

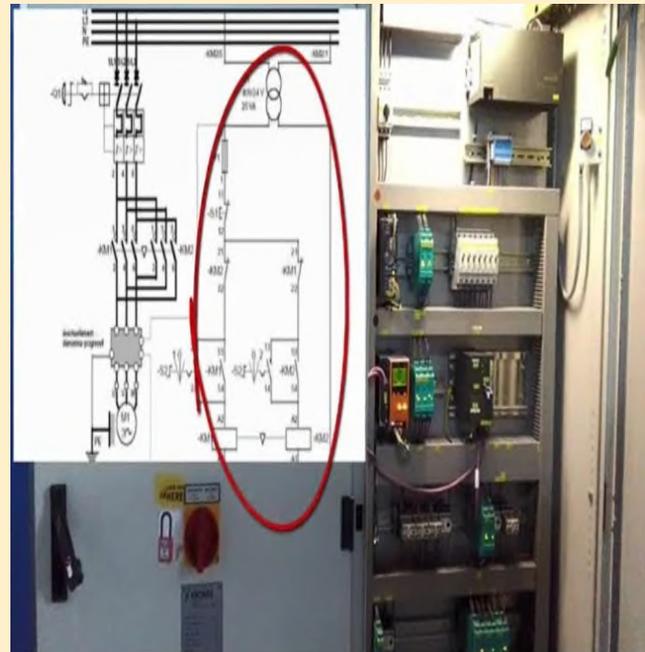
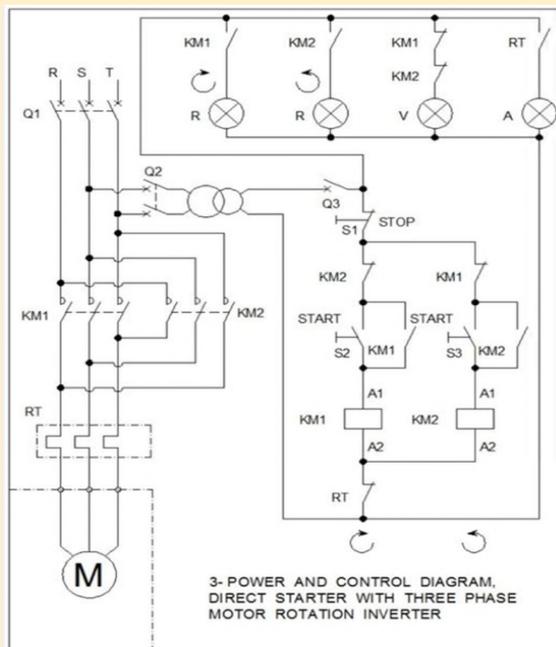


Installations Electriques en Automatique Automatic Electrical Installations

التحكم الكهربائي التلقائي



Polycopié de Cours



L3 LMD Sciences et Technologie Automatique et
Electromécanique

Dr. BOUADI Abed

Maitre de Conférences A

Année Universitaire 2022/2023

À tous mes étudiants

Notes aux lecteurs

Ce polycopié est un recueil de notes, documents et de principes pris dans la littérature pour enrichir et constituer un support au cours Installations Electriques en Automatique destiné aux étudiants de troisième année de la licence académique automatique et électromécanique.

Objectifs du Cours

L'objectif de ce polycopié, Bien qu'il soit classé "module "transversal", le contenu proposé ici s'inscrit parfaitement dans la logique des autres modules du cursus L3 électromécanique et automatique :

- D'une part, il est en continuité directe avec les modules de découverte étudiés en deuxième année : « sécurité électrique » et « architecture des systèmes automatisés »,
- D'autre part, il vient au deuxième semestre après le module « normes et certification » où l'on a étudié comme application "les normes d'installation électrique domestique",
- Enfin, c'est un complément indispensable (partie câblage) des modules « actionneurs » et « automates programmables industriels » du même semestre de troisième année.

Ce support résulte de la lecture d'ouvrages et de documents dont la plupart ne sont pas cités dans la bibliographie. En particulier, je me suis largement inspiré des nombreux documents accessibles en ligne.

Table des matières

Chapitre 1: Rappels sur les bases systèmes automatisés et leur structure	06
1.1 Architecture des Systèmes Automatisés	06
1.1.1 Introduction	06
1.1.2 Architecture générale des systèmes automatisés	06
1.1.2.1 La partie opérative	07
1.1.2.2 La partie commande	07
1.1.2.3 La partie dialogue	07
1.1.3 La chaîne fonctionnelle	08
1.1.3.1 La chaîne d'information	08
1.1.3.2 1.1.3.2 La chaîne d'énergie	08
1.1.4 Les actionneurs	09
1.1.4.1 Actionneurs pneumatiques	09
1.1.4.2 Actionneurs hydrauliques	09
1.1.4.3 Actionneurs électriques	10
1.1.5 Les préactionneurs	10
1.1.5.1 Types de préactionneurs	10
1.1.5.2 Pilotage des préactionneurs	12
1.1.6 Les capteurs	12
1.1.7 La partie commande	15
1.1.7.1 Logique câblée	15
1.1.7.2 Logique programmée	15
1.1.7.3 Les automates programmables industriels API	15
1.1.8 La partie dialogue	17
1.2 Conception des systèmes automatisés (Concis)	18
1.2.1 Grafcet	18
1.2.1.1 Eléments d'un Grafcet	18
1.2.1.2 La réceptivité (conditions de transitions)	18
1.2.1.3 Franchissement d'une transition	18
1.2.1.4 Exemples de Grafcets	19
1.2.2 Langages de programmation des API:	19
3.1 Les réseaux industriels	20
1.4 Structure d'une installation électrique	20

Installations Electriques en Automatique

1.4.1	Structure fonctionnelle d'une installation électrique	20
1.4.2	Réseau d'alimentation	21
1.4.3	Symboles normalisés des contacts	22
1.4.4	Isolement de l'installation : le sectionneur	23
1.4.5	Circuit de puissance	23
1.4.6	Circuit de commande	25
1.4.6.1	Alimentation	25
1.4.6.2	Protection	26
1.4.6.3	Coupures de sécurité et arrêt d'urgence	26
1.5	Contacteur et démarrage moteur	26
1.5.1	Catégories ou classes d'emploi du contacteur	27
1.5.1.a	En courant alternatif	27
1.5.1.b	En courant continu	27
1.5.2	Appareils dérivés du contacteur	28
1.5.3	Appareils mis en œuvre dans un équipement de démarrage	29
	Chapitre 2 Connectique	32
2.1	Introduction	32
2.2	Électrotechnique	32
2.2.1	Prises	32
2.2.2	Connecteurs d'alimentation	32
2.2.3	Cosses	33
2.2.4	Borniers	33
2.2.5.2	Connectiques spécifiques	34
2.3	Électronique	34
2.3.1	Connecteur carte à carte standard	35
2.3.2	Connecteur carte à câble standard	35
2.4	Connecteurs de données	35
2.4.1	Micro-informatique	35
2.4.2	Télécommunications	37
2.5	Connectique professionnelle	37
2.5.1	Les connecteurs circulaires	38
2.5.2	Les connecteurs rectangulaires	38
2.6	USB et ses dérivés	44
	Chapitre 3 Alimentation et commande	47

Installations Electriques en Automatique

3.1	Sectionnement en électricité: définition et vocabulaire	47
3.1.1	Qu'est-ce qu'un interrupteur sectionneur ?	47
3.1.2	Définition et symbole de l'interrupteur sectionneur	47
3.1.3	Calibres usuels de l'interrupteur sectionneur	48
3.1.4	Branchement de l'interrupteur sectionneur	48
3.1.5	Aspects physiques extérieurs	49
3.1.6	Questions récurrentes à propos de l'interrupteur sectionneur	50
3.2	Matériel de protection et de commande	50
3.2.1	Contacteur	51
3.2.2	Contacteur auxiliaire	52
3.2.3	Relais thermique	52
3.2.3.1	Rôle	53
3.2.3.2	Description et fonctionnement	53
3.2.3.3	Choix et réglage	53
3.2.3.4	Classes de déclenchement	54
3.2.4	Disjoncteur magnétothermique et disjoncteur-moteur	54
3.2.4.1	Schématisation	54
3.2.4.2	Principe	55
3.2.4.3	Exemples	56
3.2.4.4	Montage de blocs additifs (bloc de contacts auxiliaires)	57
3.3	Fusibles	58
3.3.1	Fusibles standard	58
3.3.2	Fusibles rapides	58
3.3.3	Pouvoir de coupure et courant de court-circuit	59
3.4	Transformateur	59
3.4.1	Protection des lignes d'alimentation (primaire du transformateur)	59
3.4.2	Protection des lignes d'utilisation (secondaire du transformateur)	60
3.5	Moteur et plaque signalétique	60
3.5.1	Plaque signalétique d'un moteur	60
3.5.2	Éléments de la plaque signalétique	60
3.5.3	Plaque signalétique et couplage des enroulements du stator	61
3.5.4	Plaque signalétique et calibres du relais thermique/disjoncteur moteur	61
3.5.4.1	Réglage du calibre du relais thermique	61
3.5.4.2	Réglage du calibre du disjoncteur-moteur	61

Installations Electriques en Automatique

3.6	Boutons et voyants	62
3.7	Application	63
3.7.1	Questions	63
3.7.2	Solutions	64
	Chapitre 4 Armoire électrique industrielle	65
4.1	Introduction : choix des câbles	65
4.2	L'armoire	66
4.2.1	La structure	66
4.2.2	L'appareillage	67
4.2.3	Exemple d'armoire électrique	67
4.3	Les conducteurs	69
4.4	Le repérage interne (appareils et conducteurs)	69
4.5	L'interface homme-machine (commande et signalisation)	69
4.6	Exemple corrigé	70
	Chapitre 5 Applications	75
5.1	Installation 100% pneumatiques	75
5.1.1	Application 1	75
5.1.2	Application 2	76
5.1.3	Application 3	78
5.2	Commande par API d'installations électropneumatiques	80
5.2.1	Application 1	80
5.2.2	Application 2	81
5.2.3	Application 3	84
5.2.4	Application 4	85
5.2.5	Application 5	88
5.2.6	Application 6	90
5.3	Armoire de commande électrique	92
5.3.1	Application 1	92
5.3.2	Application 2	95
	Références bibliographie	99
	Annexe : Programme officiel de la matière	102

Chapitre 1

Rappels sur les bases systèmes automatisés et leur structure

1.1 Architecture des Systèmes Automatisés

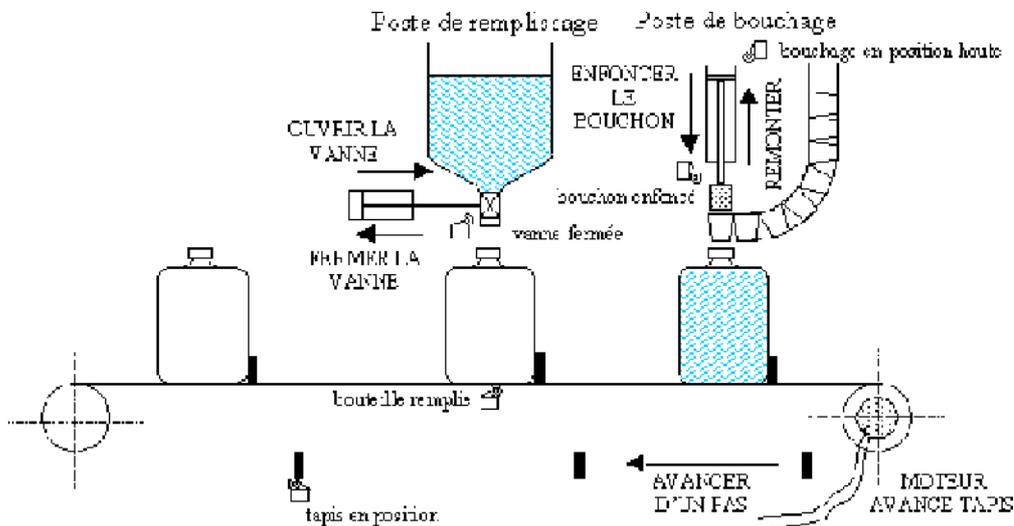
1.1.1 Introduction:

Un système : est un ensemble organisé d'éléments interagissant entre eux et avec l'extérieur, dans le but de réaliser une fonction définie.

Un système automatisé : ou automatique est un système qui exécute toujours le même cycle de travail qui est programmé à l'avance, sans l'intervention de l'utilisateur.

- L'opérateur assure la programmation, le démarrage et l'arrêt du système.
- Un système automatisé peut être composé de plusieurs systèmes automatisés.

Par contre, dans un système mécanique, l'utilisateur commande et contrôle l'ensemble des opérations. La figure suivante présente un exemple d'un système automatisé industriel d'embouteillage.

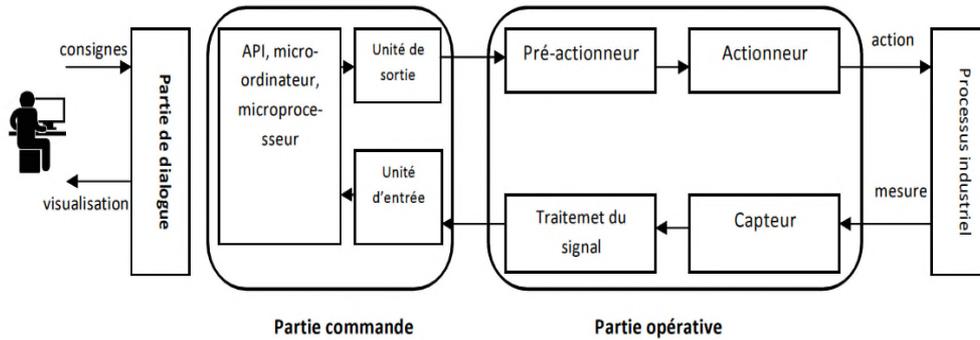


On trouve les systèmes automatisés dans des domaines très variés à titre d'exemple :

- ✓ L'industrie : ils permettent d'augmenter la sécurité et remplacent l'homme en accomplissant des travaux pénibles (convoyeur), répétitifs (ligne de montage), dangereux (atelier de peinture) ou dans des endroits inaccessibles (réacteur nucléaire).
- ✓ La vie quotidienne : Distributeur de boissons, les feux de carrefour, la barrière de parking, le distributeur de billets...
- ✓ La Domotique : C'est la gestion automatisée des bâtiments individuels et collectifs : éclairage, chauffage, sécurité, télécommunication, pilotage des appareils électrodomestiques...

1.1.2. Architecture générale des systèmes automatisés:

Un système automatisé est composé de deux parties principales : la partie opérative et la partie commande; à lesquelles s'ajoute une troisième c'est la partie de dialogue:



Un système automatisé peut être assimilé à un Homme :

- Le Cerveau est la partie commande.
- Les 5 sens sont les capteurs.
- Les Muscles sont les actionneurs.
- Les Nerfs sont les liaisons entre ses diverses parties.

1.1.2.1 La partie opérative:

La partie opérative se compose des ensembles suivants :

- L'unité de production (effecteurs) dont la fonction est de réaliser la fabrication ou la transformation pour laquelle elle remplit un rôle dans le processus industriel.
- Les préactionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (distributeur pour un vérin...etc)
- Les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie mécanique nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple).
- Les capteurs qui créent, à partir de grandeurs physiques de natures divers (déplacement, température, pression...etc), des informations utilisables par la partie commande.

