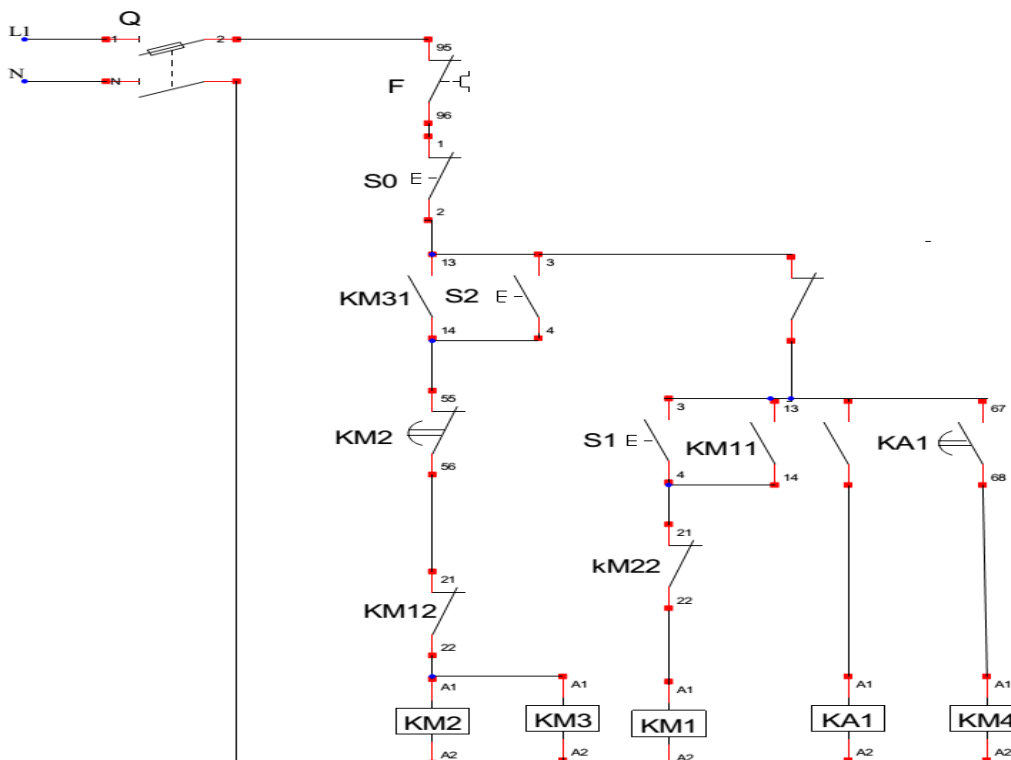
| Lettre repère | Matériels                                  |
|---------------|--------------------------------------------|
| F             | Appareil de protection                     |
| M             | moteur                                     |
| Q             | Dispositif de sectionnement, disjoncteur.. |
| S             | Commande manuelle, BP, fin de course...    |
| KA            | Contacteur auxiliaire                      |
| KM            | Contacteur de puissance                    |

▪ **Exemples de lecture des schémas de commande et de puissance :**

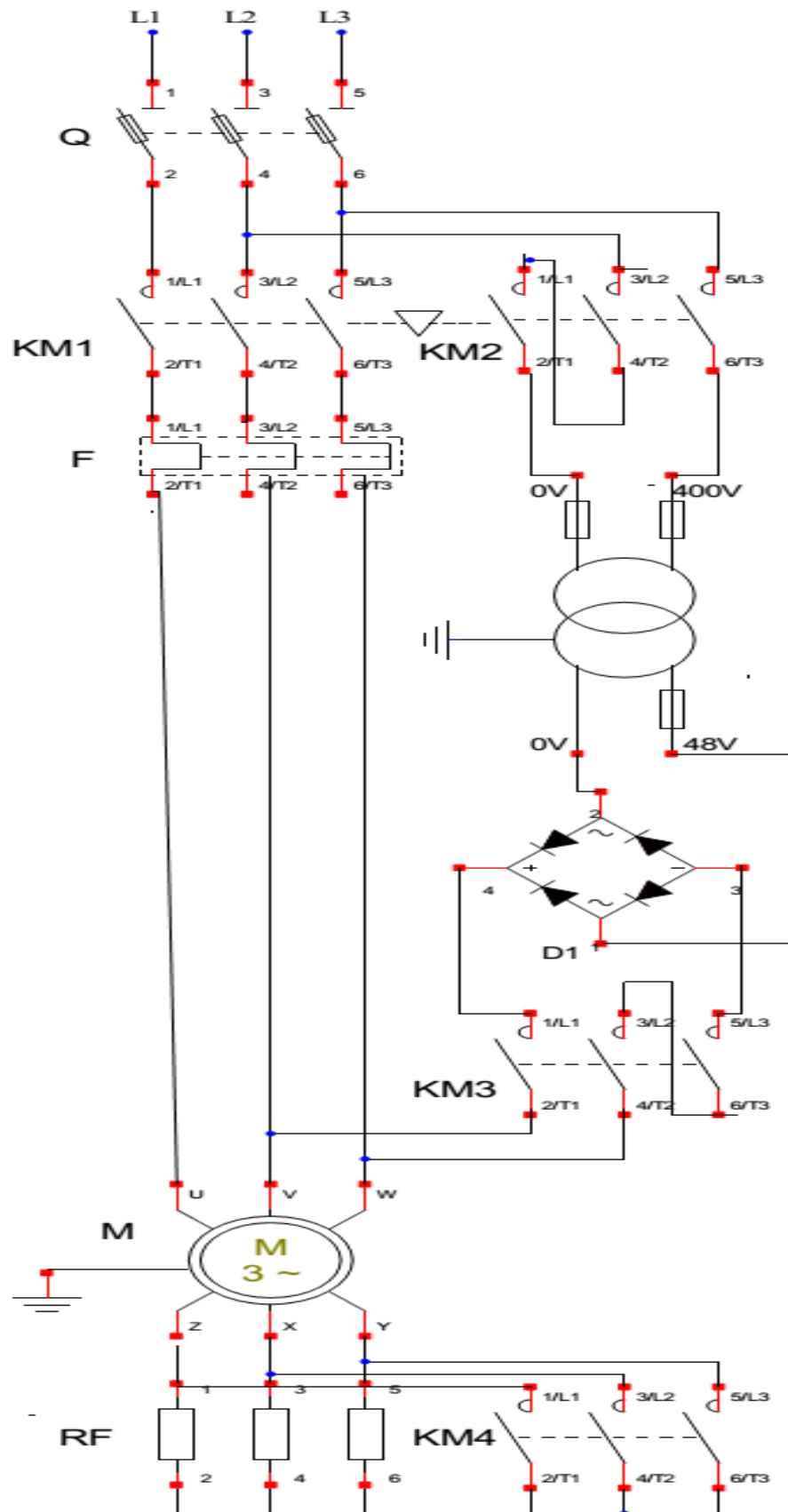
La représentation et l'élaboration des schémas électriques se fait toujours hors tension dans les conditions initiales. Différents structures vont constituer un dossier :

- Circuit de puissance.
- Circuit de commande.
- Circuit des borniers.
- Carnet de câbles.
- Nomenclature, etc.

➤ **Circuit de commande :**



➤ **Circuit de puissance :**



**Q** : Sectionneur.                    **F** : Relais thermique.

**S0** : Bouton poussoir arrêt non freiné.    **S1** : Bouton poussoir marche.

**S2** : Bouton poussoir arrêt freiné.

**KM2, KM3** : Contacteurs pour le freinage.

**KM1** : Contacteur de ligne.

**KM4** : Contacteur de court – circuit de groupes des résistances.

**KA1** : Contacteur auxiliaire.

**KM1 2, KM2 2** : Contacts auxiliaires de verrouillage.

**KM1 1, KM3 1** : Contacts auxiliaires d'auto- alimentation (maintien).

**KA1 1** : Contact temporisé à la fermeture.

**RF** : Groupes des résistances.

▪ **Détermination pratique de la section minimale des conducteurs:**

La section des conducteurs est déterminée à partir de la connaissance du courant maximal admissible  $I_z$  de la canalisation lui-même déterminé à partir des conducteurs et de leur condition d'emploi. La détermination des valeurs de courants admissibles se fait selon les principes fondamentaux d'exploitation des installations et de sécurité des personnes. Le tableau des courants admissibles donné ci-après, permet de déterminer directement la section des conducteurs en fonction :

- Du type de conducteur ; en cuivre ou en aluminium.
- De la nature de l'isolant qui définit la température maximale admissible en fonctionnement, notée PR pour les isolants supportant 90 °C (EPR, PRC...) et PVC pour ceux supportant 70 °C.
- Du courant admissible théorique.
- Le nombre de conducteurs chargés.
- De la méthode de référence -mode de pose- (B, C, D, E, F), ils sont regroupés sous quatre rubriques :

- ✓ Pose à l'air libre.
- ✓ Pose sous conduit ou goulotte à l'air libre.
- ✓ Pose encastrée dans les éléments de construction.
- ✓ Pose enterrée.

