

S8 – CONSTRUCTION ELECTRIQUE

Electromécanique : Composants et schémas électriques

Savoirs et connaissances associés au référentiel BTS ATI :

- **S841 (Normes et conventions électrique) : Identification de composants et compléter, élaborer des schémas d'installation**
- **S861, S862, S863 (Appareillages électriques) : Recherche de caractéristiques de composants**
- **S871 (Technologie et utilisation des moteurs) : caractéristiques de câblage d'un moteur asynchrone**

Séquence associée au référentiel ICAM Apprentissage 1^{er} cycle :

- **GEA 2 : Outils de représentation électrique normalisés et constituants de puissance**

Table des matières

1. LES NORMES	3
1.1 Modes de représentation des schémas électriques	3
1.1.1 Représentation selon le nombre de conducteurs :.....	3
1.1.2 Représentation selon l'emplacement des symboles.....	5
1.1.3 Représentation topographique :.....	7
1.2 Identification des éléments :	8
1.3 Repérage des conducteurs sur les schémas :	13
2 LES COMPOSANTS ELECTRIQUES	14
2.1 Constitution des installations :	14
2.2 Appareillages électriques :	15
2.2.1 Appareils d'isolement :.....	15
2.2.2 Appareils de protection.....	16
2.2.3 Organes de commande :.....	22
3 . EXEMPLE D'UNE ARMOIRE ELECTRIQUE DE FRAISEUSE CONVENTIONNELLE 24	
4 . DEMARRAGE DIRECT D'UN MOTEUR ASYNCHRONE	25
5 . SYMBOLISATION DES COMPOSANTS	26
6 . EXEMPLE DE SCHEMA DEVELOPPE	28

1. LES NORMES

1.1 Modes de représentation des schémas électriques

Un schéma électrique 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.

Il a pour but :

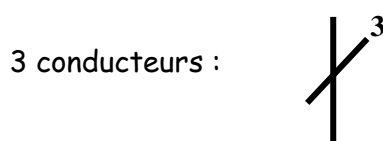
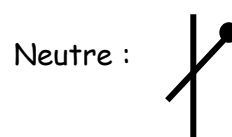
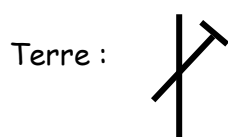
- D'expliquer le fonctionnement de l'équipement (il peut être accompagné de tableaux et de diagramme),
- De fournir les bases d'établissement des schémas de réalisation,
- De faciliter les essais et la maintenance.

Divers modes de représentations coexistent et respectent des normes précises :

1.1.1 Représentation selon le nombre de conducteurs :

- *Représentation unifilaire :*

Le conducteur est représenté par un trait unique. Ce conducteur peut être constitué d'un ou de plusieurs fils qui sont identifiés par un symbole approprié :



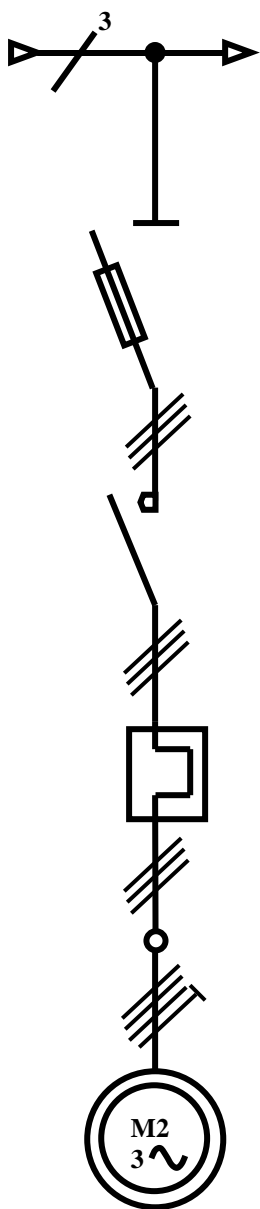
3 conducteurs + terre



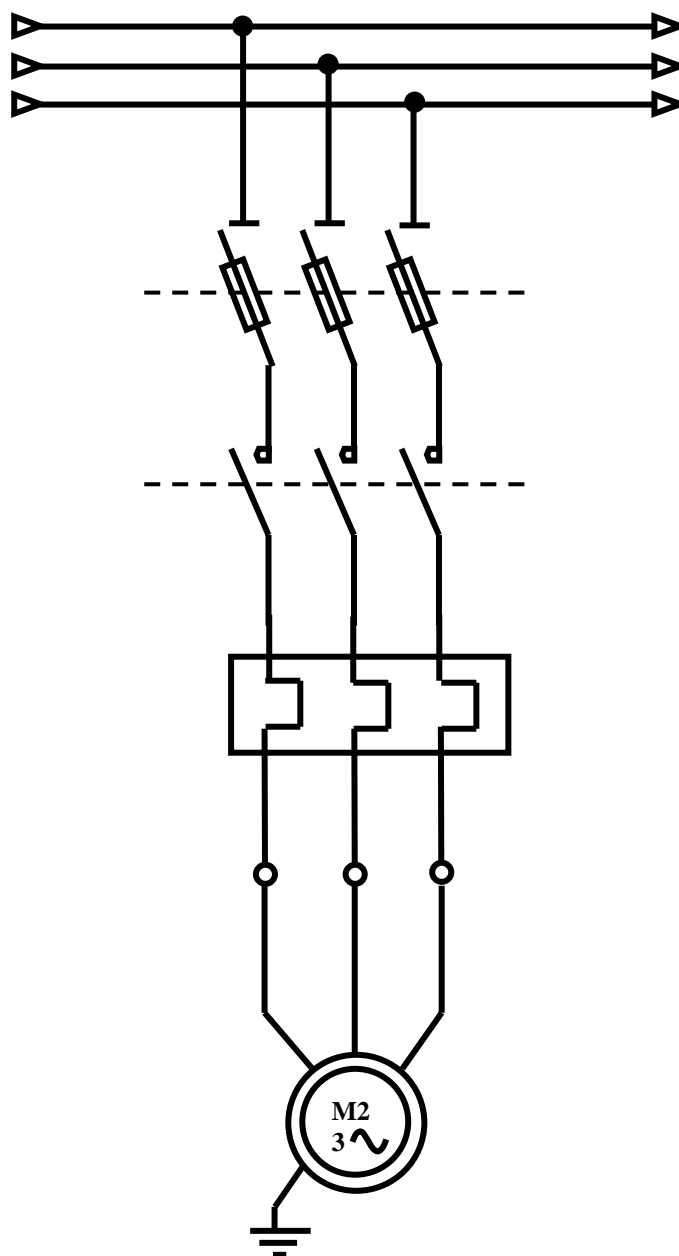
➤ Représentation multifilaire :

Dans ce cas, chaque conducteur est représenté par un trait :

Exemple comparatif des deux types de représentation :