1.1.2.2 La partie commande:

La partie commande se compose des ensembles suivants :

- Les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie dialogue en informations de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques du système.
- Les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des préactionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part ;
- L'unité de traitement (automates programmables industriels API, ordinateur, microprocesseurs) qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

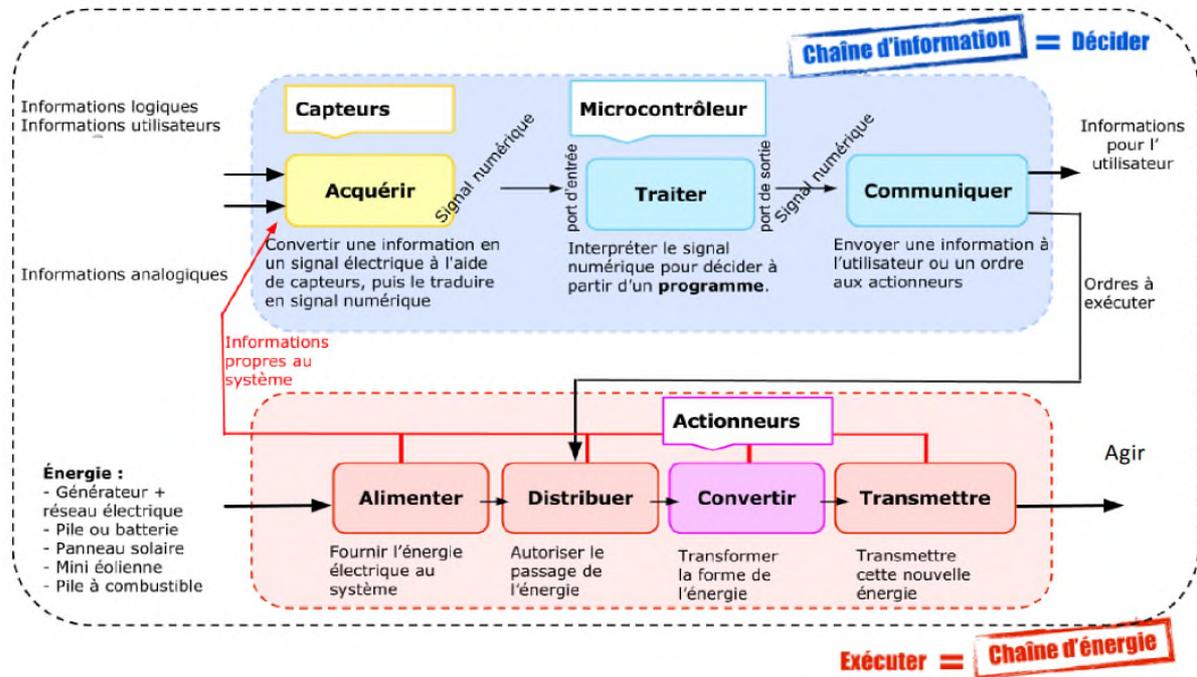
1.1.2.3 La partie dialogue:

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- Les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (informations optiques ou sonores);
- Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton-poussoir, par exemple) et informations exploitables par l'automate.

1.1.3 La chaîne fonctionnelle:

Une chaîne fonctionnelle est l'ensemble de fonctions assurées par les constituants du système organisées en vue de l'obtention d'une tâche. On décompose une chaîne fonctionnelle en 2 chaînes : La chaîne d'information et la chaîne d'énergie.



1.1.3.1. La chaîne d'information:

Les chaînes d'information des systèmes automatisés comprennent majoritairement des composants et des cartes électroniques. De ce fait, les informations sont nécessairement des signaux électriques basse tension qui peuvent être de nature différente (analogique, numérique). Cette chaîne se décompose en 3 fonctions :

- La fonction « acquérir » : Les informations entrantes sont de deux sortes : Les consignes de l'opérateur et les comptes rendus de la chaîne d'énergie (des grandeurs physiques de position, vitesse, pression, température, débit, intensité...) qui sont recueillis par des capteurs)
- La fonction « traiter » : est assurée par la partie commande qui gère l'ensemble des informations.
- La fonction « communiquer » : se résume généralement à informer l'opérateur sur l'état du système, les actions à réaliser, certains défauts ou problèmes. Et les ordres envoyés à la partie opérative.

1.1.3.2 La chaîne d'énergie:

C'est la partie opérative du système qui est chargée de réaliser ce pourquoi il a été conçu mais pour ce faire, elle consomme de l'énergie. Elle se décompose en 4 fonctions

- La fonction « alimenter » : Généralement, l'énergie d'entrée est électrique, pneumatique ou Hydraulique.
- La fonction « distribuer » : Les composants assurant cette fonction sont des préactionneurs dont le rôle est de distribuer l'énergie seulement s'ils en reçoivent l'ordre de la partie commande.
- La fonction « convertir » : Dans la majorité des cas, l'énergie distribuée est électrique, pneumatique ou hydraulique. Pour agir sur la matière d'œuvre, on doit nécessairement

Installations Electriques en Automatique

obtenir une énergie mécanique ou thermique. On utilise pour cela des actionneurs qui convertissent l'énergie.

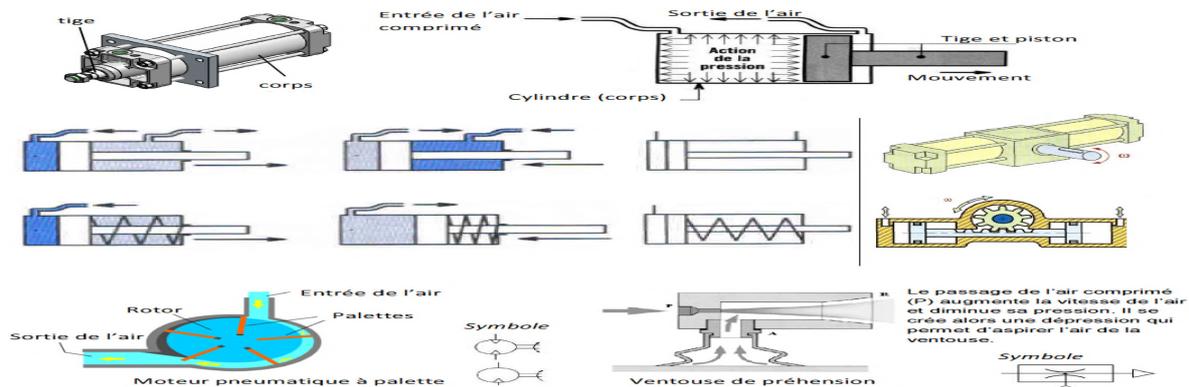
- La fonction « transmettre » : pour transformer l'énergie, passer par exemple d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation.
- La fonction « action » : Les composants qui agissent directement sur la matière d'œuvre se nomment les effecteurs, ils servent à saisir, déplacer, fixer, assembler, modifier, trier, chauffer, etc.

1.1.4. Les actionneurs:

Un actionneur est un constituant permettant de mettre en mouvement les organes de machines suite aux commandes électriques. Ceci en convertissant une énergie d'entrée (électrique, hydraulique ou pneumatique...) en une énergie de sortie (mécanique). Les actionneurs les plus utilisés sont :

1.1.4.1. Actionneurs pneumatiques:

Les actionneurs pneumatiques utilisent de l'air comprimé à ~6 bar. L'air est fourni par un compresseur, qui alimente souvent tout l'atelier, et distribué à toutes les machines. Ils sont alimentés par des distributeurs, suite à une commande électrique. Ils sont utilisés principalement pour des mouvements exigeant une force faible (20 à 50 000 N) ; et une grande vitesse (la fraise du dentiste peut atteindre 200tours/s). Les actionneurs pneumatiques répandus sont : les vérins (linéaires et rotatifs) et les moteurs rotatifs, On utilise également des ventouses à vide pour saisir des objets (Ce sont des éléments de préhension à l'aide d'un générateur de vide par effet venturi).

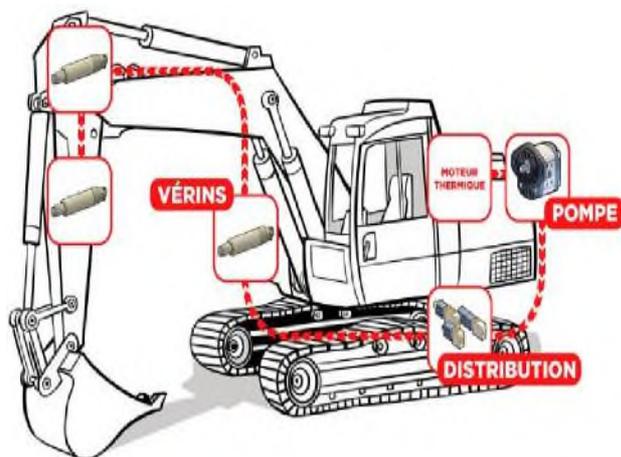


1.1.4.2. Actionneurs hydrauliques:

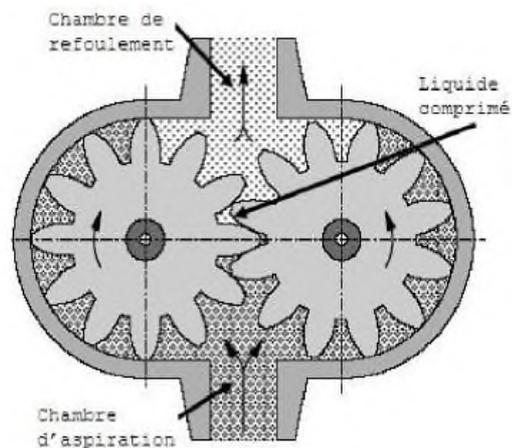
Les actionneurs hydrauliques sont utilisés pour des mouvements requérant des forces très élevées, à faible vitesse. Utilisant de l'huile sous des pressions atteignant 400 bar, ils permettent d'obtenir une force prodigieuse (jusqu'à 300 tonnes force). Leurs temps de réponse sont plus rapides que pour l'air (quelques millisecondes), car l'huile est presque incompressible. L'huile est fournie par une pompe hydraulique qui fait généralement partie de la machine.

Ces actionneurs sont des vérins linéaires ou des moteurs rotatifs. Leur action est contrôlée par des distributeurs. Ils peuvent être de type tout ou rien, ou de type proportionnel, permettant de moduler la pression ou le débit d'huile.

Dans les vérins hydrauliques, le principe est identique à celui des vérins pneumatiques. Pour les moteurs hydrauliques, il existe plusieurs types : (moteurs à engrenage, moteurs à palettes, moteurs à pistons). Le principe de fonctionnement de tous les types est le même : Une différence de pression entre l'admission et le refoulement du moteur s'applique sur les parties mobiles qui se déplacent et entraînent ainsi l'arbre du moteur et la charge à déplacer.



Exemple d'usage des vérins hydrauliques (engins)



Moteur à engrenage

1.1.4.3. Actionneurs électriques:

Les actionneurs électriques sont principalement les moteurs électriques ; qui sont des appareils qui transforment l'énergie électrique en énergie mécanique. Leur fonctionnement repose sur les principes de l'électromagnétisme. Le moteur comporte deux parties : - une partie fixe (le stator) et une partie mobile (le rotor).

Il existe un grand nombre de types de moteurs : moteurs asynchrones (généralement à courants triphasés, moteurs à cage, moteurs à bagues), moteurs à courant continu, moteurs synchrones, moteurs pas à pas...

L'électroaimant est un autre type des actionneurs électriques dans lequel la force magnétique est utilisée.



1.1.5 Les préactionneurs:

Les préactionneurs sont des interfaces d'énergie entre la Partie Commande et la Partie Opérative. La Partie Commande est généralement incapable de distribuer directement l'énergie nécessaire à l'actionneur. Par exemple :

- Partie Commande en très basse tension (24Volts continu), et Partie Opérative 400Volts triphasée (moteurs de forte puissance).
- Partie Commande électrique et Partie Opérative pneumatique (vérins).

Le préactionneur est donc là pour s'occuper de distribuer une énergie forte adaptée à l'actionneur en fonction de la commande (signal faible) venant de l'API.

1.1.5.1. Types de préactionneurs:

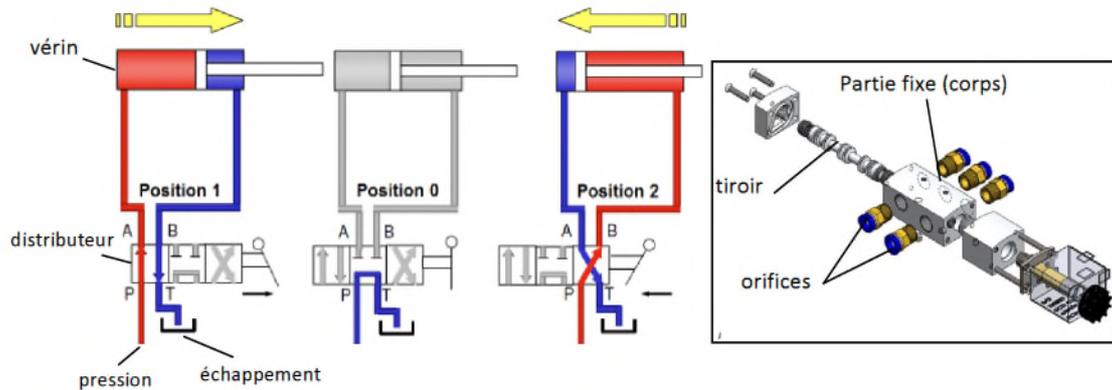
a. Les distributeurs (préactionneurs pneumatiques ou hydrauliques):

Un distributeur est constitué d'une partie fixe et d'une partie mobile (le tiroir) :

- La partie fixe est dotée d'orifices connectés à la source d'énergie (air comprimé,...), à l'actionneur et à l'échappement.

Installations Electriques en Automatique

- Le tiroir mobile, coulissant dans la partie fixe, il est doté de conduites permettant le passage de fluide entre les différents orifices et la partie fixe.



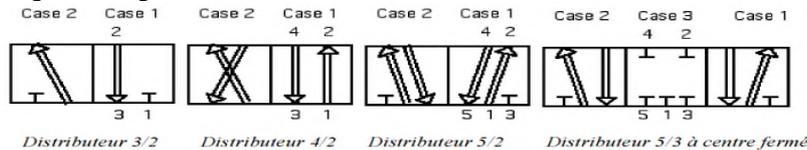
Principe de fonctionnement d'un distributeur

Constituants d'un distributeur

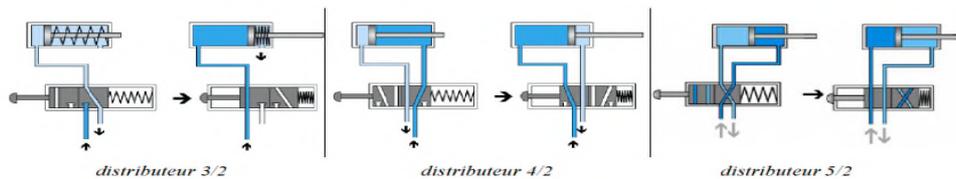
Schématiquement :

- On représente un distributeur à l'aide de cases. Chaque position est symbolisée par une case
- A l'intérieur des cases, on représente les voies de passage de fluide pour chacune des positions.
- Une possibilité de passage du fluide est symbolisée par une flèche indiquant le sens de circulation. Un blocage du fluide est symbolisé par un "T".
- Pour caractériser un distributeur, il faut définir le nombre de voies ou d'orifices ainsi que le nombre de positions (par exemple un distributeur 3/2 : comprend 3 orifices et 2 positions).

Pour en comprendre le fonctionnement, il faut imaginer que les canalisations sont fixes et que ce sont les cases qui se déplacent devant les canalisations, et non l'inverse.



Distributeur 3/2 Distributeur 4/2 Distributeur 5/2 Distributeur 5/3 à centre fermé



distributeur 3/2 distributeur 4/2 distributeur 5/2

b. Les Relais et Contacteurs (préactionneurs électriques):

Le relais est le terme général qui désigne les préactionneurs électriques. Les contacteurs sont des relais conçus pour commuter des courants électriques forts.

b.1 Relais:

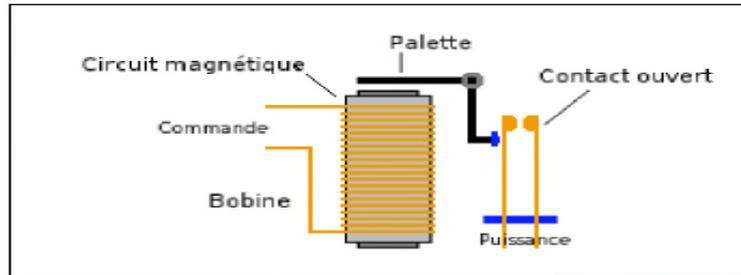
Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique) et pouvant avoir des propriétés différentes.