Si le mode de pose varie le long du parcours d'un câble ou conducteur, le courant admissible doit être déterminé pour la partie la plus défavorable. Néanmoins, pour une pose à l'air libre, on ne prendra pas en compte un passage sous conduit de moins de 1 m, ou un passage encastré sur moins de 0,20 m.

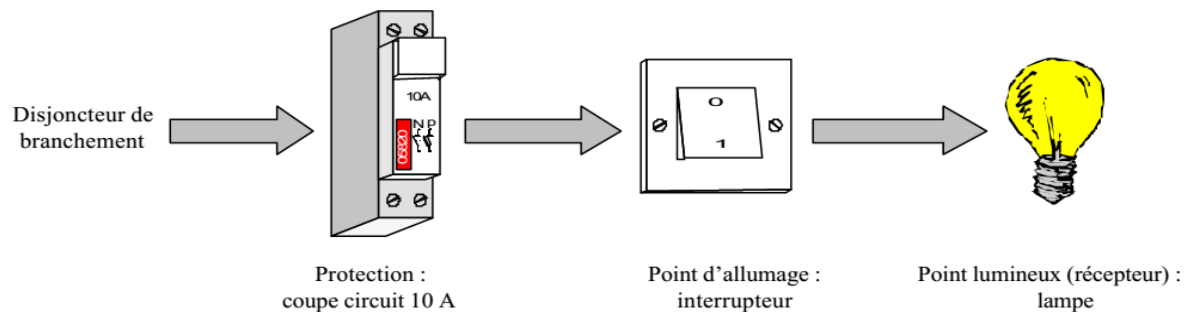
| Courants admissibles dans les canalisations (en A) |     |                                          |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |      |      |
|----------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|------|
| Méthodes de référence                              |     | Isolant et nombre de conducteurs chargés |       |       |       |       |       |      |      |      |       |       |      |      |
|                                                    |     | PVC 3                                    | PVC 2 |       | PR 3  |       | PR 2  |      |      |      |       |       |      |      |
| B                                                  |     | PVC 3                                    | PVC 2 |       | PR 3  |       | PR 2  |      |      |      |       |       |      |      |
| C                                                  |     |                                          | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3  |       | PR 2 |      |      |       |       |      |      |
| D                                                  |     |                                          |       |       |       |       |       |      |      |      | PVC 3 | PVC 2 | PR 3 | PR 2 |
| E                                                  |     |                                          |       | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3  |      | PR 2 |      |       |       |      |      |
| F                                                  |     |                                          |       |       | PVC 3 |       | PVC 2 | PR 3 |      | PR 2 |       |       |      |      |
| Conducteurs cuivre                                 | 1,5 | 15,5                                     | 17,5  | 18,5  | 19,5  | 22    | 23    | 24   | 26   |      | 26    | 32    | 31   | 37   |
|                                                    | 2,5 | 21                                       | 24    | 25    | 27    | 30    | 31    | 33   | 36   |      | 34    | 42    | 41   | 48   |
|                                                    | 4   | 28                                       | 32    | 34    | 36    | 40    | 42    | 45   | 49   |      | 44    | 54    | 53   | 63   |
|                                                    | 6   | 36                                       | 41    | 43    | 48    | 51    | 54    | 58   | 63   |      | 56    | 67    | 66   | 80   |
|                                                    | 10  | 50                                       | 57    | 60    | 63    | 70    | 75    | 80   | 86   |      | 74    | 90    | 87   | 104  |
|                                                    | 16  | 68                                       | 76    | 80    | 85    | 94    | 100   | 107  | 115  |      | 96    | 116   | 113  | 136  |
|                                                    | 25  | 89                                       | 96    | 101   | 112   | 119   | 127   | 138  | 149  | 161  | 123   | 148   | 144  | 173  |
|                                                    | 35  | 110                                      | 119   | 126   | 138   | 147   | 158   | 169  | 185  | 200  | 147   | 178   | 174  | 208  |
|                                                    | 50  | 134                                      | 144   | 153   | 168   | 179   | 192   | 207  | 225  | 242  | 174   | 211   | 206  | 247  |
|                                                    | 70  | 171                                      | 184   | 196   | 213   | 229   | 246   | 268  | 289  | 310  | 216   | 261   | 254  | 304  |
|                                                    | 95  | 207                                      | 223   | 238   | 258   | 278   | 298   | 328  | 352  | 377  | 256   | 308   | 301  | 360  |
|                                                    | 120 | 239                                      | 259   | 276   | 299   | 322   | 346   | 382  | 410  | 437  | 290   | 351   | 343  | 410  |
|                                                    | 150 |                                          | 299   | 319   | 344   | 371   | 395   | 441  | 473  | 504  | 328   | 397   | 387  | 463  |
|                                                    | 185 |                                          | 341   | 364   | 392   | 424   | 450   | 506  | 542  | 575  | 367   | 445   | 434  | 518  |
|                                                    | 240 |                                          | 403   | 430   | 461   | 500   | 538   | 599  | 641  | 679  | 424   | 514   | 501  | 598  |
|                                                    | 300 |                                          | 464   | 497   | 530   | 576   | 621   | 693  | 741  | 783  | 480   | 581   | 565  | 677  |
|                                                    | 400 |                                          |       |       |       | 656   | 754   | 825  |      | 940  |       |       |      |      |
|                                                    | 500 |                                          |       |       |       | 749   | 868   | 946  |      | 1083 |       |       |      |      |
|                                                    | 630 |                                          |       |       |       | 855   | 1005  | 1088 |      | 1254 |       |       |      |      |
| Conducteurs aluminium                              | 2,5 | 16,5                                     | 18,5  | 19,5  | 21    | 23    | 24    | 26   | 28   |      |       |       |      |      |
|                                                    | 4   | 22                                       | 25    | 26    | 28    | 31    | 32    | 35   | 38   |      |       |       |      |      |
|                                                    | 6   | 28                                       | 32    | 33    | 36    | 39    | 42    | 45   | 49   |      |       |       |      |      |
|                                                    | 10  | 39                                       | 44    | 46    | 49    | 54    | 58    | 62   | 67   |      | 57    | 68    | 67   | 80   |
|                                                    | 16  | 53                                       | 59    | 61    | 66    | 73    | 77    | 84   | 91   |      | 74    | 88    | 87   | 104  |
|                                                    | 25  | 70                                       | 73    | 78    | 83    | 90    | 97    | 101  | 108  | 121  | 94    | 114   | 111  | 133  |
|                                                    | 35  | 86                                       | 90    | 96    | 103   | 112   | 120   | 126  | 135  | 150  | 114   | 137   | 134  | 160  |
|                                                    | 50  | 104                                      | 110   | 117   | 125   | 136   | 146   | 154  | 164  | 184  | 134   | 161   | 160  | 188  |
|                                                    | 70  | 133                                      | 140   | 150   | 160   | 174   | 187   | 198  | 211  | 237  | 167   | 200   | 197  | 233  |
|                                                    | 95  | 161                                      | 170   | 183   | 195   | 211   | 227   | 241  | 257  | 289  | 197   | 237   | 234  | 275  |
|                                                    | 120 | 186                                      | 197   | 212   | 226   | 245   | 263   | 280  | 300  | 337  | 224   | 270   | 266  | 314  |
|                                                    | 150 |                                          | 227   | 245   | 261   | 283   | 304   | 324  | 346  | 389  | 254   | 304   | 300  | 359  |
|                                                    | 185 |                                          | 259   | 280   | 298   | 323   | 347   | 371  | 397  | 447  | 285   | 343   | 337  | 398  |
|                                                    | 240 |                                          | 305   | 330   | 352   | 382   | 409   | 439  | 470  | 530  | 328   | 396   | 388  | 458  |
|                                                    | 300 |                                          | 351   | 381   | 406   | 440   | 471   | 508  | 543  | 613  | 371   | 447   | 440  | 520  |
|                                                    | 400 |                                          |       |       |       | 526   | 600   | 663  |      | 740  |       |       |      |      |
|                                                    | 500 |                                          |       |       |       | 610   | 694   | 770  |      | 856  |       |       |      |      |
|                                                    | 630 |                                          |       |       |       | 711   | 808   | 899  |      | 996  |       |       |      |      |

## Travaux pratiques :

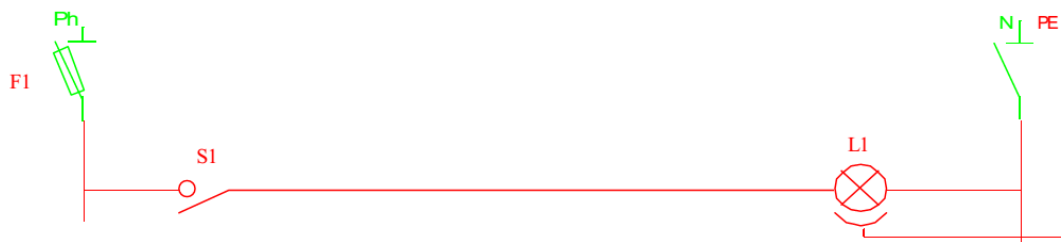
### 1- Installations électriques domestiques (circuits d'éclairage):

#### a- Montage simple allumage :

Ce montage permet de commander (mise en ou hors service) une lampe d'éclairage d'un seul lieu.