Représentation unifilaire

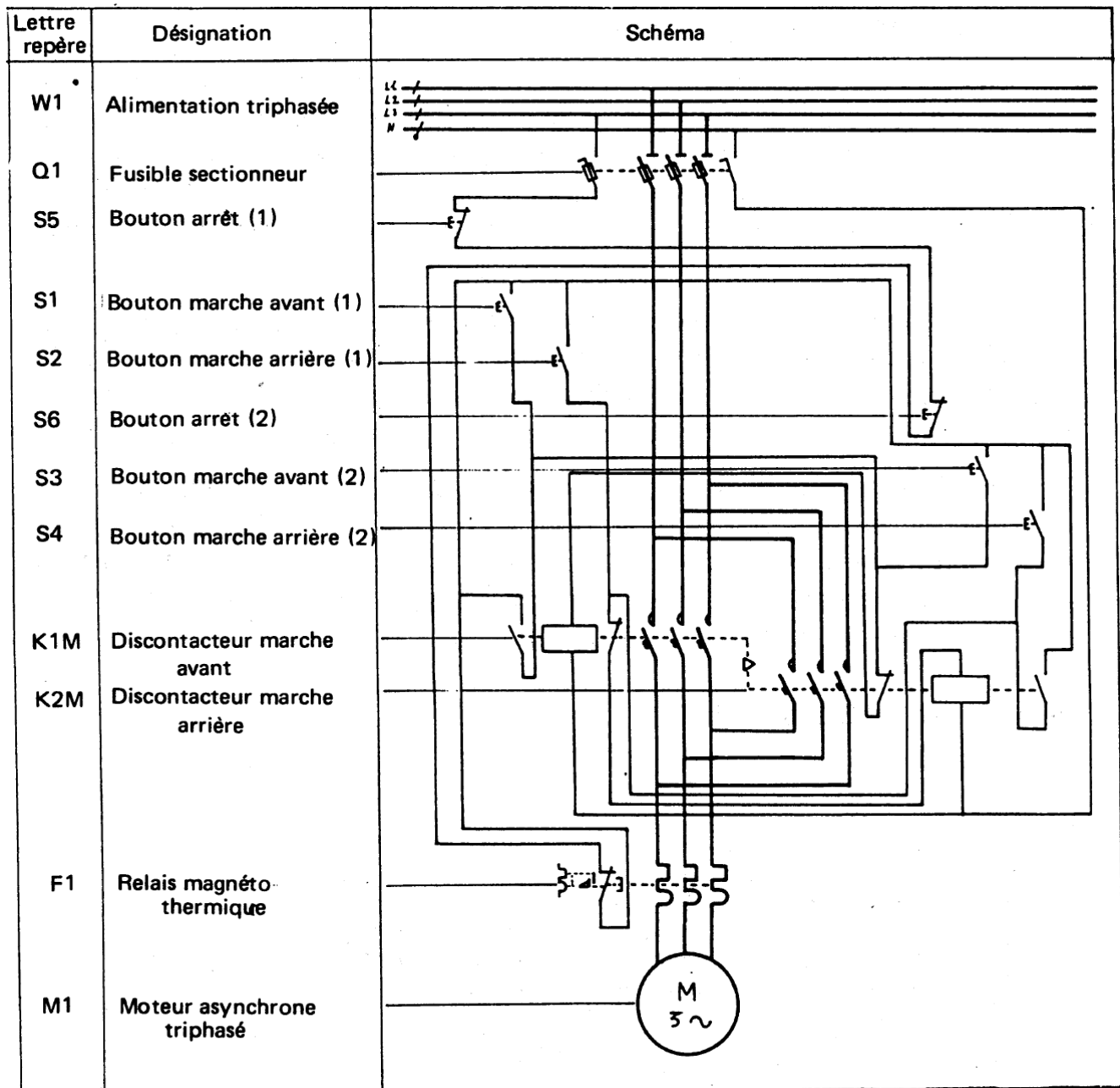


Représentation multifilaire

1.1.2 Représentation selon l'emplacement des symboles

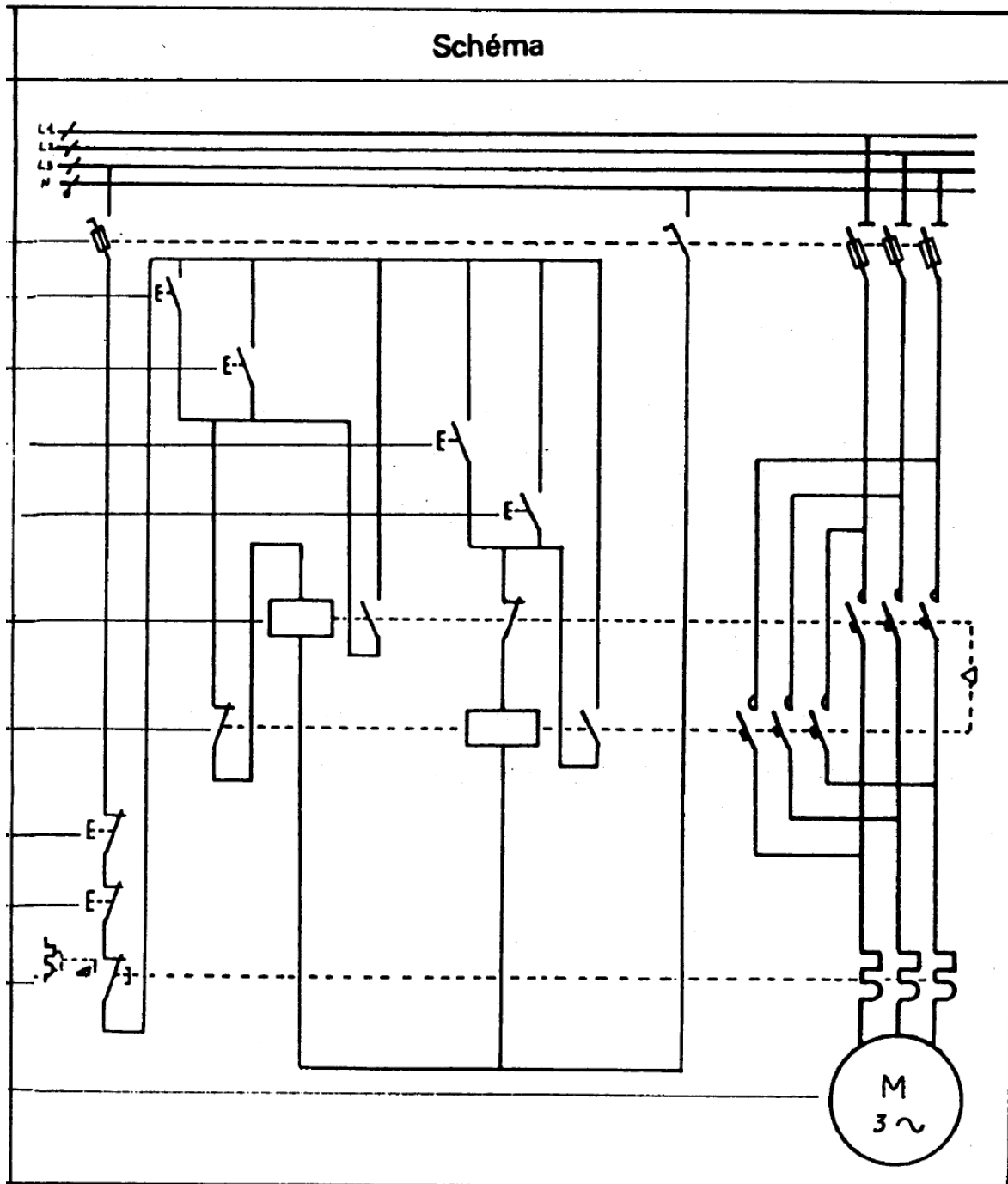
➤ Représentation assemblée :

Les symboles des différents éléments d'un même appareil, ou d'un même équipement, sont représentés juxtaposés sur le schéma :



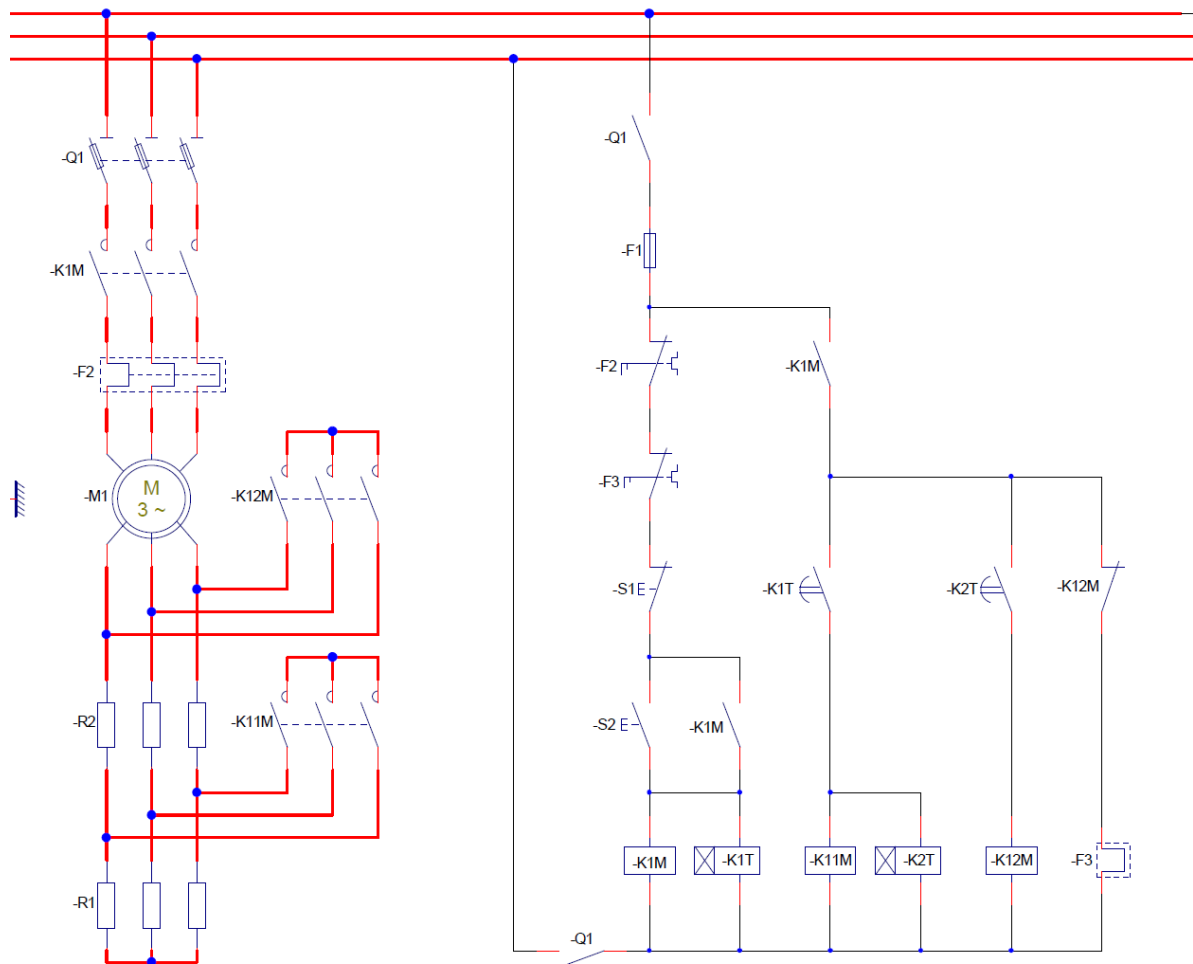
➤ Représentation rangée :