Un relais est composé principalement d'une bobine, un ressort de rappel, de 2 à 4 contacts de puissance ou pôles, un circuit magnétique constitué d'un aimant fixe et d'un aimant mobile (armature fixe et mobile),

Son fonctionnement est comme suit :

- En l'absence d'ordre de la P.C., les contacts sont au repos.

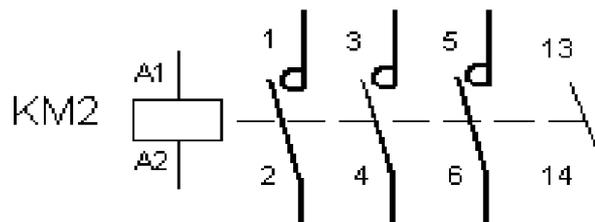
- Quand l'automate envoie l'ordre de commande (signal de 24 V), le courant électrique crée un champ magnétique dans la bobine, qui pousse la barre de commande. Les contacts changent alors d'état. Dès la disparition de l'ordre, les contacts reprennent leur état de repos.



b.2 Contacteur:

Le contacteur a la même fonction qu'un relais électromécanique, sauf que ses contacts sont prévus pour supporter un courant beaucoup plus important. Des contacteurs sont utilisés afin d'alimenter des moteurs industriels de grande puissance (plus de 50 kW). Ils sont aussi utilisés en milieu domestique pour alimenter des appareils électriques comme le chauffage ou le chauffe-eau, car les organes de commande (thermostat, interrupteur horaire...) risqueraient d'être rapidement détériorés par un courant trop important.

Selon leur utilisation ils peuvent être unipolaires, bipolaires, tripolaires ou encore tétrapolaires, en d'autres termes ils possèdent de un à quatre contacts de puissance.



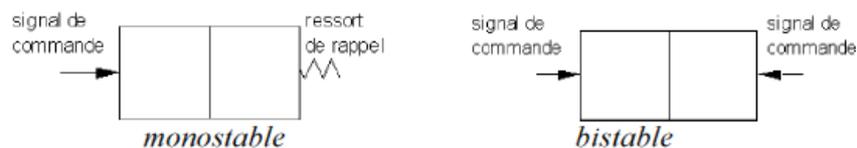
Symbole d'un contacteur tripolaire : à gauche la bobine, au centre les contacts de puissance, à droite un contact auxiliaire.

1.1.5.2. Pilotage des préactionneurs:

C'est la Partie Commande qui pilote les préactionneurs en leur envoyant des ordres sous forme de signaux.

Préactionneur monostable : Il est actif si et seulement si l'ordre de commande est présent. Autrement dit, dès que l'ordre de commande cesse, le préactionneur monostable retourne à son état de repos.

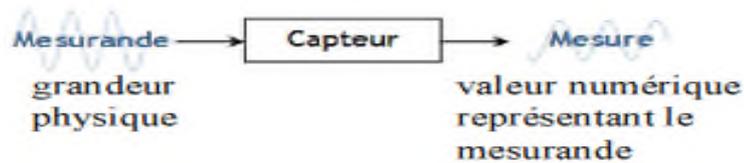
Un préactionneur bistable : Il reste dans l'état que lui impose un ordre de la Partie Commande et reste dans cet état jusqu'à un nouvel ordre.



1.1.6 Les capteurs:

Les capteurs sont des éléments sensibles à des grandeurs physiques (température, pression, force, position, vitesse, luminosité,...) qu'ils transforment en signal électrique.

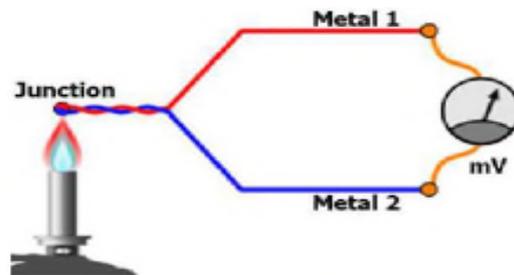
Installations Electriques en Automatique



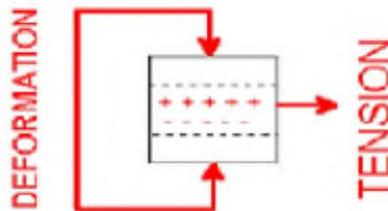
On peut classifier les capteurs sur la base de consommation ou pas de l'énergie en :

Capteurs actifs: n'exigent pas d'alimentation. Ils sont directement générateurs d'une tension, d'un courant ou d'une charge à partir de la grandeur physique. Les principes physiques mis en jeu sont :

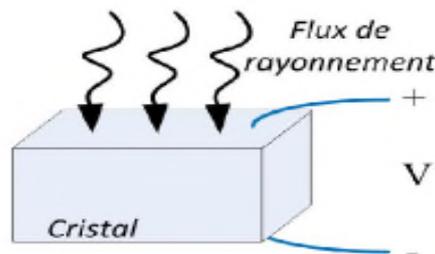
Effet thermoélectrique: c'est le principe de thermocouple. C'est un circuit constitué de deux conducteurs de nature chimique différente et dont les jonctions sont à des températures différentes. Il apparaît aux bornes de ce circuit une tension (force électromotrice) liée à la différence de température.



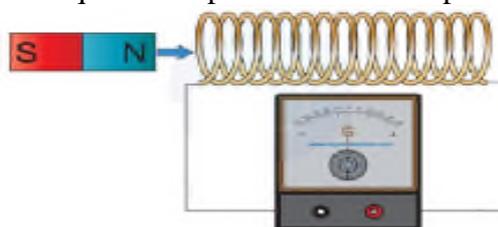
Effet piézoélectrique: L'application d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits piézoélectriques (le quartz par exemple) entraîne l'apparition d'une déformation et d'une charge électrique de signe différent sur les faces opposées. Exemple : Mesure d'effort, d'accélération (accéléromètre)



Effet pyroélectricité: certains cristaux présentent une polarisation électrique proportionnelle à leur température. Ainsi, en absorbant un flux de rayonnement, le cristal pyroélectrique va s'échauffer et ainsi sa polarisation va se modifier entraînant une variation de tension détectable.

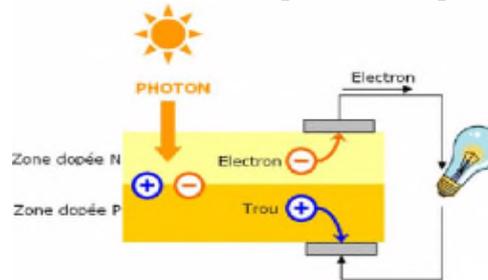


Effet d'induction électromagnétique: La variation du flux d'induction magnétique dans un circuit électrique induit une tension électrique. Exemple : Détection de passage d'un objet métallique.

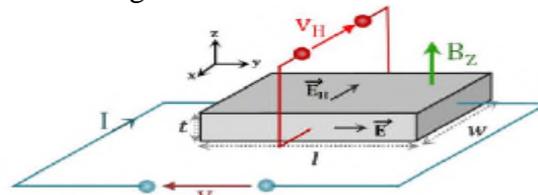


Installations Electriques en Automatique

Effet photoélectrique et photovoltaïque: Basés sur la libération de charges électriques dans la matière sous l'influence d'un rayonnement lumineux, ou plus généralement d'une onde électromagnétique. Exemple: Mesure de lumière (capteur CCD, photodiode).



Effet Hall: Un barreau de semiconducteur soumis à un champ magnétique uniforme B et traversé par un courant I , est le siège entre les faces supérieure et inférieure du barreau d'une tension V_H proportionnelle à B qui constitue le signal de sortie.



Capteurs passifs: Ils ont besoin dans la plupart des cas d'apport d'énergie extérieure pour fonctionner. Il s'agit en général d'une impédance dont la valeur varie avec la grandeur physique. Parmi ces capteurs on a :

- Capteurs résistifs : La résistance interne du capteur varie avec la grandeur physique. Exemples : Mesure de température par résistance à fil de platine, thermistance - Mesure d'effort par jauge de contrainte-Mesure d'intensité lumineuse par photorésistance.
- Capteurs inductifs : La valeur de l'inductance L varie avec la grandeur physique. Exemples : Mesure de déplacement par inductance variable - Mesure d'effort par capteur magnéto-élastique.
- Capteurs capacitifs : C varie avec la grandeur physique. Exemples : - Mesure de déplacement et de position : l'objet dont on veut mesurer le déplacement se déplace avec une armature du condensateur - Mesure de niveau : la présence de liquide modifie la valeur de la capacité.

Le tableau suivant présente les Types des matériaux utilisés et caractéristique électrique des capteurs passifs

MESURANDE	EFFET UTILISE (Grandeur de sortie)	MATERIAUX
Température	Résistivité	Platine, nickel, cuivre, semi-conducteurs.
Très basse température	Constante diélectrique	Verre
Flux optique	Résistivité	Semi-conducteurs
Déformation	Résistivité Perméabilité	Alliages nickel Alliages ferromagnétiques
Position	Résistivité	Magnétorésistances : Bismuth, antimoine d'indium
Humidité	Résistivité	Chlorure de lithium

On peut également classer les capteurs, en fonction du type de grandeurs physiques à mesurer, en :

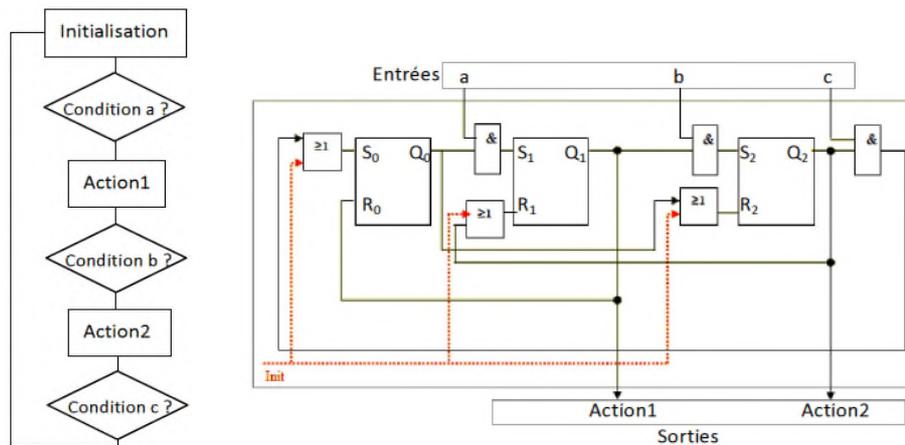
- Capteurs Mécaniques : déplacement, force, masse, débit etc...
- Capteurs Thermiques : température, capacité thermique, flux thermique etc...
- Capteurs Electriques : courant, tension, charge, impédance, diélectrique etc...
- Capteurs Magnétiques : champ magnétique, perméabilité, moment magnétique etc...
- Capteurs Radiatifs : lumière visible, rayons X, micro-ondes etc...
- Capteurs Bio/Chimique : humidité, gaz, sucre, hormone etc...

1.1.7 La partie commande:

La partie de commande a pour tâche de donner les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Elle reçoit les consignes de l'opérateur et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs. En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches implanté dans un automate programmable (logique programmée) ou réalisé par des relais et circuits (logique câblée). Elle va commander les préactionneurs et renvoyer des informations aux systèmes de supervision. Deux solutions sont empruntées pour la réalisation de la partie commande:

1.1.7.1 Logique câblée:

L'automatisme est obtenu en reliant entre eux les différents constituants de base ou fonctions logiques (combinatoire et séquentielle) par câblage.



Exemple de de réalisation de la partie commande d'un système automatisé linéaire à l'aide de câblage par des bascules RS

1.1.7.2 Logique programmée:

Le schéma du système est transcrit en une suite d'instructions constituant le programme, qui s'exécute par un équipement spécial (automate programmable API, microprocesseur,...). En cas de modification, l'installation ne comporte aucune modification de câblage seul le jeu d'instructions est modifié.

	Câblée	Programmée
Usage	S'utilise pour des systèmes simples	S'utilise pour des systèmes complexes.
Complexité	la taille des circuits croit avec la complexité du problème.	La taille de circuits n'augmente plus avec la complexité du problème
Evolutivité	La moindre modification du problème entraîne le renouvellement du montage.	Nécessite seulement une modification du programme
Rapidité	l'avantage en terme de rapidité	La rapidité diminue avec la complexité du système
Coût	Faible (Pour un système simple)	Plus élevé

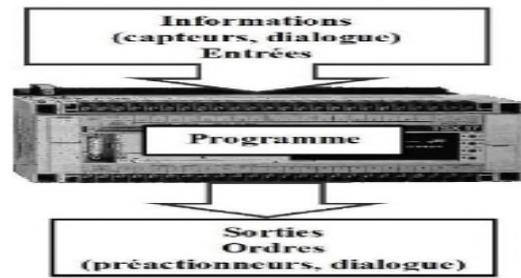
1.1.7.3 Les automates programmables industriels API:

Les API (en anglais : PLC programmable logic controller) sont apparues à la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (GM). Il existe sur le marché de nombreuses marques d'automates : Siemens, Omron, Allen Bradley, Cegetel, Jetter, Shneider, etc.

L'API est un appareil électronique programmable (par un automaticien, non informaticien) similaire à un ordinateur servant à commander des procédés industriels en élaborant des actions (pour les préactionneurs) selon un programme, à partir des informations fournies par les capteurs.

Un API est constitué essentiellement des parties suivantes :

Installations Electriques en Automatique



Le microprocesseur: c'est le cerveau de l'automate, il réalise toutes les fonctions logiques, de comptage, de calcul... à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Il est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées BUS, qui véhiculent les informations sous forme binaire.

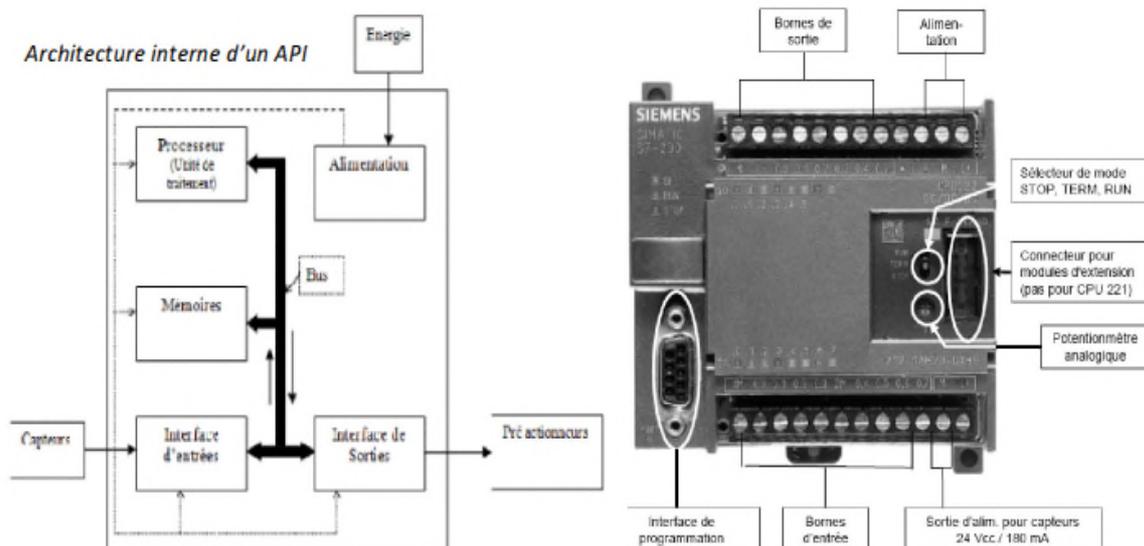
La mémoire: est conçue pour recevoir, gérer, stocker des informations issues des différents éléments du système : l'utilisateur (PC ou console), le microprocesseur, les capteurs. Deux types de mémoire cohabitent :

- La mémoire Programme (ROM : mémoire morte) : où est stocké le langage de programmation. Elle est en général figée, c'est à dire en lecture seulement.
- La mémoire de travail (RAM : mémoire vive) : utilisable en lecture-écriture pendant le fonctionnement. Elle s'efface à l'arrêt de l'automate. Elle est répartie en différentes zones mémoires : Table image des entrées, Table image des sorties, Mémoire des bits internes, Mémoire programme d'application.