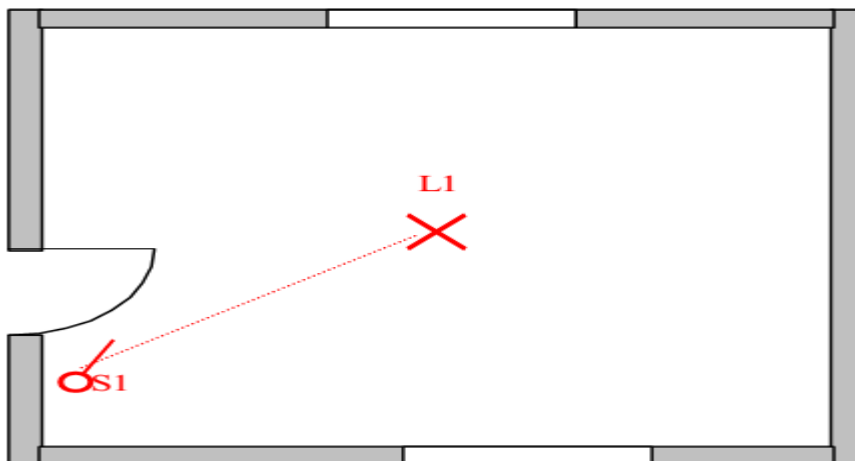


#### ❖ Schéma développé du montage :



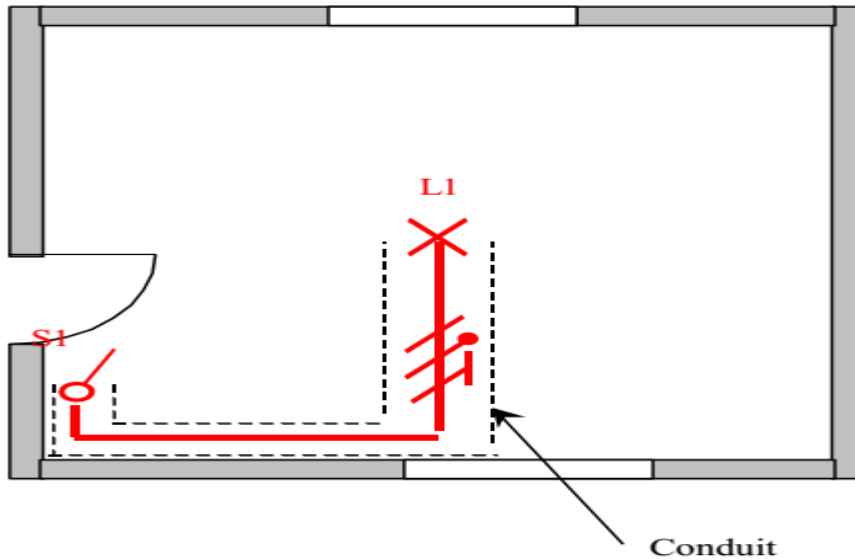
#### ❖ Schéma architectural (implantation) du montage :

Ce schéma a pour but de donner l'emplacement des éléments du schéma développé à l'intérieur de la pièce concernée.

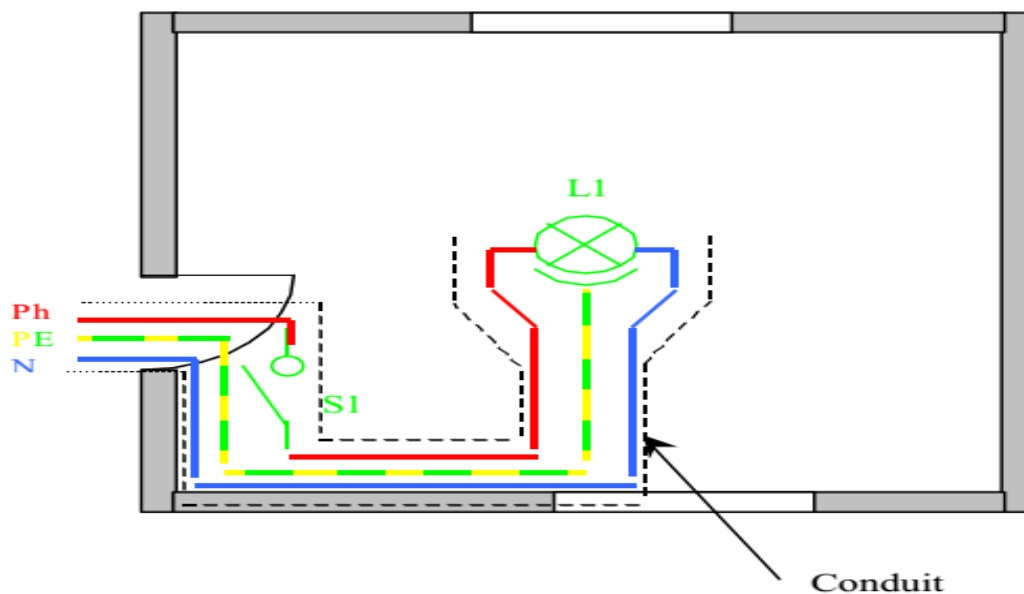


❖ Schéma unifilaire du montage :

Ce schéma permet de donner l'emplacement des conduits dans lesquels ils y auront les conducteurs. Il nous indiquera aussi le nombre de conducteur présent à l'intérieur et leur type (phase, neutre, conducteur de protection, etc.).

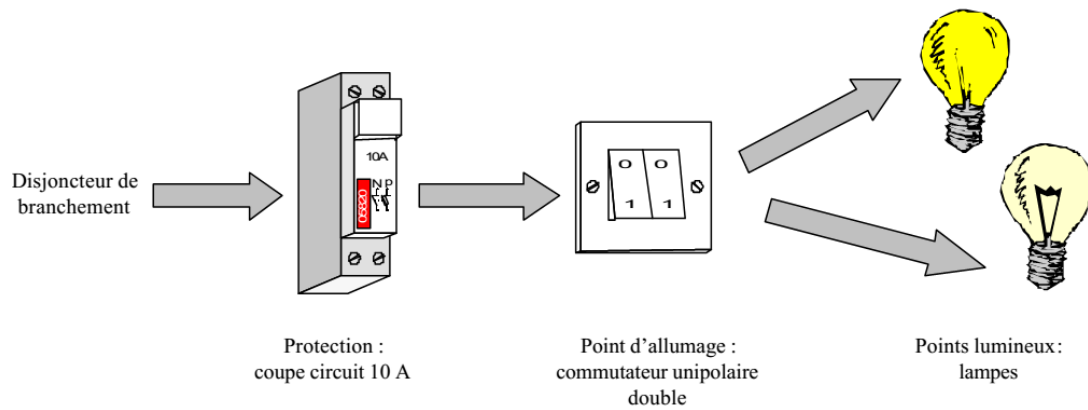
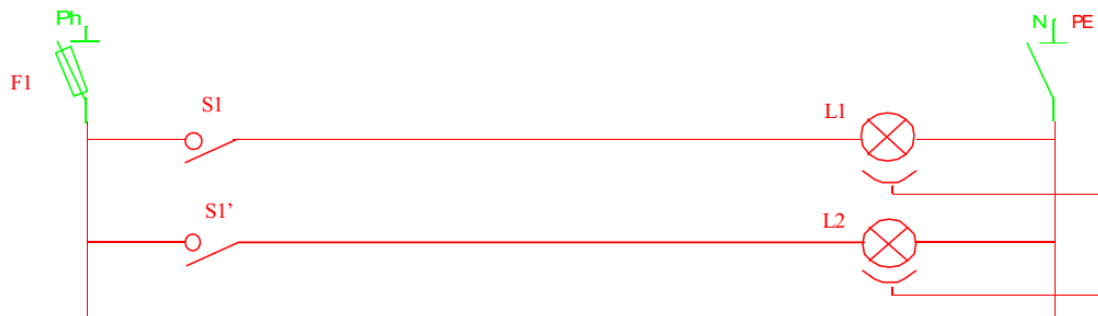
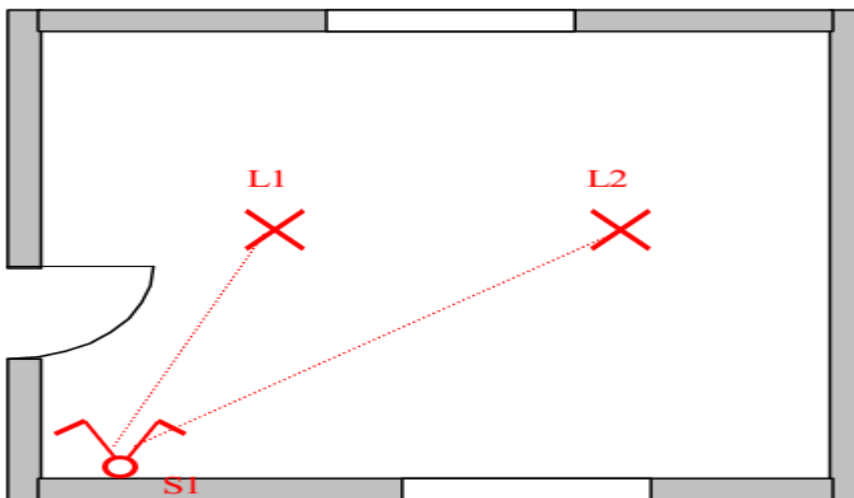
❖ Schéma multifilaire du montage :

Ce schéma permet d'expliquer comment sont branchés tous les conducteurs (phase, neutre, conducteur de protection, etc.) sur les appareils électriques. C'est le schéma de branchement ou de câblage de l'installation.