Les symboles des différents éléments d'un même appareil ou d'une même installation sont séparés et disposés de façon que l'on puisse tracer facilement les symboles des liaisons mécaniques entre différents éléments qui manoeuvrent ensemble (la bobine K2 et ses contacts sont dessinés juxtaposés).



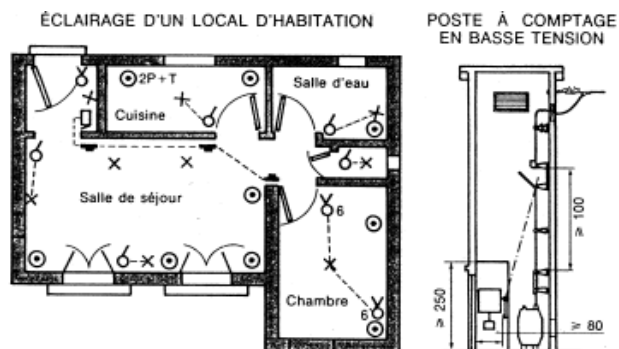
➤ *Représentation développée :*

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. C'est la tendance actuelle dans tous les schémas de commandes.



1.1.3 *Représentation topographique :*

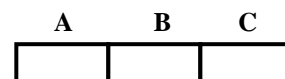
Elle représente la disposition réelle du matériel dans l'espace (schémas architecturaux, schémas d'implantation)



1.2 Identification des éléments :

Chaque élément du système doit pouvoir être identifié. Trois informations sont généralement notées :

- A : Le type d'élément
- B : Le repère
- C : La fonction



1.1.1 Types d'élément :

Ils sont généralement définis par une lettre dont le tableau suivant en fait la synthèse :

Lettre repère	Sorte d'élément	Exemple de matériels
A	Ensembles, sous-ensembles fonctionnels (de série)	Amplificateur, régulateur, automate
B	Transducteurs d'une grandeur non électrique en une grandeur électrique ou vice-versa	Thermocouple, pressostat, détecteur photo-électrique
C	Condensateurs	
D	Opérateurs binaires, dispositifs de temporisation, de mise en mémoire	Bascule RS, enregistreur
E	Matériel divers	Eclairage, chauffage
F	Dispositifs de protection	Coupe-circuit fusible, parafoudre
G	Générateurs – Dispositifs d'alimentations	Génératrice, batterie, oscillateur à quartz
H	Dispositifs de signalisation	Voyant lumineux, avertisseurs sonores
K	Relais d'automatisme et contacteurs	
L	Inductances	
M	Moteurs	
N	Sous-ensemble	
P	Instruments de mesure et d'essais	Voltmètre, compteur, ...
Q	Appareils mécaniques de connexion pour circuits de puissance	Disjoncteur, Sectionneurs
R	Résistances	Resistances, shunt, rheostat, thermistance
S	Appareils mécaniques de connexion pour circuits de puissance	Bouton poussoir, interrupteur fin de course
T	Transformateurs	Transformateur de tension, de courant
U	Modulateurs, convertisseurs	Onduleur autonome, convertisseur de fréquence
V	Tubes électroniques, semi-conducteurs	Tube à gaz, diode
W	Voies de transmission, guide d'onde, antennes	Câble, jeu de barre
X	Bornes, fiches, socles	Fiche et prise de connexion, planchette à bornes, fiche d'essai
Y	Appareils mécaniques actionnés électriquement	Frein, embrayage, électrovalve, électroaimant
Z	Charge correctives, transformateurs différentiels, filtres, correcteurs, limiteurs	Equilibreur, correcteur, filtre

1.1.2 Le repère :
Numérotation de l'élément. Exemple K3 = contacteur n° 3

1.1.3 Fonctions des éléments
Le tableau suivant résume quelques symboles couramment utilisés
Exemple K3A : contact auxiliaire 3

Lettre repère	Fonction
A	Auxiliaire
B	Direction de mouvement
C	Comptage numérique
D	Différentiel
F	Protection
G	Essai
H	Signalisation
J	Intégration
K	Approche (exemple de mise à niveau)
M	Principal
N	Mesure
P	Proportionnel
Q	Démarrage, d'arrêt, de fin de course
R	Réarmement, effacement
S	Mise en mémoire, enregistrement
T	Temporisation
V	Vitesse (accélération, freinage)
W	Additionneur
X	Multiplicateur
Y	Analogique
Z	Numérique

Remarques :

- La tendance actuelle est de préciser la sorte d'élément par une deuxième lettre :
 - KM : contacteur moteur
 - KA : Contacteur auxiliaire
 - FU : fusible
 - FT : Relais thermique

Ce qui élimine la dernière lettre de fonction

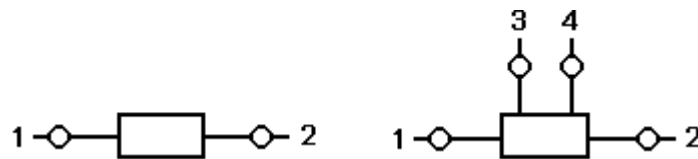
- Dans les équipements simples on peut ne conserver que la sorte et le repérage :
Exemples : contacteur K3A ou KA3

1.2 Identification des bornes d'appareils :

Elle est basée sur une notation alphanumérique utilisant des majuscules et des chiffres arabes. Le O et le I sont interdits afin d'éviter la confusion avec des entrées/sorties d'automates.

➤ Élément simple :

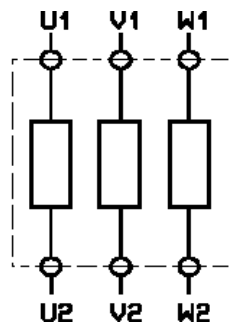
On utilise deux indices successifs aux extrémités. Des points intermédiaires seront identifiés par les indices suivants :



➤ Groupe d'éléments :

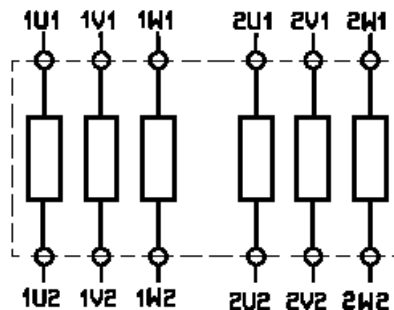
On utilise des lettres de référence qui précéderont les nombres de référence

Exemple pour les phases d'un système alternatif triphasé :



➤ Plusieurs groupes d'éléments semblables :

Un préfixe numérique est ajouté devant les lettres de référence :

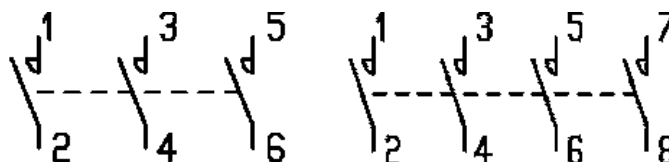


Nota : Le choix des lettres de référence sera fait en suivant la règle suivante :