Les interfaces et les cartes d'Entrées / Sorties:

- L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée. Chaque capteur est relié à une de ces adresses.
- L'interface de sortie comporte de la même façon des adresses de sortie. Chaque préactionneur est relié à une de ces adresses. Le nombre de ces entrées est sorties varie suivant le type d'automate.
- Cartes d'entrées : Elles sont destinées à recevoir les signaux en provenance des capteurs (signaux logiques TOR, analogiques, ou numériques) et adapter le signal en le mettant en forme.
- Cartes de sorties: Elles sont destinées à commander les pré-actionneurs et éléments des signalisations du système et adapter les niveaux de tensions de l'unité de commande à celle de la partie opérative.

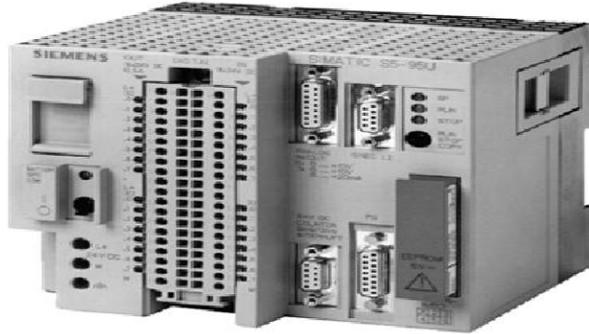
Alimentation des différentes parties:



Installations Electriques en Automatique

Les API peuvent être compacts ou modulaires :

Le type compact (monobloc): possède un nombre d'entrées et de sorties restreint et son jeu d'instructions ne peut être augmenté. Ce type a pour fonction de résoudre des automatismes simples avec la logique séquentielle et utilisant des informations TOR.



Le type modulaire: est adaptable à toutes situations. Selon le besoin, des modules d'E/S analogiques sont disponibles en plus de modules spécialisés tels : PID, BASIC, Langage C,... La modularité permet un dépannage rapide et une plus grande flexibilité.

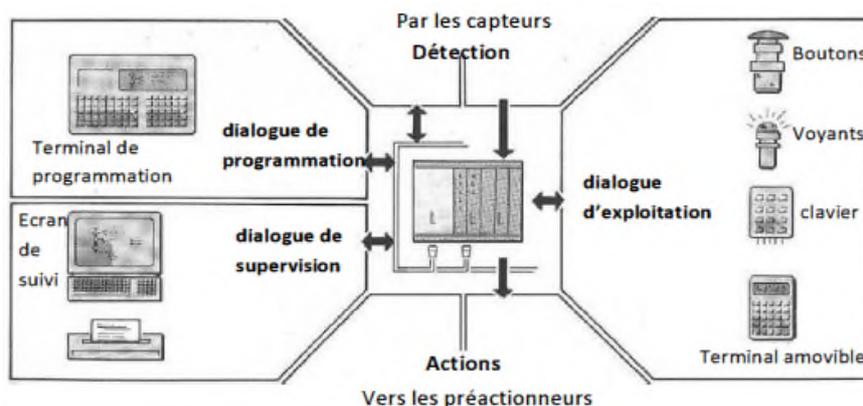


1.1.8 La partie dialogue:

Assure l'échange d'informations entre l'opérateur et le système (dialogue homme-machine).

On distingue :

- **Le dialogue de programmation:** lors de la phase de développement et de mise au point du système ; Il consiste à : - Ecrire et interpréter l'ensemble des instructions du programme ;
- Implanter le programme en mémoire.
- **Le dialogue d'exploitation:** A partir d'un terminal d'exploitation (clavier et écran) l'opérateur peut :
- Lire sur un écran un message relatif à : l'état du système, à la nature du produit traité, à des mesures, à des défauts de fonctionnement.
- Commander par l'intermédiaire d'un clavier l'évolution du système (sélection des modes de fonctionnement ; saisie de consignes ; émission d'ordres...)
- **Le dialogue de supervision:** assure la coordination avec les autres systèmes concernés.



1.2 Conception des systèmes automatisés (Concis):

1.2.1 Grafcet:

Le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions) est un outil graphique qui décrit l'évolution d'un automatisme et établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre les entrées et les sorties. C'est un outil graphique puissant, directement exploitable en programmation.

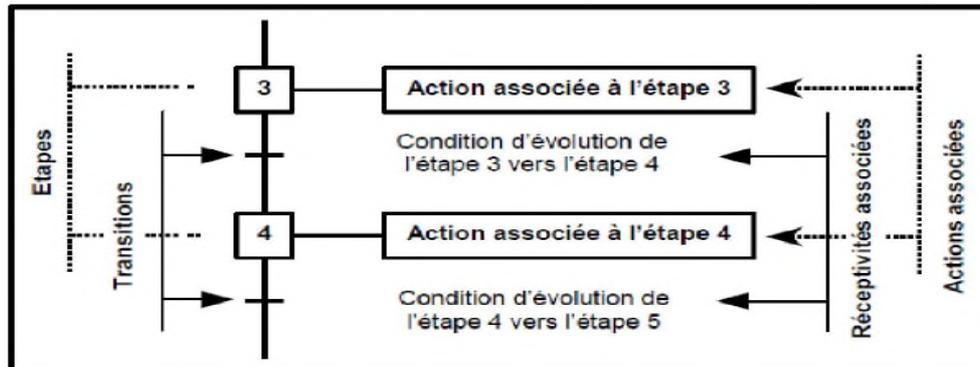
1.2.1.1 Eléments d'un Grafcet:

Un Grafcet est constitué de trois éléments :

-Étapes associées à des actions: Une étape caractérise une situation donnée. Elle peut être active ou inactive. Elle est représentée par un carré. L'étape initiale est représentée par un double carré.

-Transitions associées à des réceptivités: Une transition indique la condition d'évolution qui existe entre deux étapes. La réceptivité est une information d'entrée fournie par : l'opérateur, les capteurs, ou toute opération logique, arithmétique...

-Liaisons : traits verticaux orientés de haut vers le bas qui relient une étape à l'étape suivante.



1.2.1.2 La réceptivité (conditions de transitions) : porte une valeur logique (vrai ou faux). Par exemple :

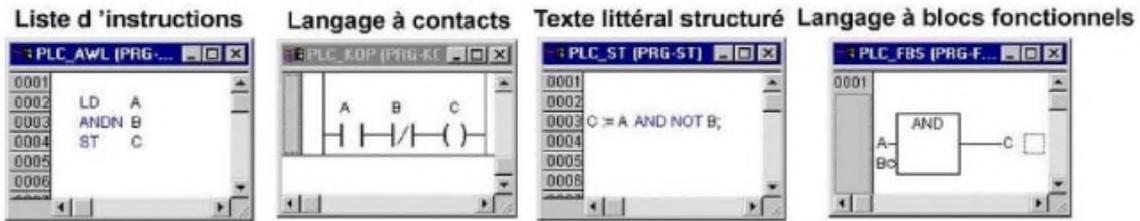
<p>1 + [C1=4] 2</p>	<p>1 + [Température supérieure à 40°C] 2</p>	<p>1 + [t>10°C].h 2</p>
La réceptivité est vraie lorsque la valeur courante du compteur est égale à 4.	Le langage littéral peut être utilisé.	La réceptivité est vraie lorsque la température est supérieure à 10°C et le niveau haut h est atteint.
<p>1 + ↑ a 2</p>	<p>1 + a+↑b 2</p>	<p>1 + ↓(a.b) 2</p>
La réceptivité n'est vraie que lorsque a passe de l'état 0 à l'état 1	La réceptivité n'est vraie que lorsque a est vraie ou que b passe de l'état 0 à l'état 1	La réceptivité n'est vraie que lorsque le produit logique « a.b » passe l'état 1 à l'état 0

1.2.1.3 Franchissement d'une transition:

- A l'instant initial, seules les étapes initiales sont actives. (on indique l'activation par un jeton)
- Pour franchir une étape, il faut que toutes ses étapes amont (immédiatement précédentes) soient actives et que la réceptivité associée soit vraie.
- Le franchissement d'une transition entraîne obligatoirement l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

Installations Electriques en Automatique

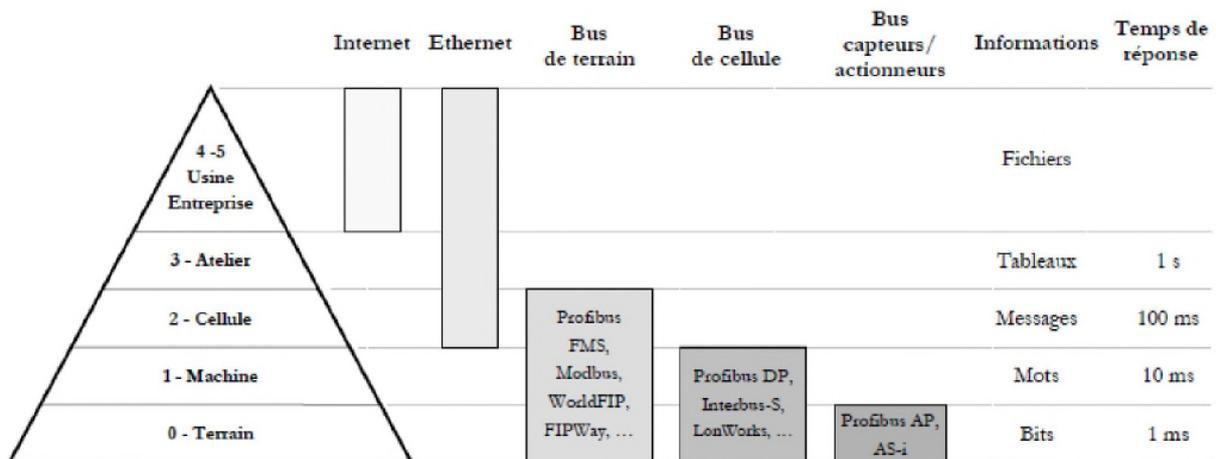
- Liste d'instructions (IL : Instruction list) : Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens.
- Langage littéral structuré (ST : Structured Text) : Langage informatique de même nature que le Pascal, il utilise les fonctions comme if ... then ...else ... Peu utilisé par les automaticiens.



1.3 Les réseaux industriels:

La notion de système automatisé de production peut s'appliquer aussi bien à une machine isolée qu'à une cellule de production, voire même à une usine. Donc les différents éléments du système doivent communiquer des informations. Ceci se fait via des réseaux. Il existe des réseaux adaptés à chaque niveau :

- Le bus capteur/actionneur (sensor bus) : relie les API aux capteurs et actionneurs.
- Le bus de cellule (device bus) : pour la périphérie d'automatisme.
- Les bus de terrain (field bus) : pour la communication entre unités de commande et supervision.
- Les réseaux locaux industriels : pour la communication entre l'automatisme et le système de gestion.



1.4 Structure d'une installation électrique:

1.4.1 Structure fonctionnelle d'une installation électrique

Les règles à observer dans la conception des installations électriques basse tension (jusqu'à 1000V en alternatif et 1500V en continu) sont définies par des normes (exemple NFC 15-100). Tous les équipements de force motrice sont construits sur le modèle fonctionnel suivant :

Installations Electriques en Automatique

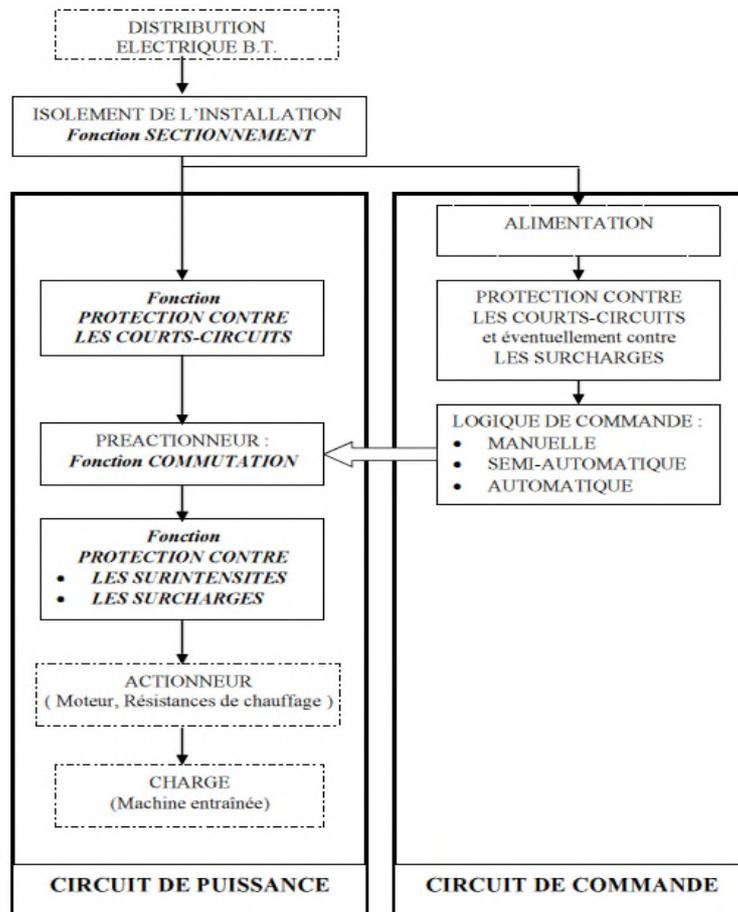
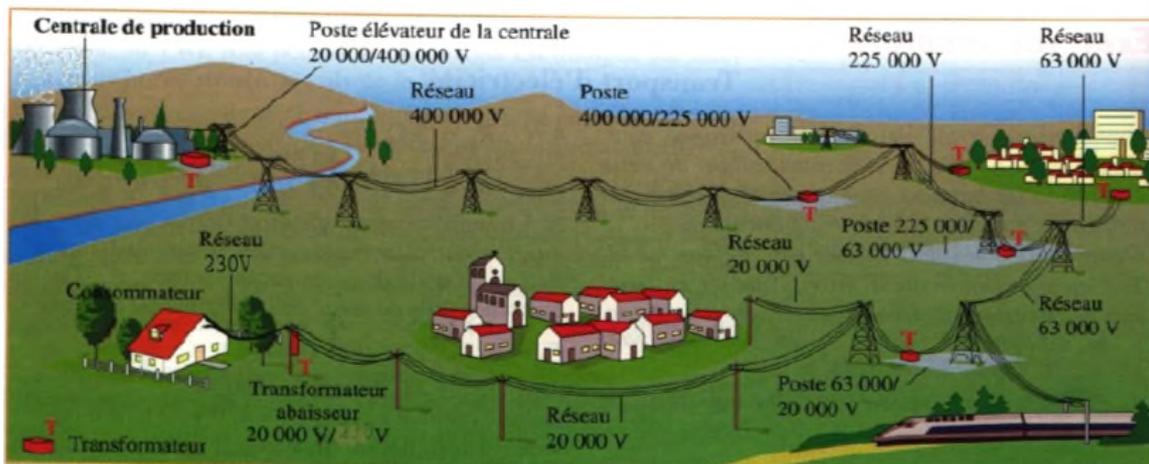


Schéma synoptique d'un automatisme électrique
(Les parties en pointillés ne font pas partie de l'automatisme)



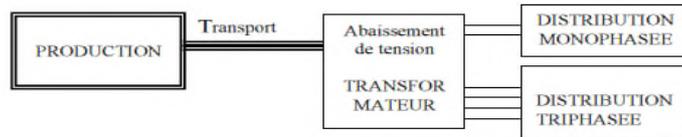
Le transport de l'électricité

Sonelgaz distribue une tension finale aux utilisateurs particuliers de 230V monophasé ou 230/400V en triphasé.