**b- Montage double allumage :**

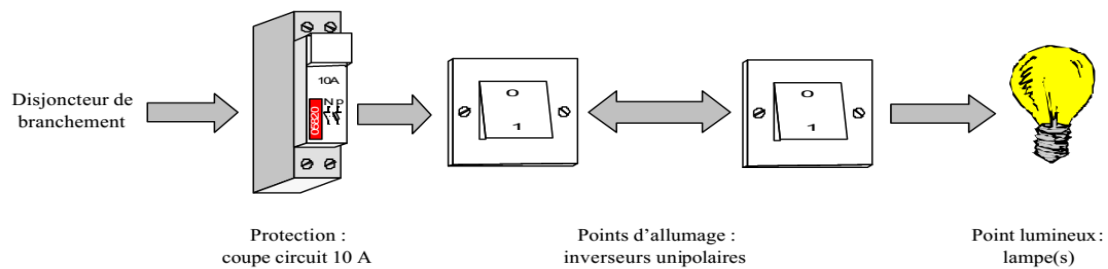
Ce montage permet de commander d'un seul endroit deux circuits d'éclairage différents.

❖ Schéma développé du montage :❖ Schéma architectural (implantation) du montage :

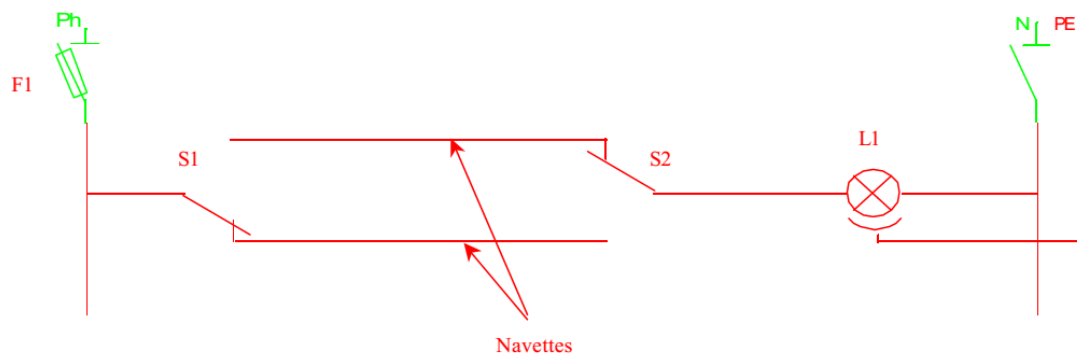
Ce montage est utilisé pour commander les lustres de salle à manger, éclairage de vitrines de magasin, etc.

### c- Montage va- et- vient :

Ce montage permet de commander un circuit d'éclairage de deux endroits différents.



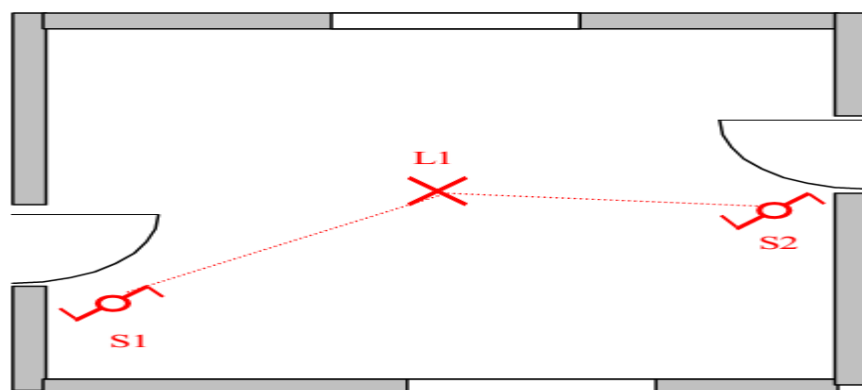
### ❖ Schéma développé du montage :



Dès que l'on manœuvre un des commutateurs (S1 ou S2), le circuit est fermé et la lampe est allumée. Si l'on manœuvre une deuxième fois un des commutateurs, le circuit s'ouvre et la lampe s'éteint. Les deux conducteurs, reliant les commutateurs S1 et S2 entre eux, s'appellent les navettes.

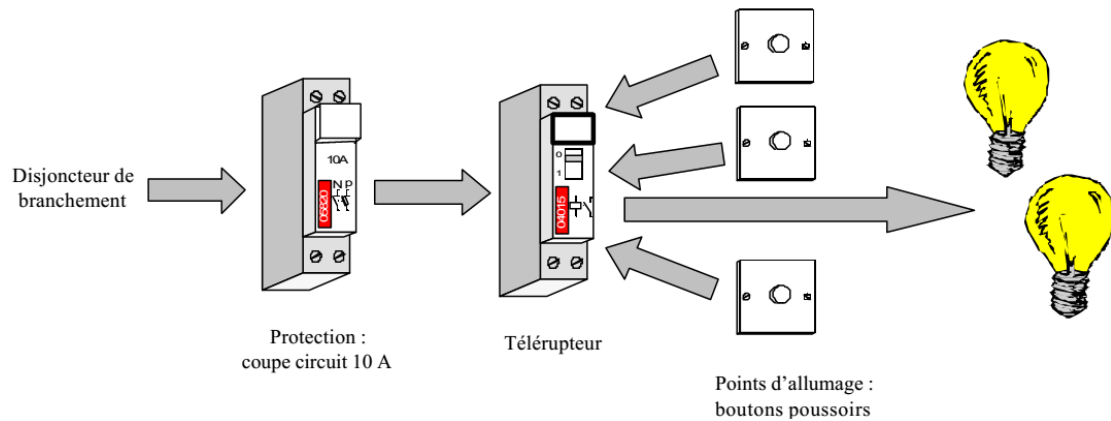
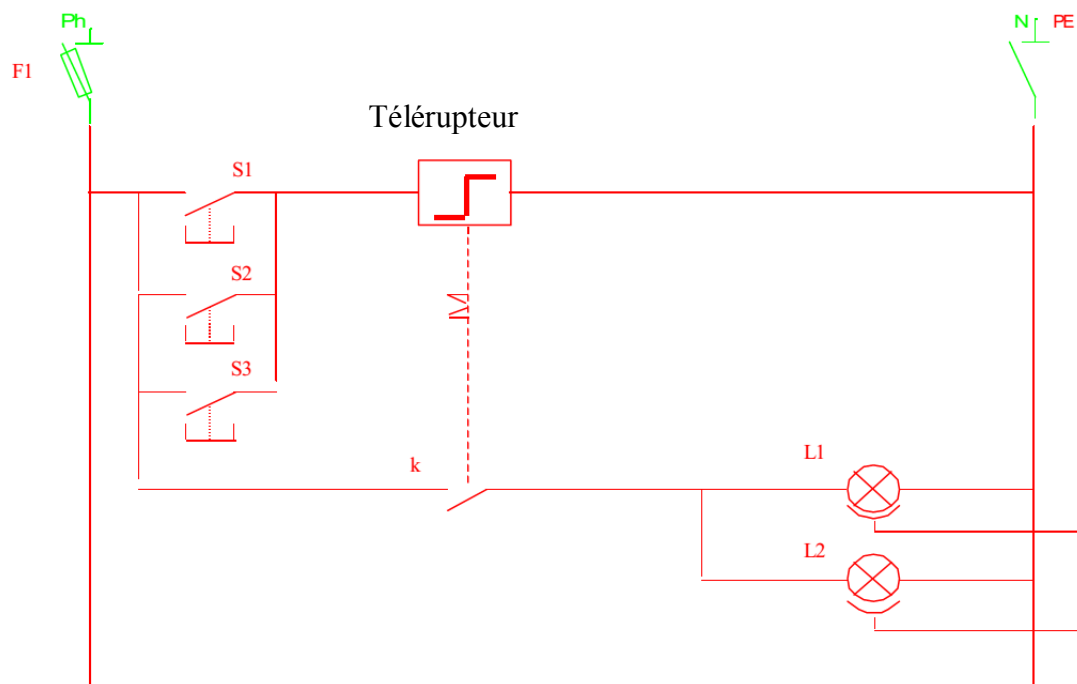
Ce montage est utilisé dans les grandes pièces, pièces à deux entrées, couloirs, garage, montées d'escaliers, etc.