- Courant continu : première partie de l'alphabet
- Courant alternatif : seconde partie de l'alphabet

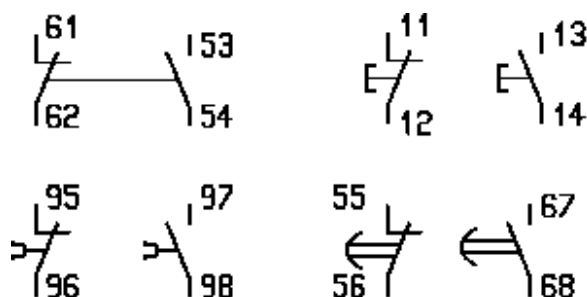
➤ Marquage des contacts :

- Contact principaux : repérés par un seul chiffre



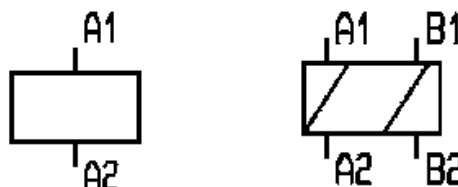
- Contact auxiliaire : repérés par deux chiffres.

- Celui des unités indique la fonction du contact :
 - 1-2, contact à ouverture
 - 3-4, contact à fermeture
 - 5-6, 7-8, contact à fonctionnement spécial
- Celui des dizaines donne le numéro d'ordre.











➤ Organe de commande :

On utilise A1 et A2. On utilise B1 et B2 si il y a deux enroulements :



➤ Marquage particulier :

Bornes d'appareil pour		Marquage	
		Notation alpha-numérique	Symbole graphique
<i>Système alternatif</i>	Phase 1	U	
	Phase 2	V	
	Phase 3	W	
	Neutre	N	

Conducteur de protection	PE	
Terre	E	
Terre sans bruit	TE	
Masse (platine, châssis)	MM	

1.3 Repérage des conducteurs sur les schémas :

Le repérage individuel des conducteurs est généralement nécessaire pour un schéma des connexions, pour un schéma explicatif détaillé et pour un schéma général des connexions. Le repérage peut être fixé lors de l'étude du schéma ou dans les cas simples, choisi lors de la pose des conducteurs ; on doit alors reporter les repères sur le schéma ou sur un document annexe.

- Repérage dépendant :
le repère du conducteur reproduit les marques des bornes ou des équipements auxquelles les deux extrémités de ce conducteur doivent être raccordées.
- Repérage indépendant :
il utilise le même repère généralement simple tout le long du conducteur. Généralement un schéma ou un tableau de connexions doit être employé.
- Repérages particuliers

Désignation des conducteurs		Marquage
		Notation <u>alpha-numérique</u>
Système d'alimentation alternatif	Phase 1	L1
	Phase 2	L2
	Phase 3	L3
	Neutre	N
Système continu	Positif	L+
	Négatif	L-
	Médian	M
Conducteur de protection		PE
Conducteur de protection non mis à la terre		PU
Conducteur de protection et conducteur neutre confondus		PEN
Terre		E
Terre sans bruit		TE

2 LES COMPOSANTS ELECTRIQUES

2.1 Constitution des installations :

Les installations industrielles des automatismes sont séparées en deux parties bien distinctes appelées: circuit de commande et circuit de puissance.

➤ **Circuit de commande :**

Il comprend tous les appareils nécessaires à la commande et au contrôle des automatismes. Il est composé de :

- Une source d'alimentation
- Un appareil d'isolement. (contacts auxiliaires du sectionneur)
- Une protection du circuit (fusible, disjoncteur).
- Appareils de commande ou de contrôle (bouton poussoir, détecteur de grandeur physique).
- Organes de commande (bobine de contacteur).

➤ **Circuit de puissance :**

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

- Une source d'alimentation généralement triphasée.
- Un appareil d'isolement. (sectionneur).
- Une protection du circuit (fusible, relais de protection)
- Des appareils de commande (les contacts de puissance de contacteurs)
- Des récepteurs de puissance (des moteurs).

Remarques :

- Deux éléments différents d'un même appareil peuvent être repartis dans les deux circuits (contacteur, sectionneur...)
- les circuits de commande et de puissance possèdent chacun leur propre alimentation.

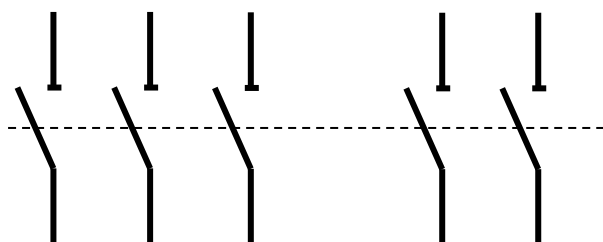
2.2 Appareillages électriques :

2.2.1 Appareils d'isolement :

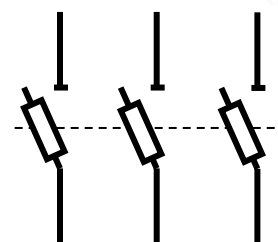
Leur rôle est d'isoler tout ou partie d'un circuit :

➤ Le sectionneur :

- Il n'a pas de pouvoir de coupure (il ne peut interrompre aucun courant)
- Sa manœuvre se fait à vide
- Il est généralement accompagné de fusible



Sans fusible

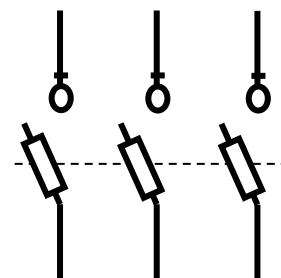


Avec fusibles

➤ L'interrupteur sectionneur :

C'est un appareil qui possède un pouvoir de coupure ; il permet de :

- mettre en service une installation
- mettre à l'arrêt
- séparer l'installation de toute source de tension.

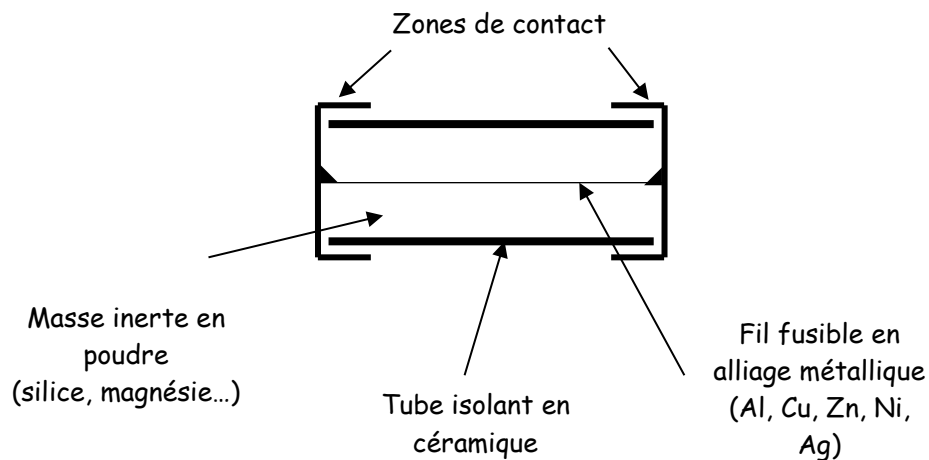


2.2.2 Appareils de protection

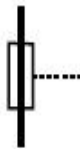
Les installations doivent être protégées contre les court-circuits et les surcharges qui augmentent considérablement les courants.

➤ Le fusible :

C'est un appareil composé d'un fil conducteur qui grâce à sa fusion ouvre le circuit lorsque l'intensité du courant dépasse la valeur maximale supportée par le fil.