1.4.2 Réseau d'alimentation:

Sonelgaz transporte l'énergie électrique sur des lignes à 3 fils. La tension utilisée pour le transport étant trop élevée, elle est au préalable abaissée dans des postes de transformation avant d'être livrée à l'utilisateur (distribution). Le réseau basse tension ainsi obtenu est toujours triphasé mais comprend 4 fils : 3 conducteurs de phase, un conducteur de neutre.

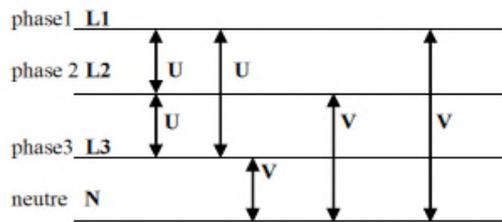
L'abonné reçoit soit les 4 fils (on parle de réseau triphasé), soit deux fils (1 phase et le neutre) et on parle alors de réseau monophasé.



En distribution monophasée et triphasée domestiques, les tensions sont:

Monophasé : $V = 230 \text{ V}$

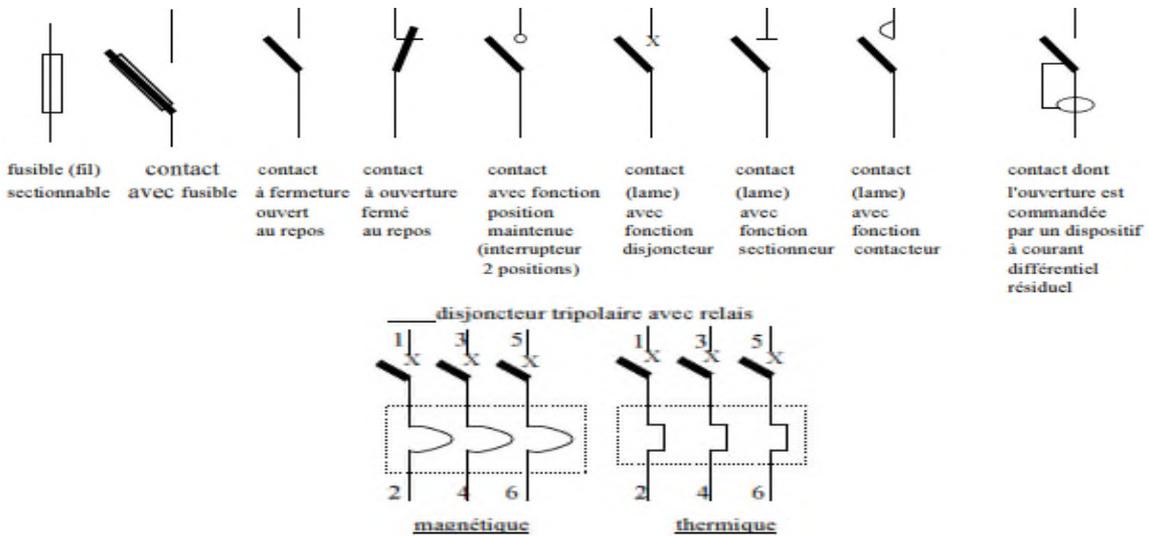
Triphasé : $U = V\sqrt{3}$
 $U = 230\sqrt{3} \quad U \approx 400$



Réseau d'alimentation

Remarque: Les nouvelles tensions normalisées sont 230v et 400v respectivement.

1.4.3 Symboles normalisés des contacts:



Symboles normalisés de quelques contact

Différents types de contacts (norme NF E 04-056):

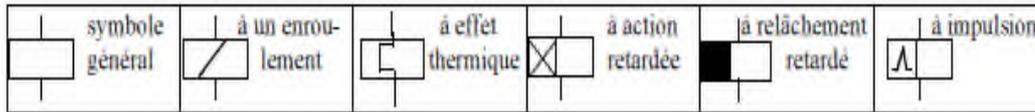
a- Contacts électriques

Type	Commande		Exemples
à fermeture	manuelle (symbole général)	manuelle à tirette	bouton poussoir à fermeture
à ouverture	manuelle à poussoir	manuelle rotative	interrupteur rotatif
à deux directions (sans chevauchement)	mécanique de position (fins de course)	manuelle avec verrouillage	sélecteur rotatif à verrouillage
interrupteur 3 positions stables, avec position médiane d'ouverture	à clef	retardé à la fermeture	sélecteur rotatif à clef (clef de contact automobile)
interrupteur 2 positions stables	à effet thermique	retardé à l'ouverture	

b- Appareils de séparation et de coupure



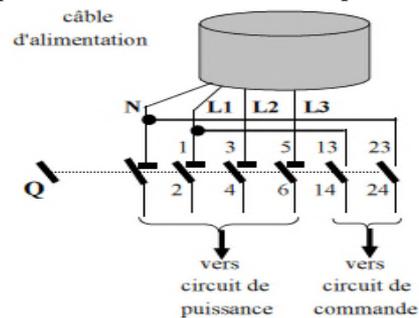
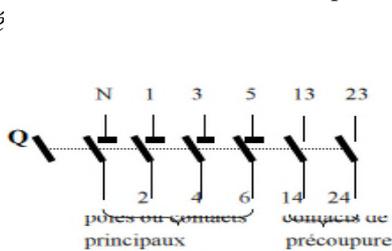
c-Organes de commande des relais électromécaniques



1.4.4 Isolement de l'installation : le sectionneur

Les actionneurs alimentés par le réseau doivent pouvoir être mis hors tension manuellement, même pour les systèmes automatisés commandés à distance (cette opération devant être exécutée en toute sécurité). Cet isolement est rendu possible par la présence d'un sectionneur muni d'un dispositif de verrouillage en position ouverte. Il permet d'isoler l'installation électrique, il doit donc être placé en amont du circuit électrique. Le choix du sectionneur se fait sur la base de la valeur de la tension d'alimentation et de son type (mono ou triphasé), ainsi que de l'intensité du courant en fonctionnement normal.

Remarque: *l'ouverture du sectionneur est obligatoire lors de toute intervention sur l'équipement électrique de la machine, ou sur les parties mécaniques mises en mouvement par des organes de commande é*



Lors de l'ouverture du sectionneur, comme leur nom l'indique, les contacts auxiliaires de pré-coupure 13-14 et 23-24 s'ouvrent avant les contacts principaux (ou de puissance) N, 1-2, 3-4 et 5-6. Cette durée permet à l'organe de commande de couper les ordres qu'il envoie à la partie commutation du circuit de puissance, avant que l'alimentation de ce dernier ne soit coupée par les pôles du sectionneur. Le rôle du sectionneur est donc l'ouverture du circuit de commande et le **sectionnement à vide** du circuit de puissance.

En effet l'ouverture des contacts de pré coupure coupe l'alimentation de la bobine du contacteur. Ce qui a pour effet d'ouvrir les contacts de puissance du contacteur qui alimentent le récepteur (moteur). *Quand les contacts principaux du sectionneur s'ouvrent, il y a déjà un certain temps qu'aucun courant ne circule dans le circuit de puissance.* Par conséquent on dit que le sectionneur n'a **aucun pouvoir de coupure** car il effectue un sectionnement ou coupure à vide du circuit de puissance.

1.4.5 Circuit de puissance:

Chaque phase doit être protégée aussi bien contre les surintensités et les surcharges que contre les courts-circuits (contacts accidentels entre des conducteurs portés à des potentiels différents). Cette protection est assurée soit par des disjoncteurs à base de relais à lames, soit par des coupe-circuit à cartouches fusibles.

a- Protection contre les courts-circuits:

Le type de cartouche fusible dépend de la nature du circuit à protéger. S'il s'agit d'un circuit fortement résistif et peu inductif (ligne d'alimentation générale, d'éclairage, de chauffage etc.), on utilise des cartouches noires de type gG (usage général). S'il s'agit de moteur ou transformateur (circuit inductif) engendrant des pointes de courant à la mise sous tension, on utilise des cartouches vertes de type aM (accompagnement moteur).

On peut également utiliser un **relais magnétique** (généralement intégré au disjoncteur) qui ouvre les contacts suite à l'excitation d'une bobine (il est donc à **action instantanée**).

Remarques:

- Les cartouches fusibles peuvent être insérées dans le sectionneur, qui assure alors la double fonction isolement et protection contre les courts-circuits.

- Le disjoncteur-moteur magnétothermique est un appareil combiné qui assure les 3 fonctions : sectionnement, protection contre les courts-circuits (déclenchement magnétique), protection contre les surcharges (déclenchement thermique). Son enclenchement est manuel et son déclenchement peut être manuel ou automatique.

13-14 : contact auxiliaire

97-98 : contact de signalisation de défaut

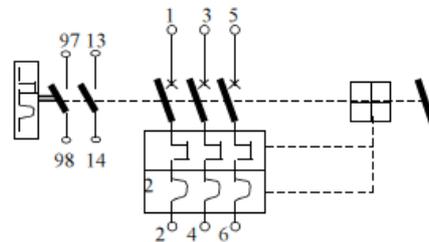
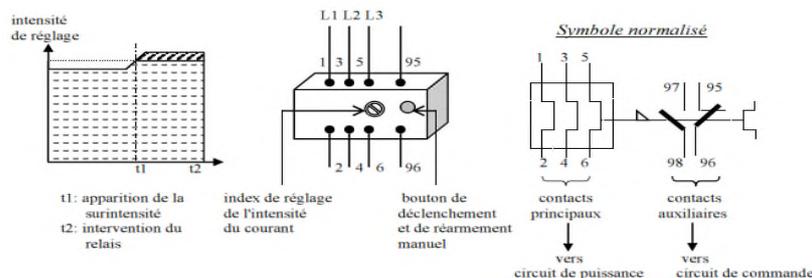


Schéma de principe du disjoncteur – moteur magnétothermique

b- Protection contre les surintensités et les surcharges:

Afin de ne pas dépasser les caractéristiques nominales de l'appareil à commander (moteur par exemple), il convient de placer un relais de protection qui contrôle l'intensité du courant absorbé. Le **relais thermique**, traversé par le courant moteur et réglé à la valeur nominale de celui-ci, envoie un ordre d'arrêt à la partie commande lorsque l'image thermique du moteur est hors des limites d'un fonctionnement correct. Il possède des contacts principaux ou pôles (2,4,6) pour le circuit de puissance, et des contacts auxiliaires (96 et 98) pour le circuit de commande.

Le relais thermique est à **action retardée** car son principe de fonctionnement est basé sur l'échauffement de bilames. En effet entre les pôles 1-2, 3-4 et 5-6 (cf. figure 6.5) on trouve un enroulement chauffant bobiné autour d'un bilame. Comme chaque enroulement chauffant du relais est placé en série avec chaque phase du moteur à protéger, l'augmentation de l'intensité du courant absorbé par le moteur électrique entraîne l'échauffement des enroulements, ce qui provoque la déformation des bilames. Cette déformation se transmet à un dispositif de liaison mécanique qui provoque l'ouverture du contact auxiliaire 95-96 situé dans le circuit de commande. Ainsi la bobine du contacteur n'est plus alimentée, ce qui entraîne l'ouverture des contacts auxiliaires du contacteur (ainsi que de ses contacts principaux qui contrôlent le circuit de puissance).



Le relais thermique

Installations Electriques en Automatique

Le principe même du relais thermique a conduit à le munir d'un système de **compensation interne** de la température ambiante, afin de ne contrôler que l'énergie thermique d'origine électrique. Enfin son association quasi exclusive à des moteurs triphasés a permis de l'équiper d'un dispositif de surveillance de l'identité des courants dans chacune des 3 phases du moteur : c'est le **système différentiel**. Un relais thermique compensé différentiel possédant ces trois caractéristiques est intégré à un disjoncteur, et on parle alors de **disjoncteur différentiel**.

Remarques

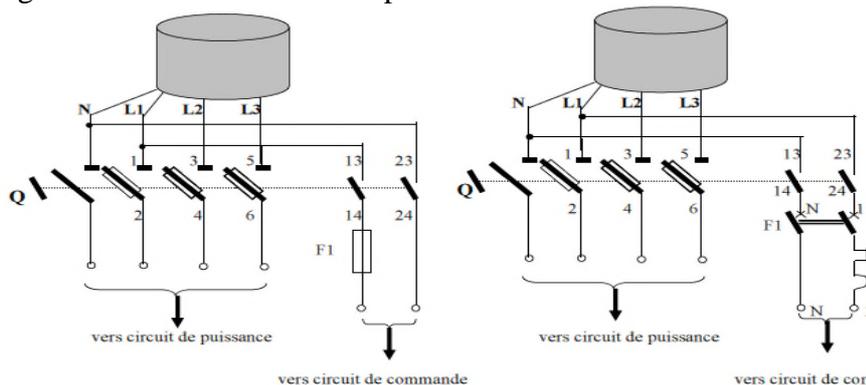
- 1 **Ne jamais sur calibrer un relais thermique au risque de détruire le moteur.**
- 2 Ne pas confondre interrupteur et disjoncteur différentiels. Si tous les deux se déclenchent sur un courant différentiel, le disjoncteur se déclenche également sur des surcharges et des courts-circuits, alors que ce n'est pas le cas pour l'interrupteur.

1.4.6 Circuit de commande:

1.4.6.1 Alimentation:

C'est un circuit alimenté soit directement à partir du circuit de puissance (généralement monophasé), soit par l'intermédiaire d'un transformateur abaisseur de tension (notamment lorsque les règles de sécurité l'exigent).

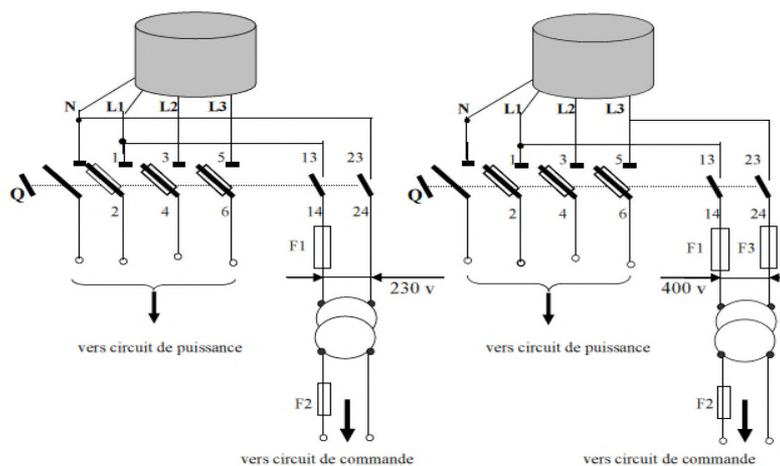
Le calibre de la cartouche fusible dépend du nombre d'éléments constituant le circuit de commande. En général un calibre 2 ou 4 ampères est suffisant.



Protection par fusible

Protection par disjoncteur magnétothermique

Alimentation directe du circuit de commande



Raccordement en monophasé

Raccordement en triphasé

Alimentation du circuit de commande en très basse tension ($V \leq 50$ v)

1.4.6.2 Protection:

Quand on utilise une alimentation directe monophasée du circuit de commande, la protection est très souvent assurée par un disjoncteur magnétothermique unipolaire avec neutre : il possède un pôle protégé relié à la phase, et un pôle coupé relié au neutre.

Dans le cas de l'alimentation en très basse tension,

* le choix du calibre et du type de la protection du primaire (qui est une protection contre les courts-circuits) doit prendre en compte le courant magnétisant du transformateur.