### ❖ Schéma architectural (implantation) du montage :

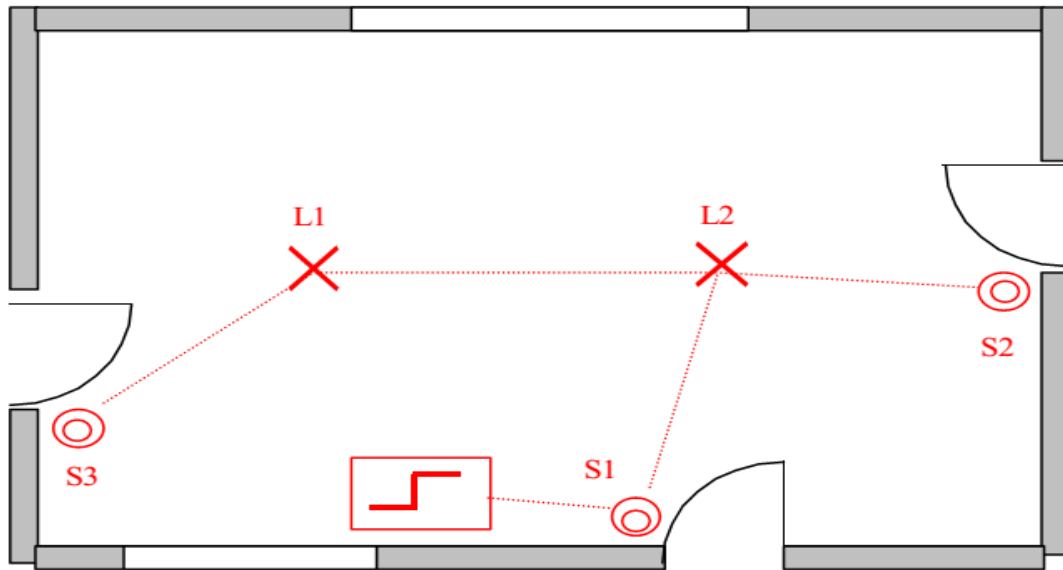


**d- Montage avec télérupteur :**

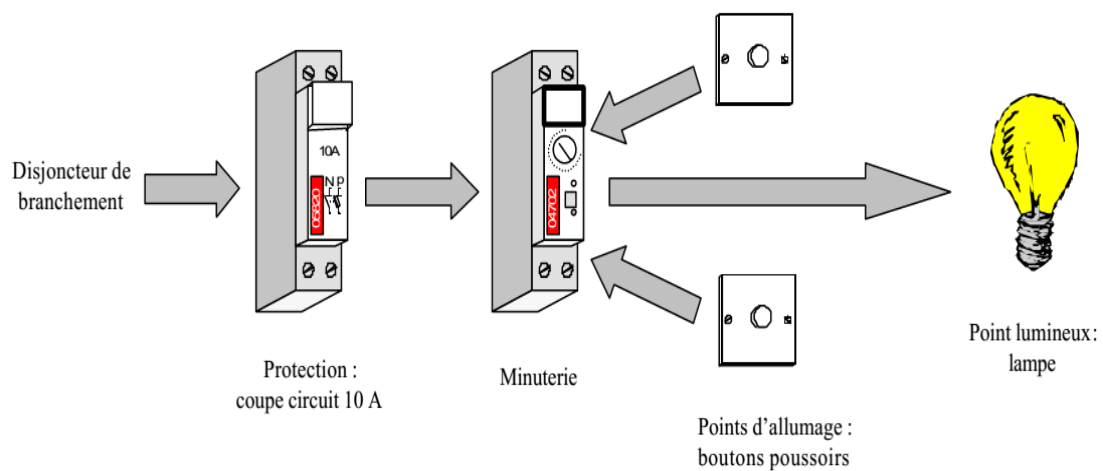
On installe un télérupteur lorsque l'on dispose d'au moins de trois points de commande pour l'allumage ou l'extinction d'une ou plusieurs lampes. Ce montage est utilisé surtout dans les Halls, Couloirs.

❖ Schéma développé du montage :

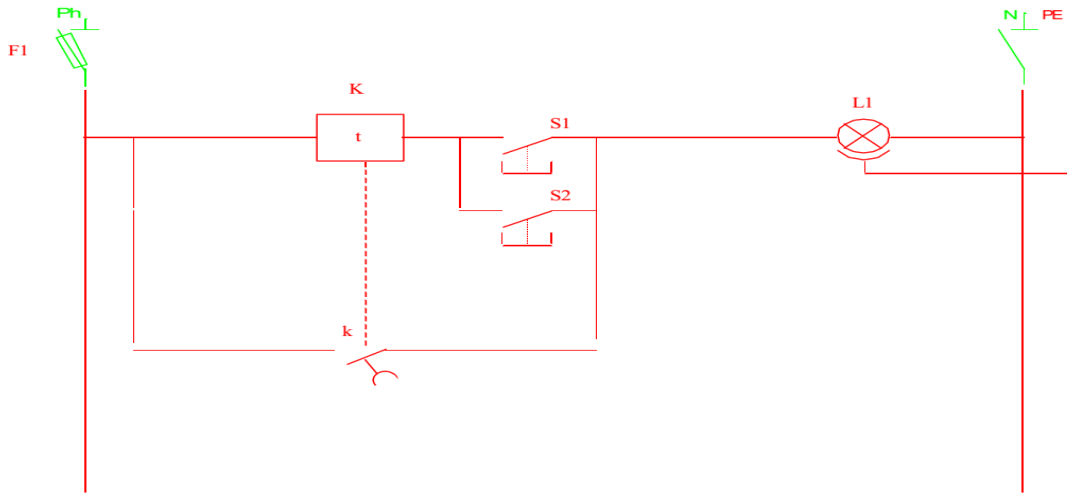
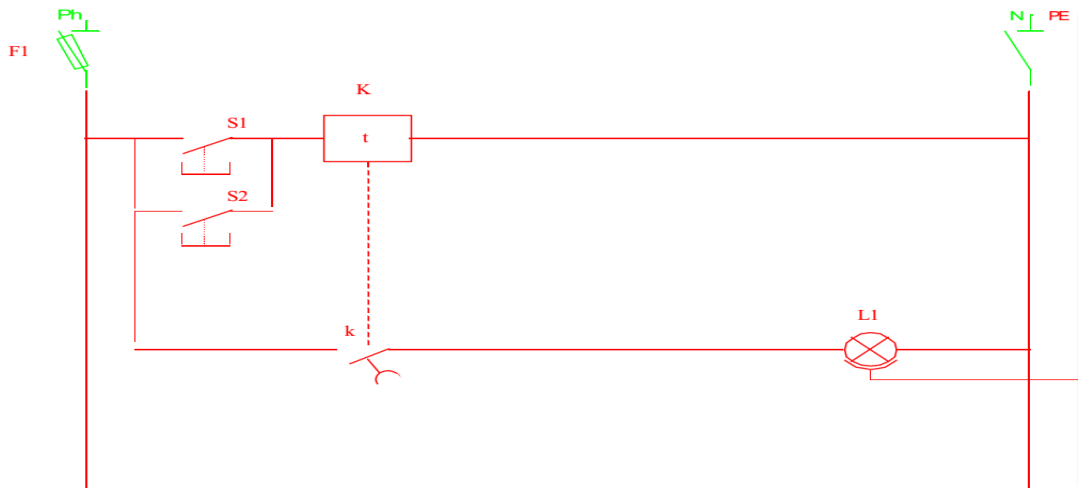
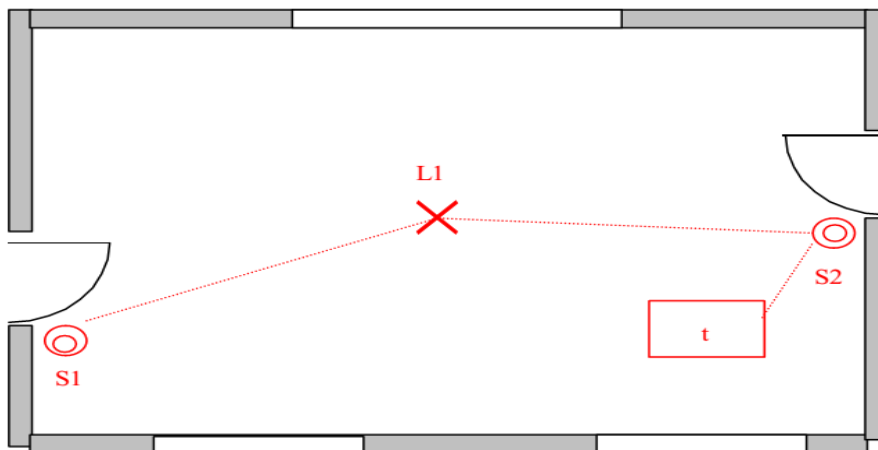
Une impulsion sur l'un des boutons poussoirs des points d'allumage, permet la mise sous tension et l'allumage des lampes. Une nouvelle impulsion sur l'un des boutons poussoirs, permet d'éteindre les lampes.

❖ Schéma architectural (implantation) du montage :e- Montage avec minuterie :

On installe une minuterie lorsque l'on désire une extinction automatique d'une ou plusieurs lampes.