Symboles :



Cartouche fusible cylindrique

Cartouche fusible cylindrique à percuteur

Coupe circuit domestique unipolaire

Coupe circuit domestique unipolaire + neutre

Le coupe circuit fusible s'installe toujours sur la phase (neutre éventuellement) et ne doit en aucun cas être placé sur le conducteur de protection (Terre)

Ils sont classés selon leur usage et repérés par des symboles et des codes couleurs :

- Usage domestique : protection contre surcharges et court-circuits
 - Code gF
 - Ecriture noire + bague de couleur
 - Jaune = 10A
 - Rouge = 16 A
 - Verte = 20 A
- Usage Industriel : protection contre faibles et fortes surcharges et court-circuits
 - Code gG (ancienne gI)
 - Ecriture noire
- Usage industriel pour accompagnement moteur : protection contre les courts circuits. Ils commencent à réagir pour un courant de $4x I_n$ et acceptent les surcharges lors des démarrages moteurs par exemple
 - Code aM
 - Ecriture verte

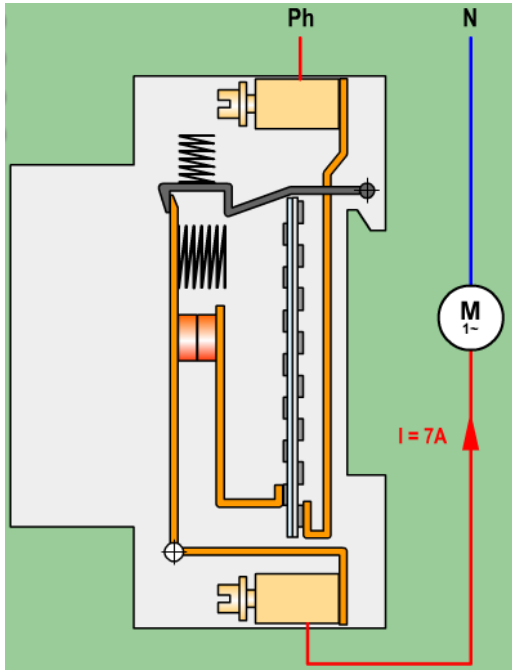
A noter qu'il existe des fusibles ultra rapides pour la protection des semi-conducteurs contre les courts circuits

➤ Les disjoncteurs thermique, magnétique, magnéto-thermique :

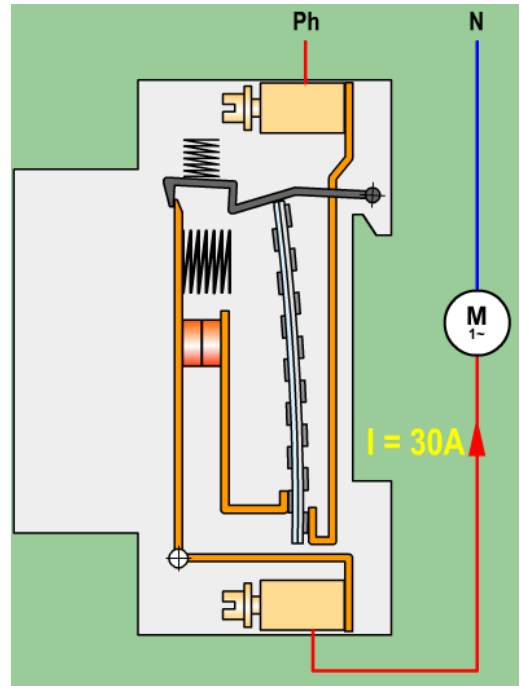
Ils assurent la protection d'une installation contre les surcharges, les court-circuits, les défauts d'isolement, par ouverture rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit).

- Déclencheur thermique : il protège contre les surcharges ; on utilise la déformation d'un bilame sous l'effet de la chaleur (effet joule) pour couper le circuit :

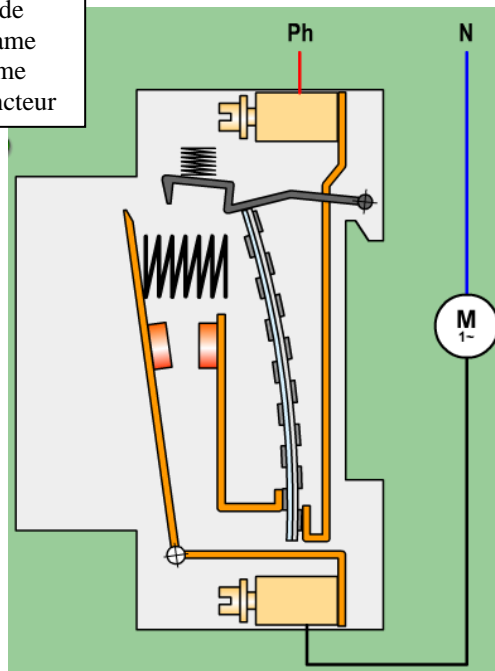
Phase 1 : fonctionnement normal. Le moteur consomme un courant nominale de 7 A



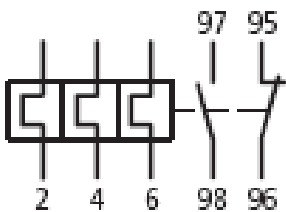
Phase 2 : il y a surcharge au niveau du moteur (couple résistant). L'intensité augmente considérablement. Le bilame commence à se déformer en raison de la chaleur (effet Joule)



Phase 3 : le bilame est complètement déformé et a ouvert le circuit. Il faudra éliminer le problème de surcharge, attendre que le bilame refroidisse et retrouve sa forme initiale et réenclencher le disjoncteur

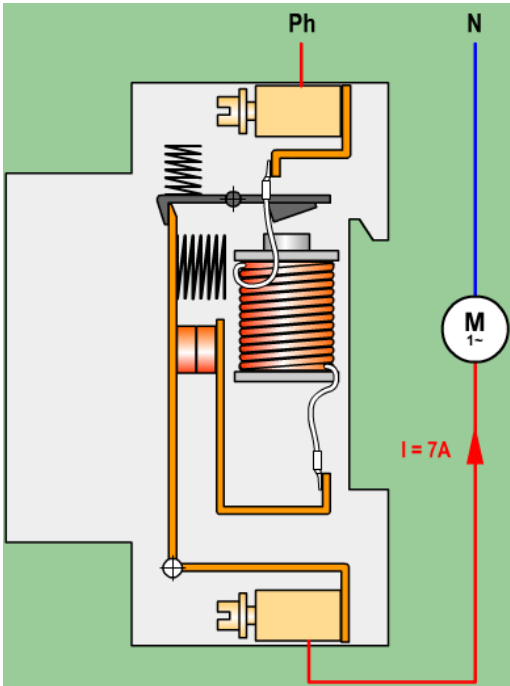


Symbole

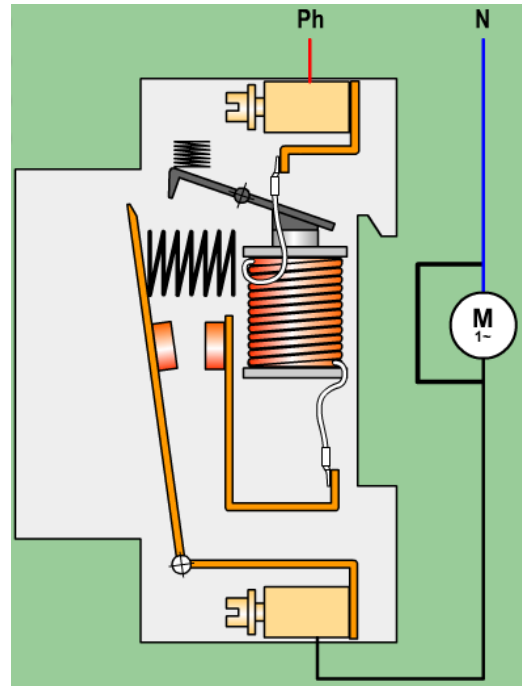


- Déclencheur magnétique : il protège contre les court-circuits ; il utilise une bobine qui va réagir rapidement pour couper le circuit.