Par exemple pour une protection par disjoncteur de contrôle, le calibre sera égal au courant nominal primaire multiplié par le courant magnétisant ($\leq 20 I_n$) et divisé par le courant de déclenchement magnétique (environ $13 I_n$). Pour une protection par fusibles, l'emploi du type aM calibré au courant nominal primaire est recommandé, ces fusibles supportant le courant magnétisant du transformateur.

* La protection du secondaire contre les surcharges est assurée par un disjoncteur contrôle (relais thermique), ou par un fusible de type gG calibré au courant nominal secondaire. En général une protection sur le seul conducteur opposé au commun bobines est suffisante.

Remarque

Le relais thermique utilisé dans le circuit de puissance possède un contact auxiliaire (fermé au repos), qui est utilisé en série dans le circuit d'alimentation de la partie commande pour déconnecter le circuit de commande en cas de surcharge dans le circuit de puissance.

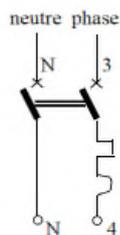
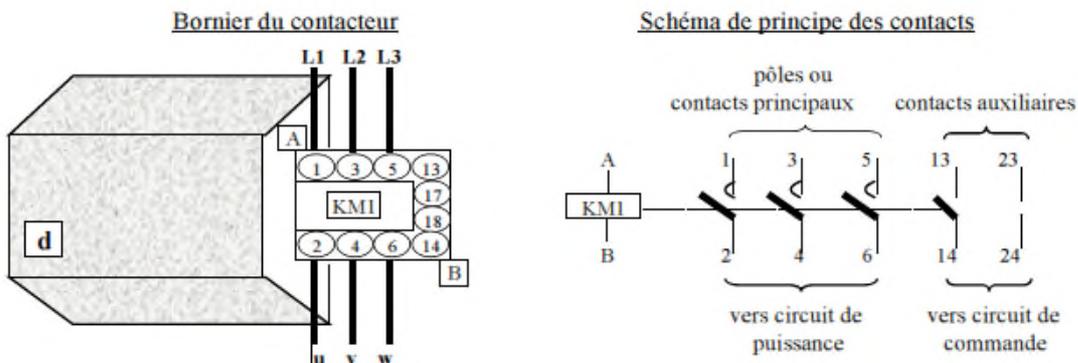


Schéma de principe du disjoncteur magnétothermique unipolaire + neutre
un pôle protégé (phase) et un pôle sectionné (neutre)

1.4.6.3 Coupures de sécurité et arrêt d'urgence:

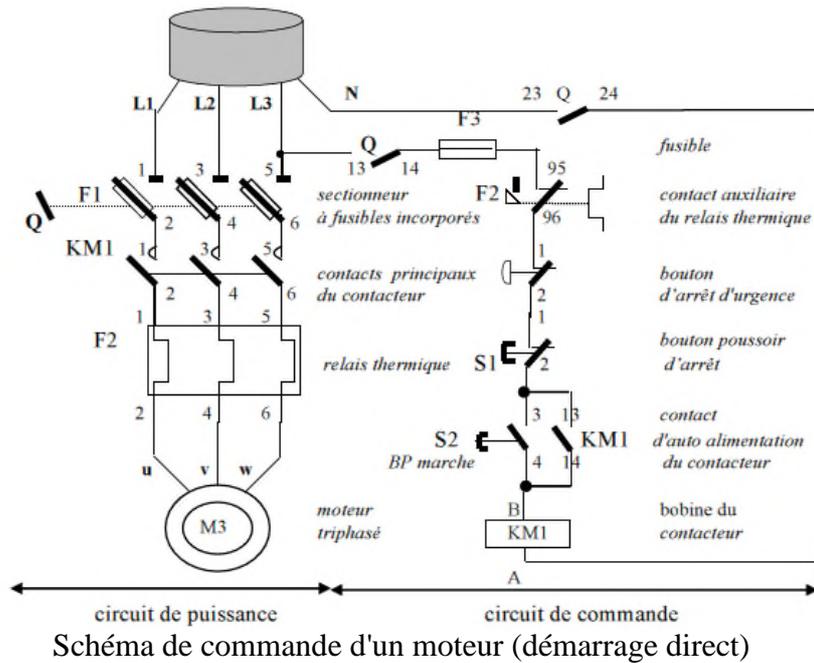
On doit pouvoir arrêter la machine et mettre hors tension le circuit électrique à l'aide d'un organe unique, bien visible et d'accès facile : on utilise en général un bouton d'arrêt d'urgence ("*coup de poing*") commandant le contacteur.

1.5 Contacteur et démarrage moteur:



En variante A04, pour les séries D09, D12, D16, D25, les contacteurs sont livrés avec les 4 liaisons suivantes réalisées par le constructeur : KM1.13-KM1.17 ; KM1.14-KM1.18 ; KM1.1-A ; KM1.14- B .

Câblage du contacteur série d (doc. Télémécanique)



1.5.1 Catégories ou classes d'emploi du contacteur:

1.5.1.a En courant alternatif:

- *Classe AC1: charges non inductives ou faiblement inductives: $\cos \varphi \geq 0.95$ et $I_d = 1.5 I_n$ (cas des fours à résistances par exemple). Elle concerne l'utilisation domestique du contacteur.
- *Classe AC2: moteurs à bagues ayant un mode de marche par à-coups. Régit également le démarrage et le freinage en contre-courant. $\cos \varphi = 0.65$ et le courant de démarrage égal 2.5 à 4 fois I_n .
- *Classe AC3: moteurs à cage dont la coupure s'effectue moteur lancé. C'est la catégorie d'utilisation la plus courante du moteur asynchrone. $\cos \varphi = 0.35$ à 0.65 et $I_d = 5$ à 7 fois I_n .
- *Classe AC4: moteur à cage ayant un mode de marche par à-coups, démarrage et arrêts fréquents, freinage en contre-courant, inversion du sens de marche. $\cos \varphi = 0.35$ à 0.65 et $I_d = 5$ à 7 fois I_n .

1.5.1.b En courant continu:

- *Classe DC1 : fonctionnement dans les mêmes conditions que AC1. $\tau = L/R \leq 1$ ms.
- *Classe DC2: moteur shunt, démarrage et coupure moteur lancé. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau = 7.5$ ms
- *Classe DC3: moteur shunt, démarrage et marche par à-coups, freinage en contre-courant (amortissement par inversion du sens du courant). $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 2$ ms.
- *Classe DC4: moteur série, même utilisation que DC2. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 10$ ms.
- *Classe DC5: moteur série, même utilisation que DC3. $I_d = 2.5 I_n$. $\tau \leq 7.5$ ms.

Installations Electriques en Automatique

CONTACTEURS (alimentation du circuit de commande en courant alternatif)		LC1 D09	LC1 D12	LC1 D18	LC1 D25	LC1 D32	LC1 D40	LC1 D50	LC1 D65	LC1 D80	LC1 D95	
Nombre de Pôles		3	3-4	3	3-4	3	3-4	3	3-4	3-4	3	
Courant Ie assigné d'emploi (U≤440 v)	En AC-3, θ≤55°C	A	9	12	18	25	32	40	50	65	80	95
	En AC-1, θ≤40°C	A	25	25	32	40	50	60	80	80	125	125
Pouvoir assigné de fermeture		A	250	250	300	450	550	800	900	1000	1100	1200
Pouvoir assigné de coupure	220-380-415-440 v	A	250	250	300	450	550	800	900	1000	1100	1100
	500 v	A	175	175	250	400	450	800	900	1000	1000	1100
	660-690 v	A	85	85	120	180	180	400	500	630	640	640
Courant temporaire admissible Si le courant était au préalable nul depuis 15 min avec θ≤40°C	Pendant 1s	A	210	210	240	380	430	720	810	900	990	990
	Pendant 5s	A	130	130	185	290	340	420	520	660	800	800
	Pendant 10s	A	105	105	145	240	260	320	400	520	640	640
	Pendant 30s	A	76	76	105	155	175	215	275	340	420	420
	Pendant 1 min	A	61	61	84	120	138	165	208	260	320	320
	Pendant 3 min	A	44	44	58	80	92	110	145	175	210	210
	Pendant 10 min	A	30	30	40	50	60	72	84	110	135	135
	Protection par fusibles contre les courts-circuits U ≤440v	Circuit moteur : type aM	A	12	16	20	40	40	40	63	80	80
Avec relais thermique : type gG	A	20	25	35	63	80	100	100	100	125	160	
Sans moteur (équivalent à catégorie AC1) : type gG	A	25	25	32	40	50	60	80	80	125	125	

Caractéristiques principales des contacteurs série D (doc. Télémécanique)

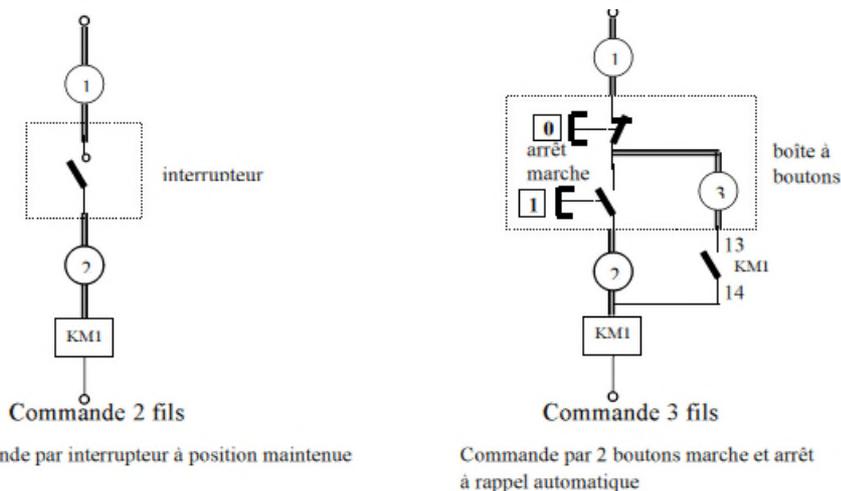
1.5.2 Appareils dérivés du contacteur:

**Le rupteur* : c'est un contacteur dont les contacts principaux sont fermés au repos.

**Le contacteur à accrochage* : c'est un contacteur muni d'un système d'accrochage, qui empêche les contacts de retourner à la position de repos (contacts ouverts) quand on cesse d'alimenter le dispositif de commande (coupure du courant de commande de la bobine). L'accrochage et le décrochage peuvent être magnétiques, mécaniques, électriques. En fait cet appareil possède deux états stables et il est improprement appelé contacteur, car il doit répondre aux spécifications des contacteurs. On l'utilise surtout dans la commande 2 fils.

Remarque:

Dans la commande 2 fils, chez Télémécanique il suffit de rajouter un dispositif d'accrochage (réf LA9 D09907) au bouton marche d'un contacteur (cf. figure 0-14) pour le transformer en un interrupteur, rendant ainsi inutile l'usage du contact d'auto maintien 13-14 ; par opposition à la commande 3 fils où l'on se sert du contact d'auto alimentation 13-14.



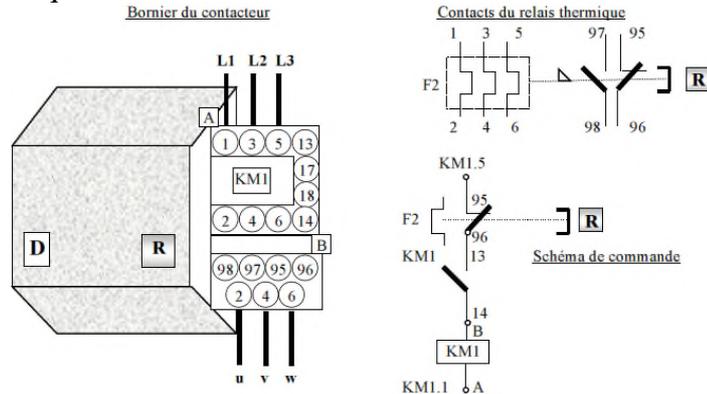
Commandes 2 fils et 3 fils

**Le discontacteur* : c'est un contacteur assurant la fonction de disjoncteur (protection contre les courts-circuits). On le réalise en rajoutant un relais magnétique à l'intérieur du

contacteur.

**Le contacteur-disjoncteur* : c'est la combinaison d'un contacteur, d'un disjoncteur (protection contre les courts circuits) à très fort pouvoir de coupure, et d'un relais thermique (protection contre les surcharges ou les surintensités de valeur moyenne).

**Contacteur d'inversion de phase* : il a pour rôle d'inverser deux phases pour inverser le sens de rotation du moteur. Utilisé pour le freinage d'un moteur, on lui associe un capteur de vitesse qui détecte l'annulation de la vitesse d'un moteur. Quand cette vitesse est nulle le circuit s'ouvre provoquant l'arrêt du moteur.

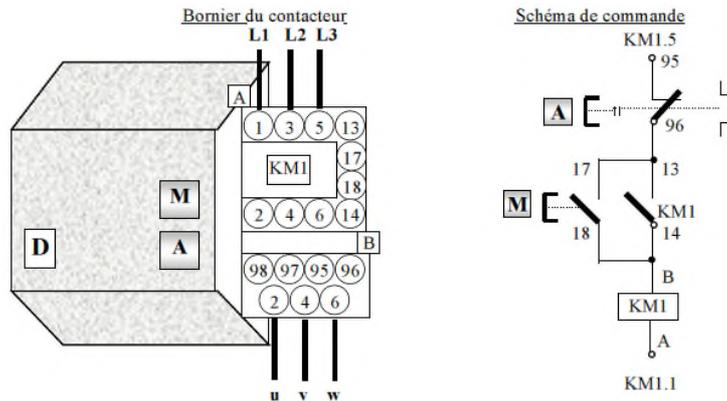


Avec bouton de réarmement du relais thermique

On réalise le discontacteur en insérant les bornes 1, 3, 5 du relais thermique sous les bornes 2, 4, 6 du contacteur. On rajoute aussi sur le coffret un bouton poussoir de réarmement du relais thermique (forçage des contacts fermés au repos).

En variante A05, pour les séries D09, D12, D16, D25, les contacteurs sont livrés avec les 6 liaisons suivantes réalisées par le constructeur (si une des liaisons est indésirable, elle est supprimée par l'utilisateur):

KM1.13 ↔ KM1.17	KM1.1 ↔ A	KM1.5 ↔ F2.95	
(bobine alimentée en 380V)	KM1.14 ↔ KM1.18	KM1.14 ↔ B	KM1.13 ↔ F2.96



Discontacteur série D (doc. Telemecanique)

Avec boutons poussoirs marche et arrêt à rappel automatique (variante A13) Ce discontacteur est réalisé à partir du précédent, dans lequel deux boutons poussoirs marche et arrêt remplacent le bouton de réarmement.

1.5.3 Appareils mis en œuvre dans un équipement de démarrage:

Tout système de démarrage se doit de limiter l'intensité absorbée par le moteur, tout en maintenant les performances mécaniques conformes au cahier de charges, de l'ensemble « moteur - machine entraînée ».

Installations Electriques en Automatique

Le démarrage du moteur peut être direct, par paliers, progressif, variable suivant une loi de vitesse.

Les deux premières solutions font appel à une technologie électromécanique, la dernière à la technologie électronique. Dans tous les cas l'équipement du circuit terminal moteur (dit « circuit de démarrage »), est une association d'appareils qui satisfait les quatre fonctions principales suivantes :

- *Sectionnement* : pour isoler cette partie par rapport au circuit amont et permettre les interventions de maintenance en toute sécurité.
- *Protection contre les courts-circuits* : avec une détection suivie d'une coupure rapide pour éviter la détérioration de l'installation.
- *Commutation* : dont la commande peut être manuelle, semi-automatique ou automatique.
- *Protection contre les surcharges* : avec une détection et une coupure qui doivent éviter que toute élévation intempestive de la température du moteur n'entraîne la détérioration de ses isolants.