Une impulsion sur un des boutons poussoirs, permet la mise sous tension et l'allumage d'une ou plusieurs lampes pendant un temps bien déterminé (réglable). L'extinction des lampes est automatique. On distingue deux schémas développés :

❖ Schéma développé sans effet :❖ Schéma développé avec effet :❖ Schéma architectural (implantation) du montage :

**✓ Objectif :**

Cette partie des travaux pratique vise à faire un récapitulatif pour l'étudiant pour tous les montages domestiques réalisés. L'étudiant doit réussir à la fin de cette partie l'éclairage de toutes les installations données.

**✓ Critères d'évaluation :**

- Câblage correcte.
- Méthode de travail de l'étudiant.
- Réalisation et présentation des montages des différentes installations.
- Réponses aux questions posées à la fin de la séance.

**✓ Matériels nécessaires :**

- Source d'alimentation 220 V.
- Appareillage de protection (disjoncteur).
- Boutons poussoirs.
- Interrupteurs simple allumage et double allumage.
- Prises de courants, Lampes.
- Télérupteur, Minuterie.
- Fils rigide de section 1,5 mm<sup>2</sup> : rouge, bleu et vert-jaune.
- Fils rigide de section 2,5 mm<sup>2</sup> : rouge, bleu et vert-jaune.
- Pince coupant, pince à dénuder les fils.
- Tournevis test, tournevis américain, tournevis français.

**2- Commande électromécanique des machines électriques à courant alternatif :****✓ Objectifs :**

Dans cette partie des travaux pratique, d'étudiant doit savoir :

- Etudier le fonctionnement et les caractéristiques des différents types des démarreurs et freinages des moteurs asynchrones triphasés.
- Mettre en évidence les phénomènes de démarrage et de freinage des moteurs asynchrones triphasés.
- Visualiser les différentes parties de câblage.
- Distinguer pratiquement la différence entre circuit de puissance et circuit de commande.

**✓ Critères d'évaluation :**

- Câblage correcte.

- Méthode de travail de l'étudiant.
- Réalisation et présentation des montages des différentes installations.
- Réponses aux questions posées toujours à la fin de la séance.

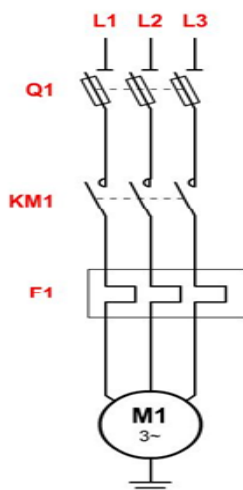
✓ **Matériels nécessaires :**

- Source d'alimentation 220 V/ 380 V, 230 V/ 400 V.
- Appareillages de protections (disjoncteur, sectionneur porte fusibles et relais thermique).
- Boutons poussoirs (S). Groupes de résistances (R)
- Contacteurs de puissance (KM) et de commande (KA).
- Blocs additifs des contacts auxiliaires standards.
- Blocs additifs des contacts auxiliaires temporisés.
- Prises de courants, Redresseur monophasé.
- Transformateur abaisseur 400 V/48 V.
- Moteurs électriques (à cage, à bague).
- Fils rigide de section 1,5 mm<sup>2</sup> : rouge, bleu et vert-jaune.
- Fils rigide de section 2,5 mm<sup>2</sup> : rouge, bleu et vert-jaune.
- Pince coupant, pince à dénuder les fils.
- Tournevis test, tournevis américain, tournevis français.

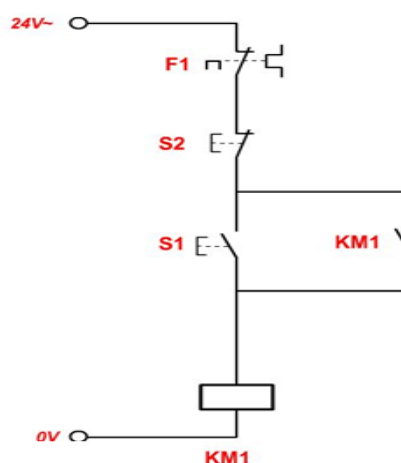
**a- Démarrage direct d'un moteur à un et deux sens de rotation :**

- Démarrage direct à un sens de rotation : c'est le schéma le plus simple à réaliser, les enroulements du stator du moteur à cage sont directement couplés au réseau. La pointe de courant de démarrage est varié de (5 à 8 In).

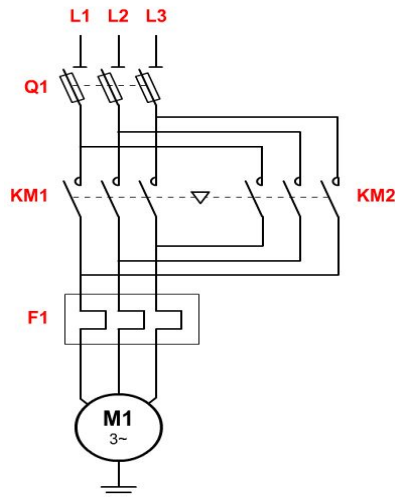
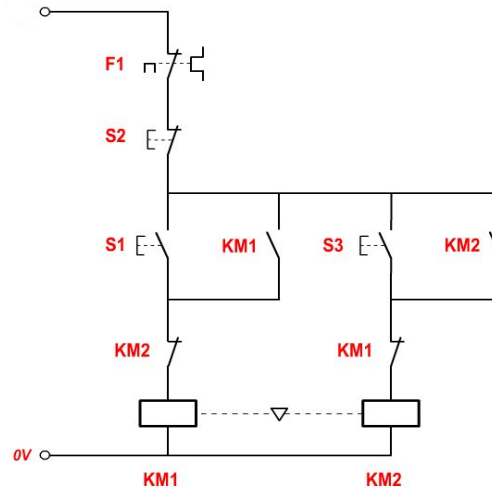
**Circuit de puissance**



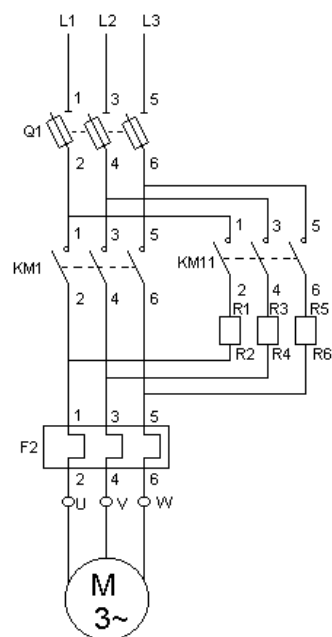
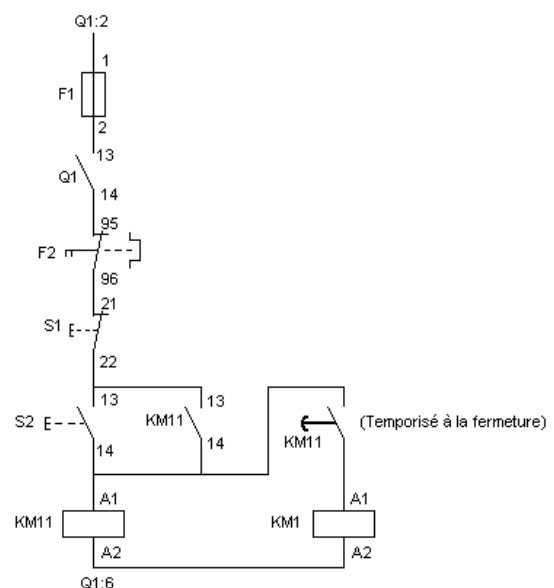
**circuit de commande**



- Démarrage direct à deux sens de rotation : pour changer le sens de rotation d'un moteur asynchrone triphasé, il faut inverser deux des trois phases du circuit d'alimentation.

**Circuit de puissance****Circuit de commande**

- b- Démarrage statorique (moteur à cage)** : le démarrage s'effectue en deux temps et dure entre 7 à 12 S, le courant de démarrage est de l'ordre de 4.2 In.
- Dans le premier temps, on met en série avec chaque phase du stator une résistance (Fermeture KM 11).
  - Dans le second temps, on court- circuit les résistances (KM 1).