Phase 1 : fonctionnement normal. Le moteur consomme un courant nominale de 7 A

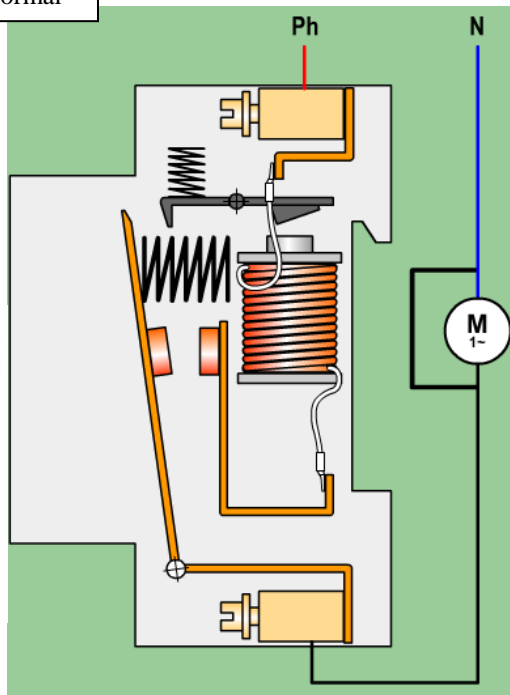
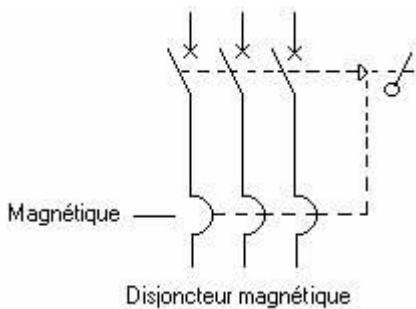


Phase 2 : un défaut d'isolement survient. L'élévation de courant brutal provoque un champs magnétique dans la bobine qui va rapidement couper le circuit (10 à 20 ms)



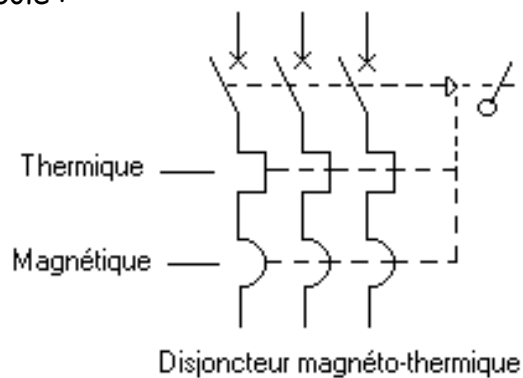
Phase 2 : il faut éliminer le défaut puis réarmer le disjoncteur pour retrouver le fonctionnement normal

Symbole



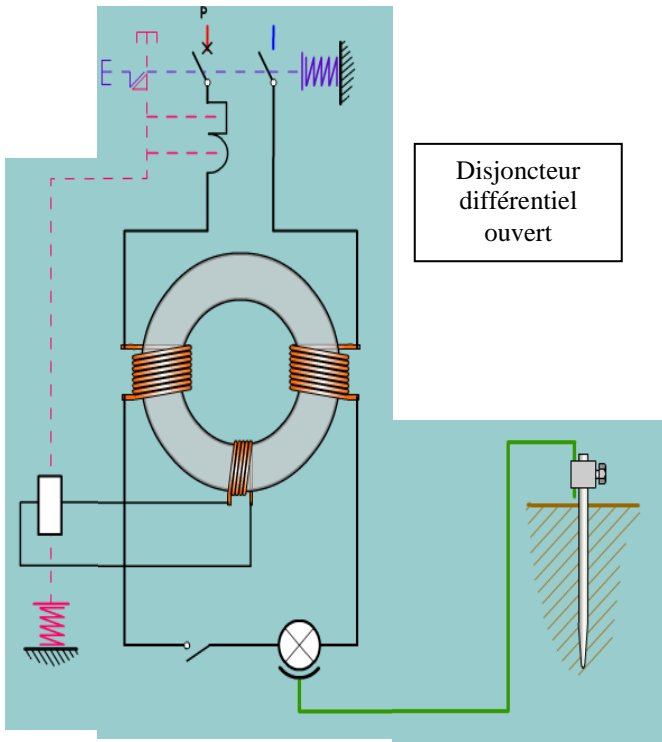
- Déclencheur magnéto-thermique: les deux technologies sont associées.

Symbole :

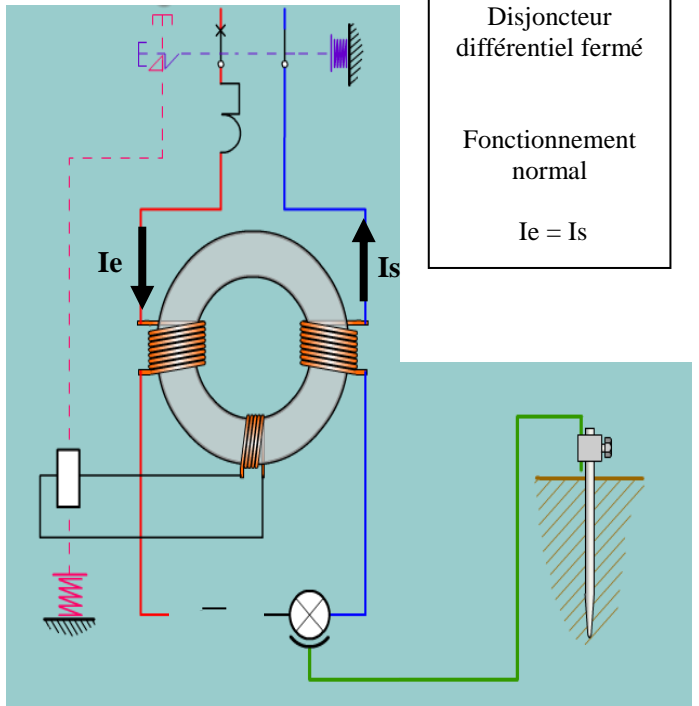


➤ Le disjoncteur différentiel :

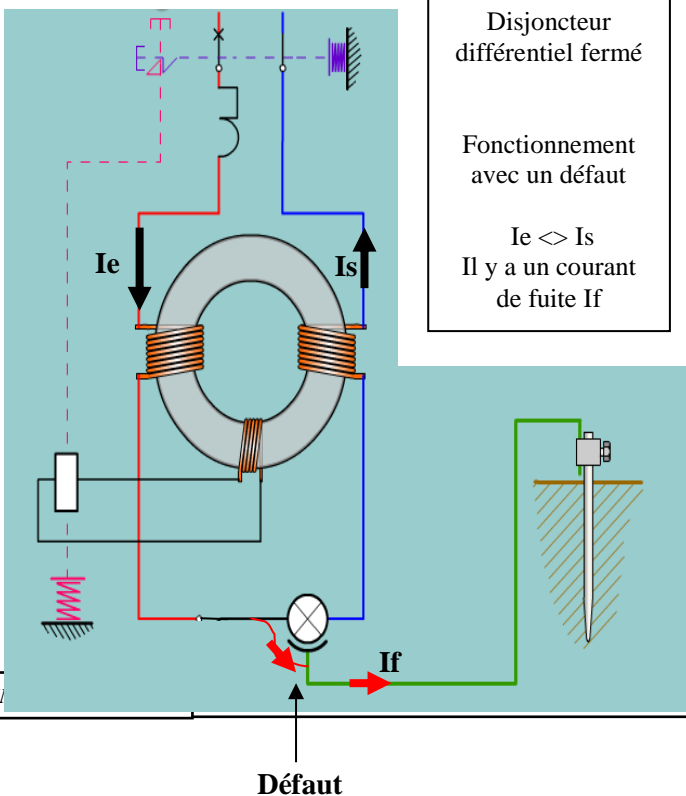
Associé à une prise de terre, il assure la protection des personnes



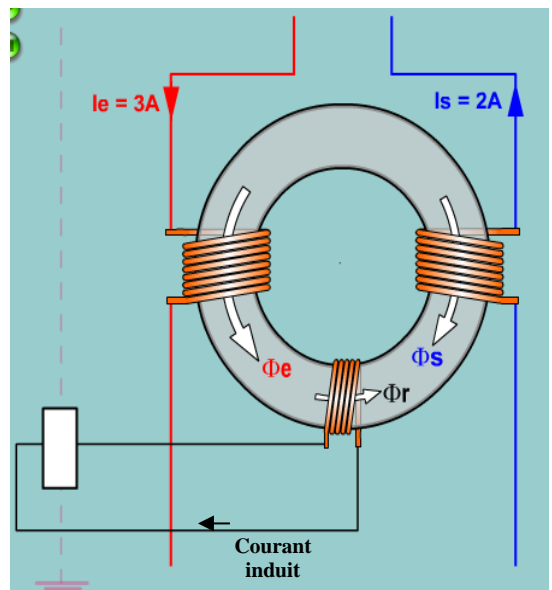
Disjoncteur différentiel ouvert



Disjoncteur différentiel fermé
Fonctionnement normal
 $I_e = I_s$



Disjoncteur différentiel fermé
Fonctionnement avec un défaut
 $I_e > I_s$
Il y a un courant de fuite I_f

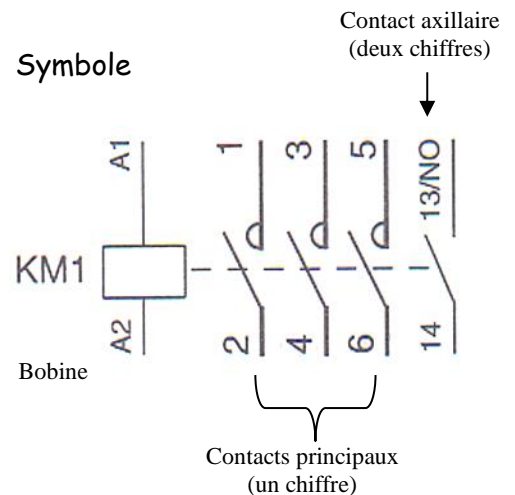


Déclenchement du disjoncteur différentiel
La différence des courants dans les bobines (ex : courant de fuite de 1 A) engendre des flux différents Φ_e et Φ_s . Il en résulte un flux résiduel Φ_r . Ce flux induit un courant dans la bobine de déclenchement qui va couper le circuit.