FONCTION	SOLUTION FONCTIONNELLE	DESIGNATION DES APPAREILS					
		SECTIONNEUR	FUSIBLE	DISJONCTEUR	RELAIS THERMIQUE	CONTACTEUR	VARIATEUR ELECTRONIQUE
Sectionnement	* par pôles spécifiques * avec les pôles de puissance	●		●			
Protection contre les courts-circuits	* par fusibles * par déclencheur magnétique		●	●			
Commutation	* à commande manuelle * à commande automatique * à commande électronique			●		●	●
Protection contre les surcharges	Par déclencheur thermique				●		

Les associations d'équipements de démarrage les plus utilisées pour alimenter des moteurs triphasés sont au nombre de trois. Soit le schéma classique utilisant un sectionneur à fusibles, un contacteur et un relais thermique, soit l'association d'un disjoncteur-moteur (lequel intègre un disjoncteur et un relais magnétothermique) et d'un contacteur, soit l'utilisation d'un appareil unique : le sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral.

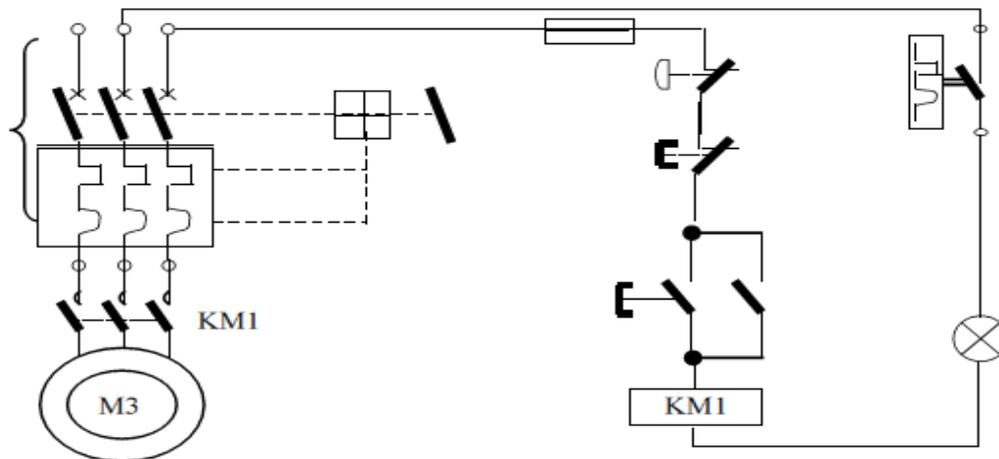
a. Association sectionneur à fusibles + contacteur + relais thermique:

C'est le schéma classique de commande des machines asynchrones. Quand on ouvre le sectionneur, la mise à l'arrêt du circuit de puissance est effectuée par le circuit de commande, à cause de l'ouverture préalable des contacts de pré coupure insérés dans le circuit de commande avant les contacts principaux du circuit de puissance. Il en est de même en cas de surintensité, qui provoque d'abord l'ouverture du circuit de commande (grâce aux contacts auxiliaires du relais thermique).

b. Association disjoncteur-moteur + contacteur:

Un seul appareil assure le sectionnement (disjoncteur), la protection contre les courts-circuits (déclencheur magnétique), et la protection contre les surcharges (déclencheur thermique réglable) : c'est le disjoncteur-moteur magnétothermique.

Avec cette association, la surintensité provoque directement l'ouverture du circuit de puissance, contrairement au cas précédent où l'ouverture (et donc l'arrêt) du circuit de puissance suite à une surintensité se fait *indirectement* via le circuit de commande et le contacteur.



Commande d'un moteur asynchrone par disjoncteur-moteur + contacteur

c. Sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral:

Dans un souci de gain de place et de facilité de maintenance, un appareil unique entre le réseau et le moteur intègre les fonctions de sectionnement (sectionneur), de commutation (contacteur), de protection contre les courts-circuits et les surintensités (disjoncteur différentiel). Il n'y a donc qu'un seul appareil entre le réseau d'alimentation et le récepteur, appelé le "disjoncteur différentiel intégral" (Integral 32 de Télémécanique par exemple) ou « sectionneur-contacteur-disjoncteur intégral ».

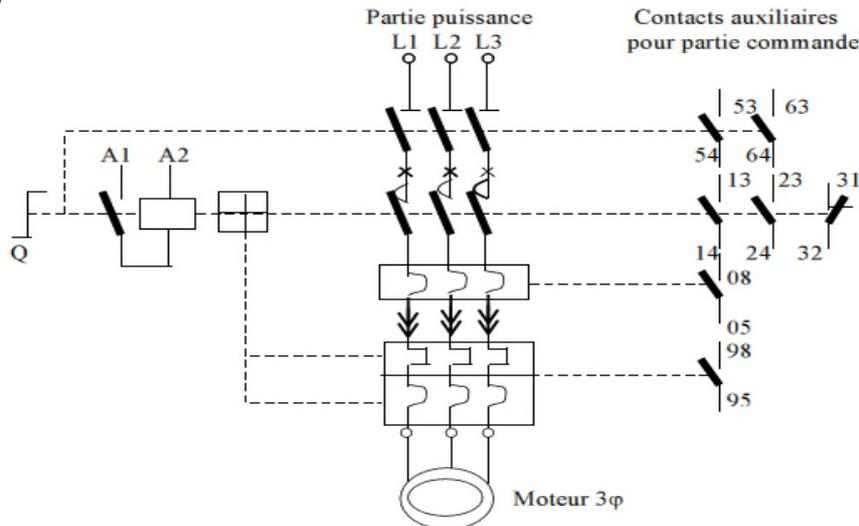


Schéma de principe du disjoncteur différentiel intégral

Chapitre 2 Connectique

2.1 Introduction:

La connectique regroupe toutes les techniques liées aux connexions physiques des liaisons électriques ainsi que des transmissions de données, c'est-à-dire les *connecteurs et prises*.

La connectique est omniprésente dans notre vie, que ce soit pour relier nos appareils électriques à des prises d'alimentation électrique ou pour relier les différents éléments de nos systèmes informatiques, nos systèmes audio ou vidéo.

Le défi des manufacturiers et des ingénieurs est de maximiser la standardisation des connexions tout en conservant la fonctionnalité de ces connexions. La maximisation de la standardisation réduit les coûts et facilite la vie des consommateurs, mais cette standardisation ne doit pas se faire au détriment de la puissance et de la fonctionnalité des appareils.

2.2 Électrotechnique:

Les connecteurs industriels ou d'électrotechnique sont utilisés dans le monde industriel dans de nombreuses installations comme les chaînes de production, les robots, les transports ou dans l'énergie. Ces connecteurs ont la particularité d'être extrêmement robustes et de tolérer de fortes tensions.

2.2.1 Prises:

Il existe différents types de prises électriques de puissance, répondant à différentes normes. Leur but est d'assurer la transmission correcte d'un courant certain, sans arc électrique, ni résistances parasites, tout en garantissant la sécurité de la personne qui effectue la connexion. Très souvent les prises comportent un conducteur de sécurité (la terre), lequel est connecté en premier et déconnecté en dernier.

Les prises de puissance peuvent être spécialisées par certains critères techniques. Par exemple certaines prises utilisées en extérieur seront étanches, d'autres utilisées dans des environnements explosifs contiendront des chambres de confinement pour limiter le risque d'explosion créé lors d'une connexion à chaud, d'autres ont tout simplement des parties servant à maintenir le câble solidairement mécaniquement de la prise pour ne jamais exercer une force de traction sur la partie connexion électrique.



Prise mâle 10 A monophasé sans terre (domestique)



Prise femelle 10 A avec terre (domestique)



Prise mâle 16 A triphasé (industrie)

Différents types de prises

2.2.2 Connecteurs d'alimentation:

- Prise électrique, utilisée en bout de câble pour alimenter les appareils fonctionnant avec un courant alternatif
- Connecteurs courant continu
- Connecteur d'appareillage, principalement utilisé pour alimenter les appareils portatifs
- MagSafe
- Connecteur de types domestiques et industriels légers: CEI 60320



Connecteur secteur type GEE22



IEC C5



IEC C7

Différents types de connecteurs d'alimentation

2.2.3 Cosses:

Une cosse est sertie sur les fils multibrins, la cosse est conçue pour assurer une qualité de connexion maximale, tout en assurant un montage et un démontage sans problème. Sans cosse ou embout des brins peuvent sortir de la connexion et provoquer des **court-circuit** avec les autres bornes. Certains modèles : **Faston** et **Tube**, offrent en plus un montage ainsi qu'un démontage ultra-rapides.



Cosses Faston : mâle et femelle



Différents types de cosses à sertir



Cosses pour batterie d'automobile

Différents types de cosses

2.2.4 Borniers:

Borniers à vis, pour fil nu ou muni de cosse. Plusieurs types de borniers existent, dont :

- le bornier pour fixer, avec serrage du fil ou de la cosse, sous une plaque serrée par une vis, voire avec serrage directement sous le bout plat de la vis de pression ;
- le bornier mobile isolé extérieurement, comprenant un tube en laiton muni de deux vis permettant de connecter ensemble plusieurs fils. Ce type de bornier est sécable à la demande, il permet des liaisons volantes que l'on protège par des boîtes en plastique. Ces borniers mobiles sont aussi appelés « domino », ou « sucre » par les électriciens.



Connexions à vis



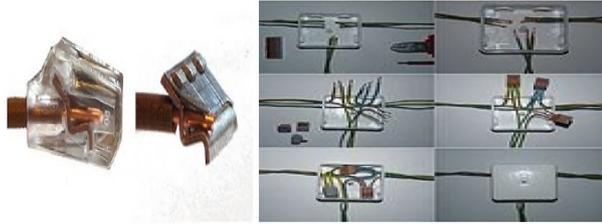
Connexions dans une armoire d'automate



Barrette de connexion découpée en "dominos" (ou "sucres")

Différents types de borniers

- De plus en plus souvent on utilise des bornes sans vis (type wago), la connexion est assurée par une lame **ressort** qui bloque le fil monobrin ou multibrin, contre une forme spéciale empêchant le retrait et assurant le contact électrique



Vue éclatée borne Wago

Raccordement d'une boîte de jonction à l'aide de wago

Raccordement et connecteurs wago

2.2.5 Connectiques spécifiques

Le bloc d'alimentation (*power supply unit* en anglais, souvent abrégé PSU), ou simplement l'alimentation ou alim, d'un PC est le matériel informatique l'alimentant. L'alimentation est chargée de convertir la tension électrique du secteur en différentes tensions continues TBT, compatibles avec les circuits électroniques de l'ordinateur.



Bloc d'alimentation ouvert

Les deux types d'alimentation comportent des sorties pour alimenter les périphériques. Trois types de connecteurs sont utilisés :

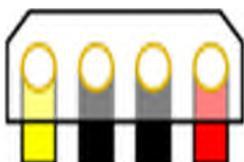


Schéma connecteur Molex, cosses femelles vus de face



Connecteurs d'alimentation Sata (en noir) et Molex (en blanc)

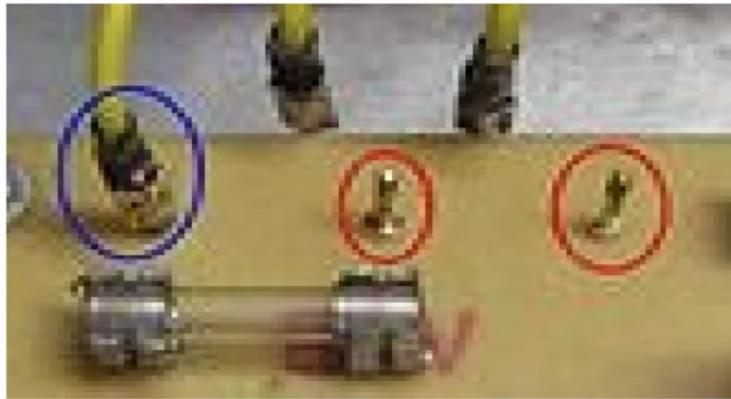


Connecteur ATX, mini Molex et Molex

2.3 Électronique:

En électronique, on utilise différents types de câbles et connectiques choisis en fonction des applications (puissance, communication, commande, etc.). Parmi les plus utilisés, on peut citer :

- Picot
- Pince crocodile
- Broche Pogo
- Fiche 4mm
- Cordon BNC à fiche banane



Picots et fiches femelles associées

2.3.1 Connecteur carte à carte standard:

- Pins header (version simple ou double rangée au pas de 1,27 à 2,54 mm)
- Socket (version simple ou double rangée au pas de 1,27 à 2,54 mm)

2.3.2 Connecteur carte à câble standard:

- HE10 HE13
- Mini Module (pas de 1.27 décalé) de type Wurth

2.4 Connecteurs de données:

2.4.1 Micro-informatique

Le domaine de la connectique est particulièrement développé en micro-informatique, les connecteurs y sont extrêmement diversifiés.

- **Sur la carte mère**
- Ancienne carte mère



Connecteurs sur une ancienne carte mère d'ordinateur

- **Ordinateur récent**

Sur la carte mère d'un ordinateur (à partir de 2018) et accessibles uniquement en interne

- ✓ ISA
- ✓ EISA
- ✓ MCA
- ✓ VLB
- ✓ AGP

- ✓ PCI
- ✓ PCI Express
- ✓ PCI-X
- ✓ Sata
- ✓ ATA
- ✓ EIDE (l'IDE étant identique à l'ATA à ne pas confondre avec le SATA, différent)
- ✓ IDE (Par des connecteurs type IDC)
- ✓ ATAPI extension de l'ATA servant à connecter d'autres périphériques comme les lecteurs de CD/DVD



Connecteurs externes sur un nouvel ordinateur

- **Autres connecteurs internes:**

- SCSI
- Connecteurs Molex pour l'alimentation des périphériques et de la carte mère
- MPC3

- **Connecteurs externes:**

- USB réalisé par Intel pour la connexion de différents périphériques (principalement les disques durs externes, clé USB, claviers, souris, appareil photo, caméra, etc.). L'USB est de type 1, 2.0, 3.0 et 3.1.
- USB 3.1 Type-C (compatible Thunderbolt 3) est destiné à remplacer tous les autres connecteurs externes au boîtier. Il combine la technologie Thunderbolt 3 d'Intel (grande vitesse de transfert de données : débits atteignant 40 Gb/s). Il peut être utilisé pour brancher 2 écrans 4K.
- FireWire destiné à connecter des disques durs externes
- RJ45 pour les réseaux Ethernet et RJ11 pour les prises téléphoniques (norme CEI 60603-7, appliquée en France depuis fin 2003)
- la gamme D-sub, notamment utilisée jusqu'au début des années 2000 sur micro-ordinateurs pour les ports série et parallèle
- eSata (external SATA) pour la connexion des disques durs externes.

- Light Peak est une future connectique en cours de réalisation par Intel sur commande d'Apple (source non sûre) capable de connecter tous les périphériques.
- Connecteur fibre optique pour les équipements raccordés en fibre optique
- Connecteur HDMI
- Mini DisplayPort ou DP compatible Thunderbolt est utilisé pour l'acheminement de la vidéo (via son propre format) et l'envoi et la réception des données (compatible Thunderbolt 1 ou 2). Le Mini DP n'est pas compatible Thunderbolt 3. Apple a mis à disposition en 2017 des adaptateurs Mini DisplayPort vers USB-C, supportant le Thunderbolt 3 pour résoudre les problèmes de compatibilité entre périphériques.

2.4.2 Télécommunications:

On utilise principalement deux types de connecteurs :

- La petite prise ou **RJ11** standard européen actuel de connectique des téléphones; la grosse prise en **T** (obsolète) était utilisée en France jusqu'en 2003.
- La grosse prise ou **RJ45** pour la connexion réseau dite « internet ».



Connecteur RJ11 et son adaptateur ancienne norme française

2.5 Connectique professionnelle:

Bien qu'un certain nombre de professionnels utilisent une marque pour parler d'un connecteur (un Cannon, un Socapex, un LEMO (**en**), un Harting, un Musa (**en**), un Deutsch ...) cette dénomination est à bannir. En effet, même s'ils sont à l'origine d'un connecteur, les fabricants ont transformé leurs spécifications en normes (pour assurer leur diffusion). Ainsi, les spécifications ont été ouvertes aux autres fabricants et actuellement il y a quasiment toujours plusieurs fournisseurs pour un même modèle.