**Circuit de puissance****Circuit de commande**

**c- Démarrage étoile triangle :**

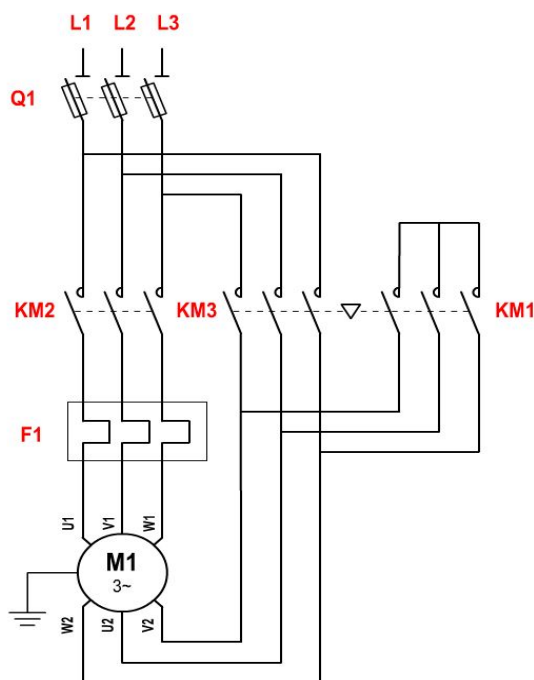
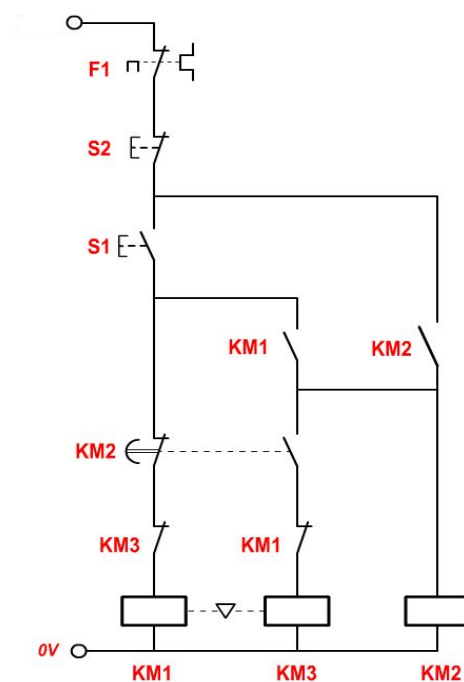
Le démarrage s'effectue en deux étapes et dure 3 à 7 secondes.

- Dans la première partie : couplage étoile du moteur ;

Les enroulements sont soumis à une tension ( $U/\text{racine de } 3$ ), le courant de démarrage  $I_d$  est réduit par rapport au démarrage direct ( $I_d = 1.3 \text{ à } 2.6 I_n$ ), le couple au démarrage est plus faible qu'en démarrage direct ( $C_d = 0.2 \text{ à } 0.5 C_n$ ).

- Dans la deuxième partie : couplage triangle du moteur ;

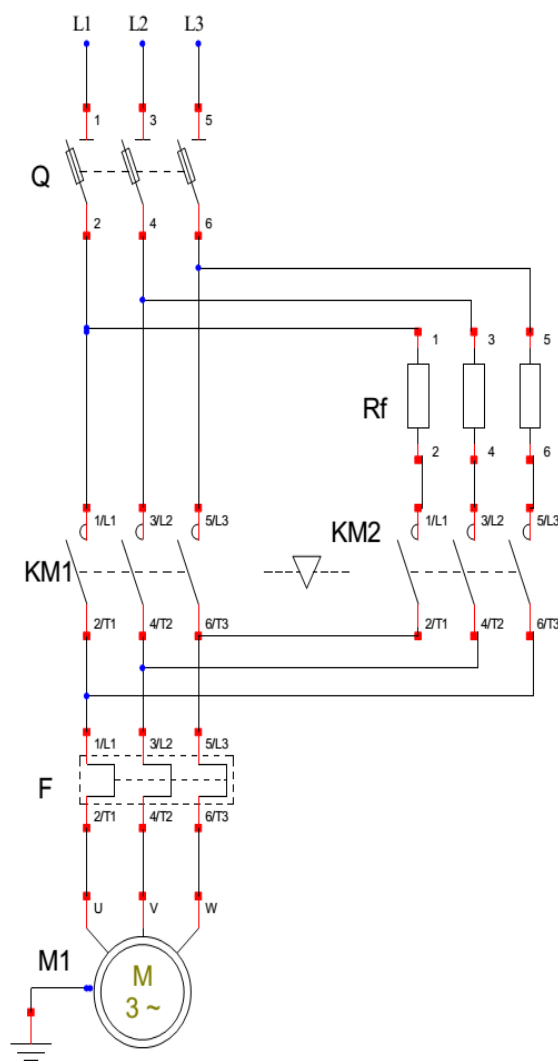
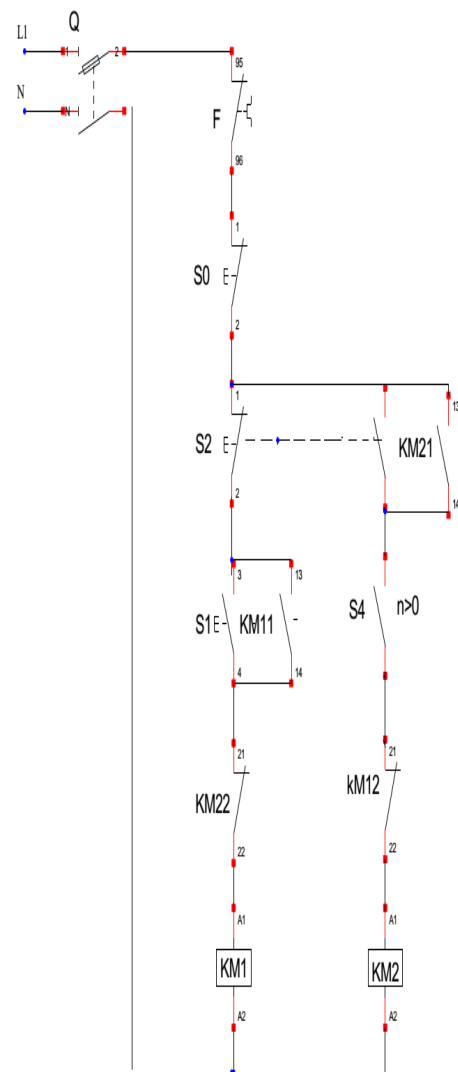
Quand le moteur est lancé, on passe au couplage triangle et le moteur atteint sa vitesse nominale à pleine tension.

**Circuit de puissance****Circuit de commande**

**d- Freinage par contre courant :**

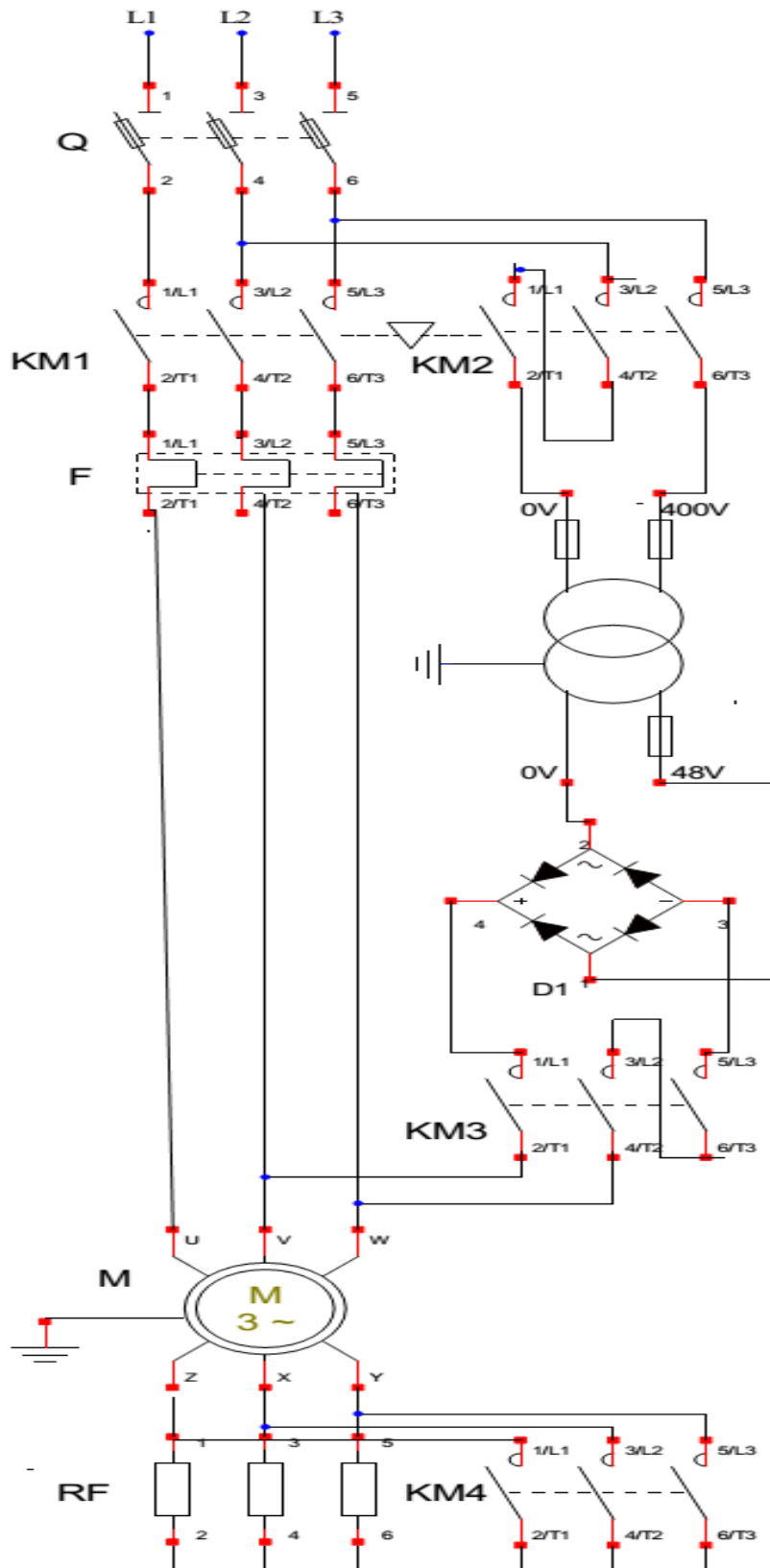
Le freinage par contre courant consiste à inverser deux phases d'alimentation, moteur lancé, pour qu'il change de sens de rotation. La fréquence de rotation va alors décroître rapidement et, au moment où elle devient nulle, on coupe l'alimentation. Le changement de sens de rotation, moteur lancé, implique que le moteur doit alors vaincre un couple résistant plus important. Il va donc consommer beaucoup plus de courant. Pour limiter ce dernier, on doit placer des résistances en série avec le stator. Il faut aussi couper l'alimentation du frein au moment précis où le moteur s'arrête sinon, il va repartir dans l'autre sens.