2.2.3 Organes de commande :

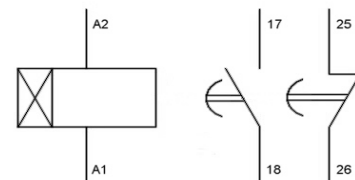
Tous récepteurs qui se placent dans le circuit de commande s'appellent organes de commande.

- **Contacteur** : permet de commander un appareil ou un récepteur de puissance à distance.

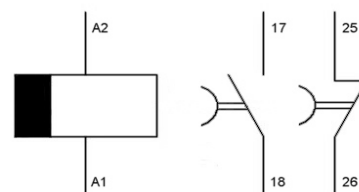


Le contacteur est constitué de pôles ou contacts principaux pour le circuit de puissances. Des contacts auxiliaires NO ou NC sont disponibles pour l'auto-alimentation, les asservissements...

- **le relais temporisé** : il est composé d'une bobine, d'un ou plusieurs contacts à action temporisée par rapport à l'excitation de la bobine.

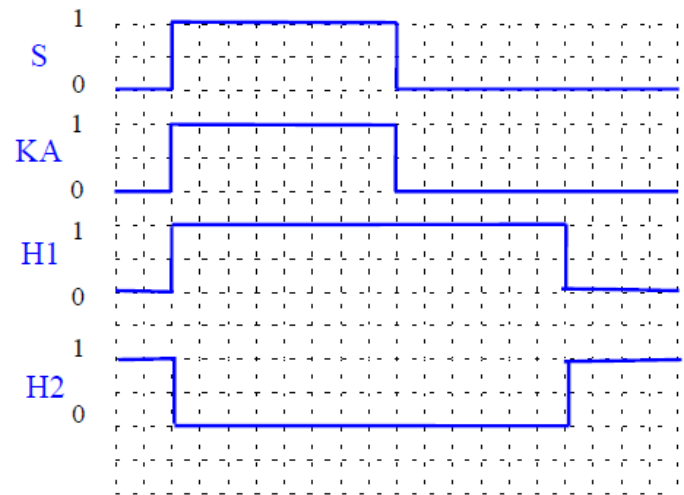
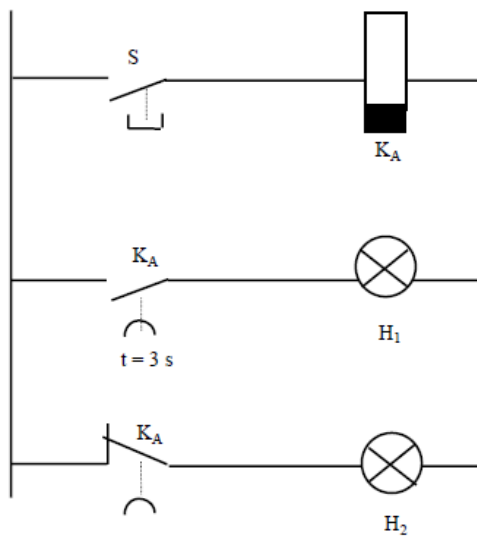
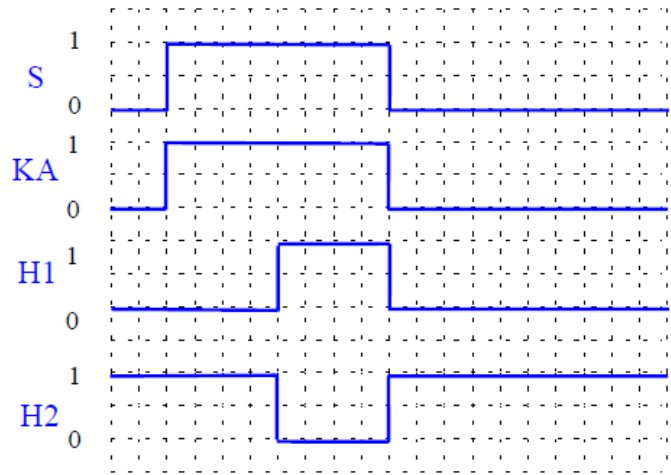
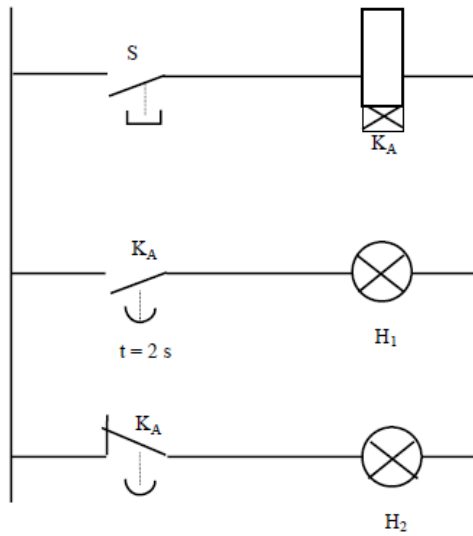


Relais temporisé à enclenchement



Relais temporisé à relâchement

Chronogrammes descriptifs

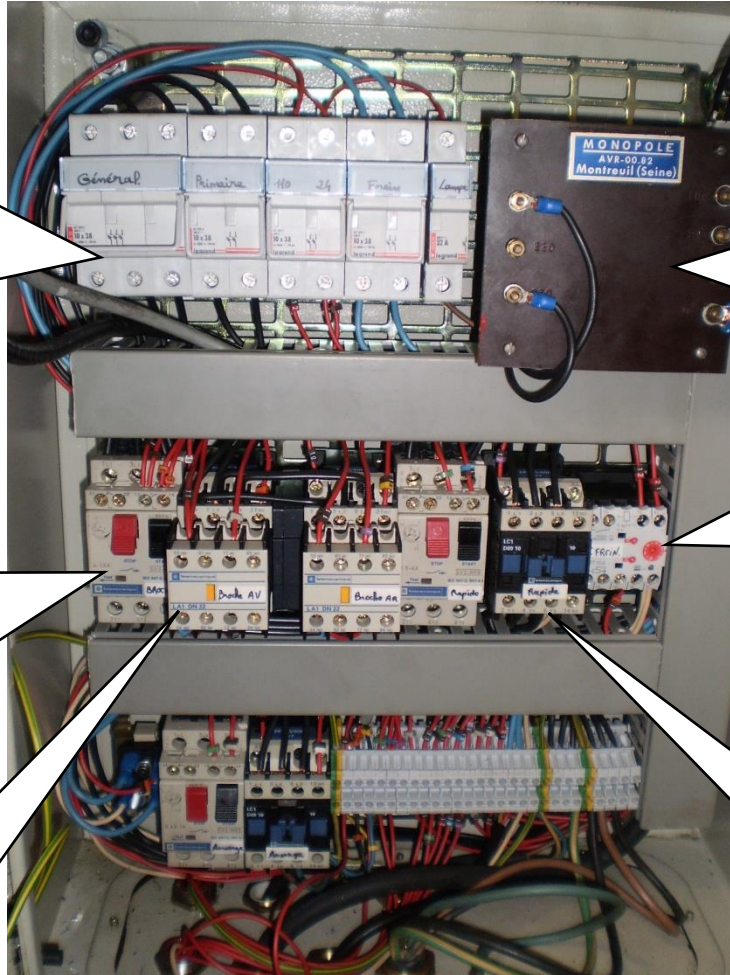


3 . Exemple d'une armoire électrique de fraiseuse conventionnelle

Composants de l'armoire :