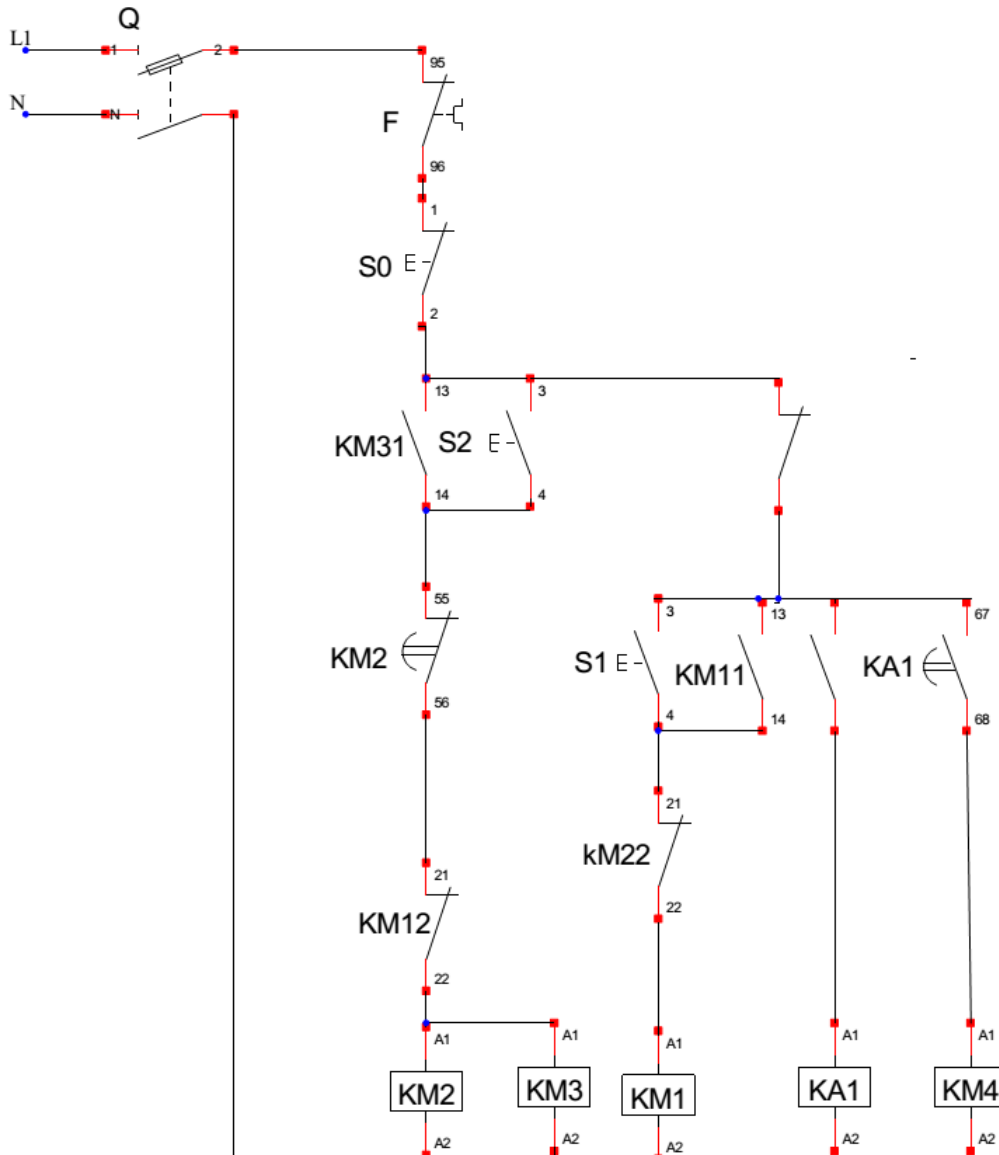
Ce mode de freinage est très efficace.

**Circuit de puissance****Circuit de commande**

e- Freinage par injection d'un courant continu :

## Circuit de puissance



**Circuit de commande**

Ce mode de freinage est utilisé sur les moteurs à cages et à bagues. En coupant l'alimentation triphasée appliquée au stator, à ce moment, on applique à ce stator une tension continu, on crée alors un champ fixe. Ce champ fixe a pour but de bloquer la rotation du rotor du moteur.

Pour ce mode de freinage, il n'y a pas de risque de démarrage dans l'autre sens.

**Références Bibliographiques :**

- Guide de la distribution électrique basse tension et HTA 2009.
- <http://www.Electrotechnique-fr.com>
- Protection des circuits et matériels électriques 2013.
- Rapport, Technologie Appareillage de coupure, ALLILECHE. M. 1994.
- Physique Appliquée – G. Pinson.
- Appareillage – industriels, cours.
- Guide Schneider Electric.
- Appareillage modulaire BETA protect.
- Cours Matériaux – appareillage – électrique. H.BEN AMMAR.
- Cours Schémas et appareillages électriques. Dr : N. BENAIRE. 2014.
- Cours appareillages électriques basse tension.
- Cours chapitre 9 Protection par fusibles. 2009.
- Sciences de l'ingénieur. 2005.
- Généralités sur les réseaux électriques, Cahier Technique n°6.
- Guide de la mesure de terre. 2013.
- Cours Protection des personnes et de matériels.
- Jeux de barres à basse tension, ROLAND AUBER. 2008.
- Disjoncteurs moteur magnétothermiques, Schneider Electric.
- <http://www.gecif.net>
- Livre, Sécurité et Intérim.
- Livre, Electricité Industrielle Avancé. Brigitte REMACLE. 2014.
- Résumé théorique et guide de travaux pratiques, Mme ELKORNO NAIMA. 2006.
- Livre, Le guide de l'installation électrique, MM GUELMANE et ROUSSELIN. 2012.
- <http://louispayen.apinc.org>
- Livre, La sécurité reliée à l'électricité comprendre et prévenir, MARIE-JOSEE ROSS. 2<sup>ème</sup> édition, 2011.
- Education à la sécurité et à la prévention des risques électriques en sciences physiques. Cours.
- Cours Electricité – régulation, PHILIPPE CRETAL, PATRICK DELPECH.
- Dossier Risques Electriques, 2017.

- Cours, La protection Electrique. 2013.
- Cours, Installation électrique domestique.
- Travaux pratiques Installations électriques1, NARJESS SGHAIER et Mbarek MBAREK.
- Extrait normes, guide hager.
- Disjoncteurs magnétothermiques et dispositifs différentiels, Lovato – electric.
- Cours, les différents schémas électriques en domestique.
- Catalogue distribution basse tension Schneider Electric.
- Electro système T STI et 1 STI, H. NEY, édition Nathan Technique.
- Livre, Comment marchent les disjoncteurs, REZEMIKA. 2016.
- Cours, démarrage et freinage des moteurs asynchrones triphasés.
- Livre, Contrôle des moteurs, commande de mouvement. 2008.
- [www.schneider-electric.fr](http://www.schneider-electric.fr)
- Guide hager, disjoncteur divisionnaire. 2001.
- Guide puissance. Distribution et Puissance Jusqu'à 400 A. 2007.
- Manuel technique, principe de protection, hager. 2018.
- Catalogue technique, SAGE Isomax S.
- Disjoncteur moteur J7MN [www.audin.fr](http://www.audin.fr)
- Cours les quatre schémas de base, O. JEANSOLIN.
- Guide schéma électrotechnique et électricité. [www.positron-libre.com](http://www.positron-libre.com)
- Les systèmes industriels, LP DESCARTES.
- Cours, Normes et symboles, 1<sup>ère</sup> GEL. 2003.
- Cours, principales règles de schéma électrique et de câblage, AMIENS.
- Cours, Symboles électriques. 2013.
- Symboles normalisés, PROMOTELEC. 2000.
- Livre, TEMBREAK 2, le disjoncteur de puissance compact, TERASAKI.
- Guide pratique, Détermination des sections de conducteurs et choix des dispositifs de protection Méthodes pratiques. UTE. 2003.
- Guide pratique, Schémas électriques Automatisation et distribution d'énergie. MOELLER GMBH, BONN. 2008.