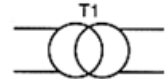
5 Coupes circuits sectionnables pour fusible 10x38 – 1P, 2P, et 3P

Symbole :



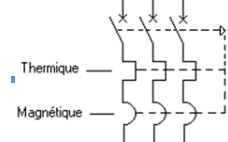
Transformateur de tension 380V alternatif – 24V continu (dans ce cas on transforme aussi en 110V)

Symbole :



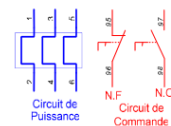
3 Disjoncteurs magnéto thermiques

Symbole :



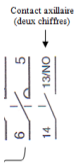
Relai de protection thermique

Symbole :



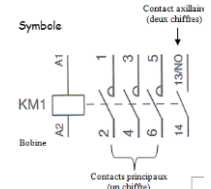
2 contacts auxiliaires d'automaintien

Symbole :



4 contacteurs

Symbole :

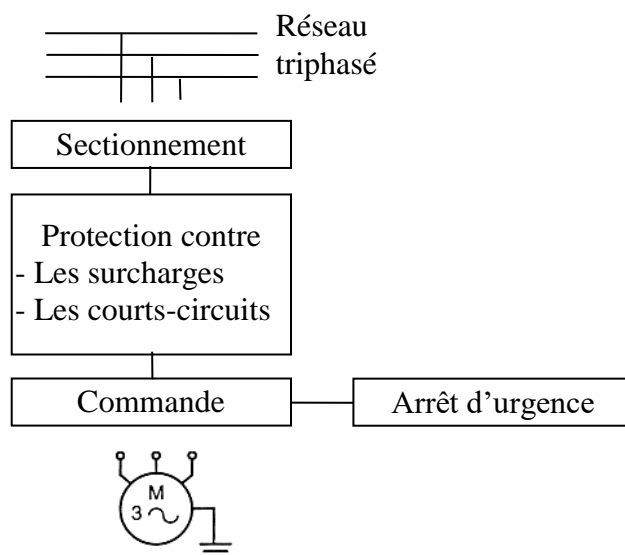


4. Démarrage direct d'un moteur asynchrone

Un départ moteur regroupe l'ensemble du matériel nécessaire à la commande et à la protection d'un moteur électrique.

Fonctions minimales requises

Tout circuit doit comporter les fonctions suivantes



5. Symbolisation des composants

Les tableaux ci-dessous résument les symboles des principaux composants que l'automaticien peut être amené à utiliser dans la conception d'une armoire électrique pilotant un SAP.

Contacts

Contact NO (à fermeture)	1 - principal 2 - auxiliaire	
Contact NC (à ouverture)	1 - principal 2 - auxiliaire	
Interrupteur		
Sectionneur		
Contacteur		
Fusible-sectionneur		
Disjoncteur		
Interrupteur-sectionneur		
Contacts à ouverture ou fermeture anticipée Opèrent plus tôt que les autres contacts d'un même ensemble		
Interrupteur de position		
Contacts à fermeture ou ouverture temporisés à l'action		
Contacts à fermeture ou ouverture temporisés au relâchement		

Commandes mécaniques

1 Liaison mécanique (forme 1)	1 ----
2 Liaison mécanique (forme 2)	2 ==
Dispositif d'accrochage	
Verrouillage mécanique	--▽--
Commande mécanique manuelle par poussoir (retour automatique)	- s1 E--
Commande mécanique manuelle rotative (à décrochage)	- s1 F--
Commande mécanique manuelle "coup de poing"	- s1 G--
Commande mécanique manuelle par levier	- s1 H--
Commande mécanique manuelle par levier avec poignée	- s1 X H--
Accrochage par poussoir à décrochage automatique	- s1 n ----

Organes de commande

Commande électromagnétique Symbole général	
Commande électromagnétique Contacteur auxiliaire	- KA1
Commande électromagnétique Contacteur	- KM1
Commande électromagnétique à mise au travail retardée	- KA1
Commande électromagnétique à mise au repos retardée	- KA1
Bobine d'électro-vanne	- KA1

Organes de mesure

Relais de mesure ou dispositif apparenté. Symbole général	
Relais de surintensité à effet magnétique	- F1
Relais de surintensité à effet thermique	- F1
Relais à maxima de courant	- F1

Machines

Moteur asynchrone triphasé, à rotor en court-circuit	
Moteur asynchrone à deux enroulements stator séparés (moteur à deux vitesses)	
Moteur courant continu à excitation séparée	
Frein Symbole général	

Signalisation

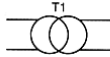
Lampe de signalisation ou d'éclairage	- H1
Avertisseur sonore	- H1

Divers

Coupe-circuit fusible



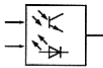
Transformateur de tension



Capteur sensible à une proximité



Détecteur photoélectrique



Convertisseur (symbole général)



Bornes et connexions

Dérivation



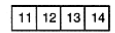
Croisement sans connexion



Borne



Barette à bornes, exemple figuré avec des repères de bornes



6. Exemple de schéma développé

Schéma de commande, folio2

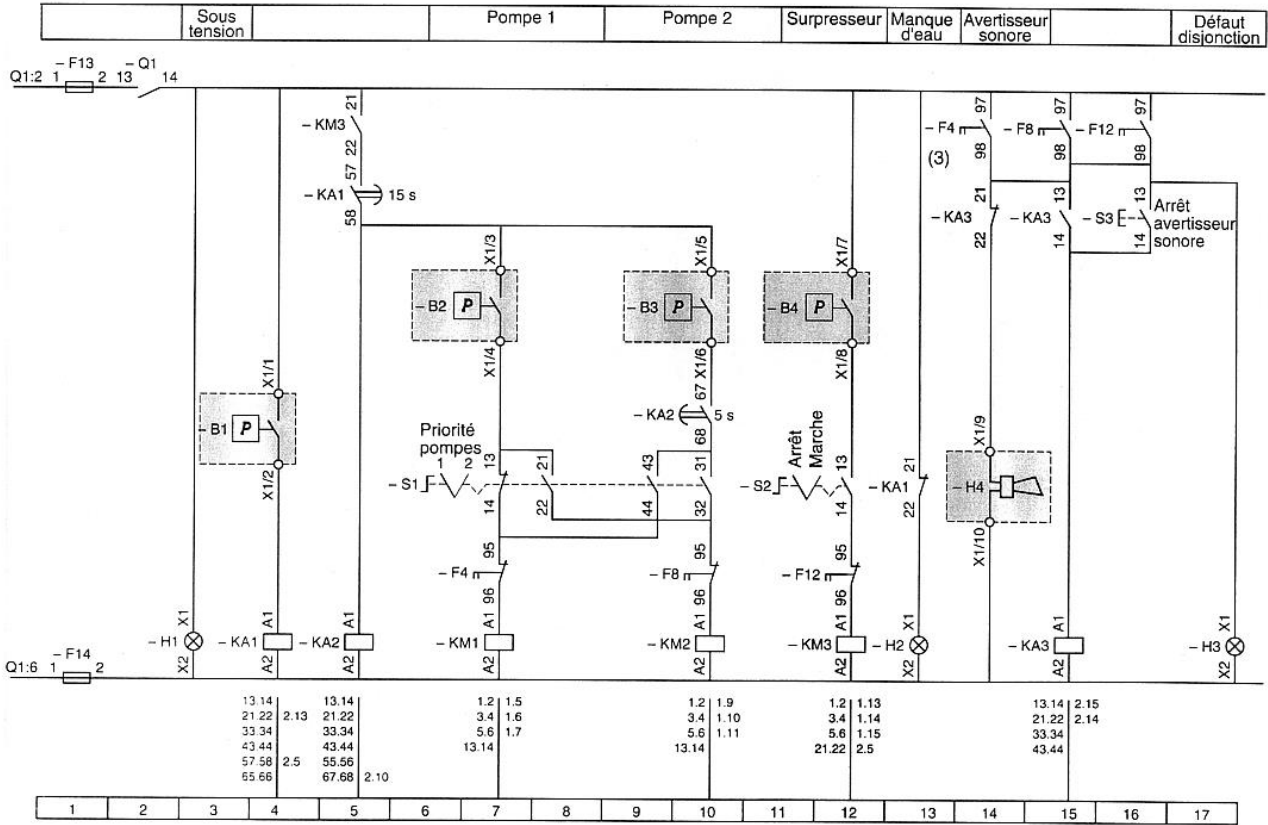


Schéma de puissance