Autre abus de langage fréquent, utiliser le nom du protocole au lieu du nom du connecteur. Cet usage est également à proscrire car si l'application majoritaire d'un connecteur est de véhiculer un protocole informatique sur un protocole physique, on peut tout à fait utiliser ce même connecteur pour d'autres applications. Ainsi l'Attachment Unit Interface (AUI) est véhiculé sur un DA-15, mais ce même connecteur peut être utilisé sur un satellite ou dans un avion pour d'autres protocoles.

Il faut donc s'astreindre à utiliser une nomenclature claire pour parler d'un connecteur. Cette nomenclature va la plupart du temps détailler 5 critères :

- la taille de l'enveloppe mécanique (le *shell*)
- le type de l'enveloppe mécanique : prise (*plug*) ou embase (*socket*)
- le nombre et l'arrangement des contacts
- le type de contacts : mâle (*pins*) ou femelle (*socket*)
- le détrompage (*keying*)

Les connecteurs utilisés en Europe occidentale sont pour la plupart issus de normes américaines. Aussi les tailles (de l'enveloppe mécanique, des contacts, de l'espacement entre contacts ou du pas de vis) sont des valeurs basées sur les unités de mesures américaines (en pouces). De même la taille des fils prévus pour entrer dans les contacts est exprimée en gauge. Par contre les connecteurs suivant les normes russes sont eux totalement en système métrique.

On peut distinguer deux grandes familles de connecteurs : les connecteurs circulaires et les

connecteurs rectangulaires.



Connecteur MIL-DTL-38999 à 16 pins



Connecteur Micro Ribbon à 36 pins

Connecteurs circulaire et rectangulaire

2.5.1 Les connecteurs circulaires:

Ils ont la plupart du temps un verrouillage à vis ou à baïonnette mais il en existe également en verrouillage *push-pull* (connecteurs largables)

Exemples de connecteurs circulaires :

- Connecteurs MIL-DTL-38999
- Connecteurs MIL-DTL-26482
- Connecteurs DBAS (largables)
- Connecteurs BNC (Bayonet Neill-Concelman) et TNC (Threaded Neill-Concelman)

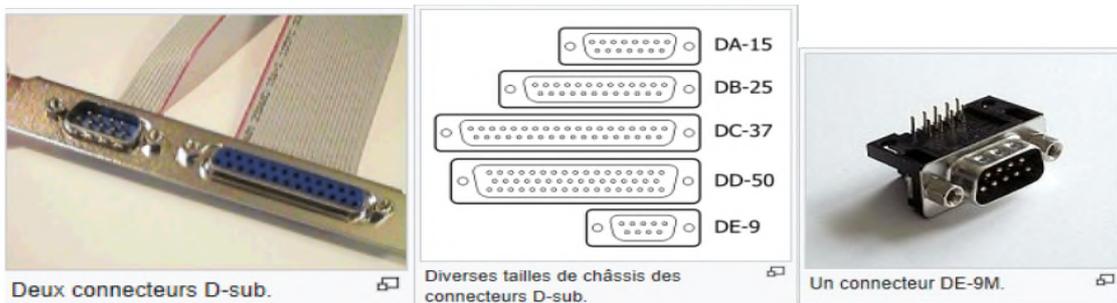
2.5.2 Les connecteurs rectangulaires:

Ils comprenant quelques modèles carrés, et ont le plus souvent un verrouillage par des vis latérales ou par un clip latéral.

Dans cette catégorie on distingue :

- Connecteurs Sub-D

D-subminiature ou D-sub, couramment nommé « Sub-D » en français, est un type de connecteurs électriques très répandus, notamment pour la connexion de matériel informatique. Il contient deux à quatre rangées parallèles de contacts (broches ou douilles), habituellement entourées par un bouclier en métal en forme de D (d'où le nom) qui protège contre les interférences électromagnétiques. La forme en D garantit une orientation correcte (détrompeur). La pièce contenant les broches de contacts s'appelle le connecteur mâle, alors que celle contenant les douilles de contacts s'appelle le connecteur femelle.



Deux connecteurs D-sub.

Diverses tailles de châssis des connecteurs D-sub.

Un connecteur DE-9M.

Les différents connecteurs Sub-D

Les connecteurs **D-sub** ont été inventés en 1952 par Cannon, qui à la suite de son rachat en 1963 est devenu une marque de ITT (division *Interconnect Solutions*). Le système de numérotation de Cannon utilise un D comme préfixe pour la série entière, suivi d'une lettre dénotant la taille de coque (A=25,25×8,36, B=38,96×8,36, C=55,42×8,36, D=52,81×11,07, E=16,92×8,36), suivie du nombre réel de broches, puis du genre (M=mâle, F=femelle). Par exemple, DB-25M signifie un D-sub avec une coque d'une taille B et 25 contacts mâle.

Installations Electriques en Automatique

Parmi les plus courants, on rencontre les connecteurs Mil DTL 55302, les Connecteurs DIN 43650 pour pilotage d'électrovannes, les Connecteur FRB pour fond de panier, les Connecteur Micro Ribbon (usage Centronics pour imprimante, GPIB ...).

- Le Port parallèle

C'est un connecteur situé à l'arrière des ordinateurs *compatibles PC* reposant sur la communication parallèle. Il est associé à l'interface parallèle Centronics.

La communication parallèle a été conçue pour une imprimante imprimant du texte, caractère par caractère. Les imprimantes graphiques (pouvant imprimer des images) ont ensuite continué à utiliser ce système pour profiter de l'interface parallèle normalisée. UFMC-1 – L3 automatique – Installations Electriques en Automatique–Chap1 : connectique–Synthèse H.Hamdi 2018-2020-9-

Le port parallèle est à l'origine unidirectionnel. Ce type d'interface a évolué vers le standard IEEE 1284, à la fois bidirectionnel et plus rapide

On y Du côté de l'ordinateur, le port parallèle est constitué par un connecteur DB25 à 25 broches.

Du côté de l'imprimante, le connecteur Centronics comporte 36 broches. Il a une très grande robustesse mécanique, ce qui a conduit à l'utiliser aussi pour brancher une multitude d'autres appareils :

scanner, lecteur de disques amovibles, lecteur de type Iomega Zip, caméra de vidéoconférence, lecteur de sauvegarde sur bandes, graveur de CD-Rom ou disques en rack.

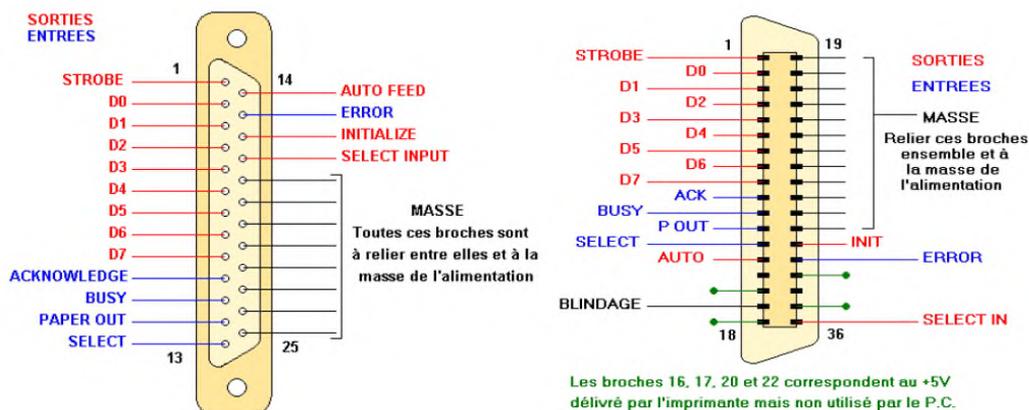


Centronics mâle

Centronics femelle

DB 25 parallèle femelle

Connecteurs parallèles



Le port parallèle fut remplacé par des interfaces de type USB et *FireWire* (IEEE 1394) qui permettent de plus grands débits, sont plus maniables, moins coûteuses et surtout bien moins encombrantes. Ce ne sont pas seulement les connecteurs qui changent, mais aussi la logique de flux sous-jacente, qui de parallèle devient série et multiplexée, ce qui demande davantage d'électronique, mais se traduit par une nette baisse de la quantité de matières premières nécessaires à la fabrication.

Broche	Nom	Sortie	Entrée
1	/STROBE	X	X
2	D0	X	X si EPP
3	D1	X	-
4	D2	X	-
5	D3	X	-
6	D4	X	-
7	D5	X	-
8	D6	X	-
9	D7	X	-
10	/ACK	-	X
11	BUSY	-	X
12	PE	-	X
13	SELECT	-	X
14	/AUTOFEED	X	X
15	/ERROR	-	X
16	/INIT	X	X
17	/SELECT	X	X
18-25	MASSE	X	X

"/" devant le nom signifie que la logique est inversée

Tableau des directions (E/S) des broches du port parallèle

- FireWire

C'est le nom commercial donné par Apple à une interface série multiplexée (aujourd'hui obsolète), connue aussi sous la norme IEEE 1394 et également connue sous le nom d'interface i.LINK 1, nom commercial utilisé par Sony. Il s'agit d'un bus informatique véhiculant à la fois des données et des signaux de commandes des différents appareils qu'il relie.



Deux brochages distincts existent en s400 et s800 : le format à 6 broches permettant l'alimentation des périphériques et le format à 4 broches sans alimentation. Le format à quatre broches est celui des PC portables et des caméscope à bandes mini DV.

En s800 les connecteurs ont 9 broches. s400 et s800 sont compatibles : on peut connecter un périphérique s800 avec un s400 en utilisant un câble 9 broches vers 6 broches.

Le câble le plus répandu est constitué de fils de cuivre torsadés. Sa longueur maximale pour tous les protocoles FireWire est de 4,5 m. Il existe également une transmission par fibre optique, très coûteuse mais permettant d'atteindre 100 m.



Connecteurs FireWire

- Connecteur série RS232-C

A l'origine c'est un port série DB-25, normalisé avec le protocole de transmission série RS232-C. Il est plus connu sous le nom de liaison RS232, avec sa simplification sur un connecteur DB9 et ses déclinaisons : cordon à liaison directe, cordon à liaison croisée, câble nul-modem.



Connecteur femelle DB-25 pour RS-232



Connecteur mâle DB-25 pour RS-232



Prise femelle en extrémité de câble type DE-9



Un connecteur DE-9, improprement appelé DB-9, mâle utilisé comme port série sur un ordinateur personnel

Connecteurs série DB-25 et DE9

Signal		Origin		DB-25	DE-9
Name	Abréviation	DTE	DCE		
Transmitted Data	TxD	•		2	3
Received Data	RxD		•	3	2
Data Terminal Ready	DTR	•		20	4
Data Carrier Detect	DCD		•	8	1
Data Set Ready	DSR		•	6	6
Ring Indicator	RI		•	22	9
Request To Send	RTS	•		4	7
Clear To Send	CTS		•	5	8
Signal Ground	G	common		7	5
Protective Ground	PG	common		1	NC

Correspondance des broches DB25-DB9

Électrique

Un niveau logique "0" est représenté par une tension de +3V à +25V et un niveau logique "1" par une tension de -3V à -25V (codage NRZ). D'ordinaire, des niveaux de +12V et -12V sont utilisés.

La norme V.28 indique qu'un 1 est reconnu si la tension est inférieure à -3 V, et un 0 est reconnu si la tension est supérieure à +3 V.

Protocole

Pour établir une communication effective via RS-232, il est nécessaire de définir le protocole utilisé :

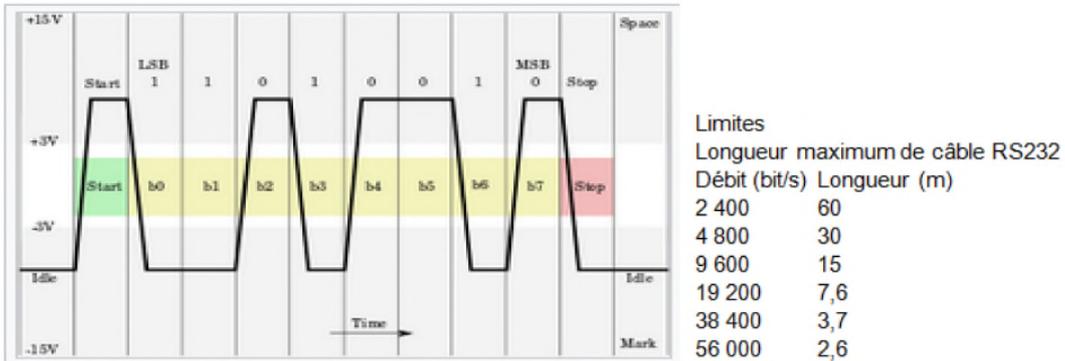
notamment le débit de la transmission, le codage utilisé, le découpage en trame, etc. La norme RS-232 laisse ces points libres, mais en pratique on utilise souvent des UART qui découpent le flux en trames d'un caractère ainsi constituées :

1 bit de départ (Start);

Installations Electriques en Automatique

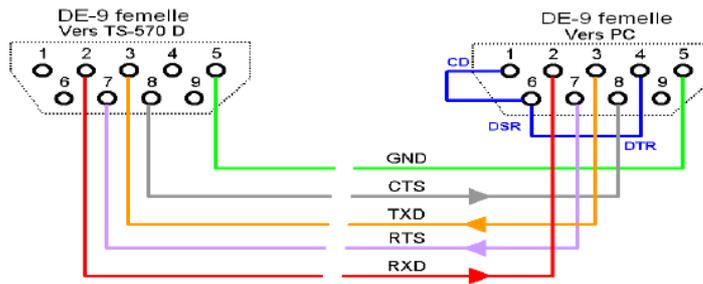
- 7 à 8 bits de données ;
- 1 bit de parité optionnel ;
- 1 ou 2 bits d'arrêt (Stop).

Quand la ligne de transmission est au repos, elle est au niveau logique 1. C'est pourquoi le bit de Start a un niveau logique "0" (afin qu'il soit détecté), tandis que le bit de stop est de niveau logique "1" (afin de remettre la ligne au repos). Le bit de donnée de poids faible est envoyé en premier suivi des autres.

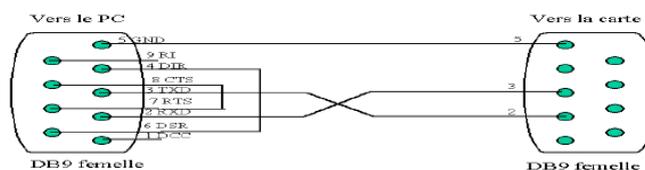
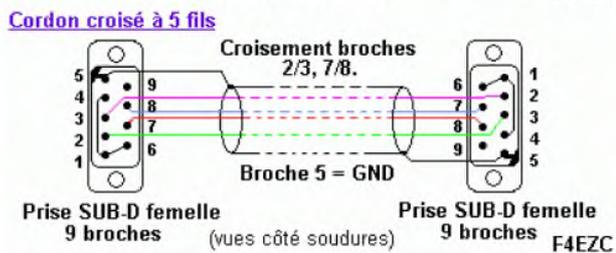
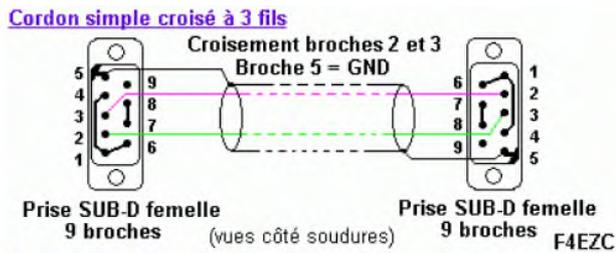


Oscillogramme de la transmission du caractère K (code ASCII 4B en binaire 01001011)

- Câble droit:



- Câble croisé



Liaison RS 232 PC-Carte par câble nul-modem

- IEEE-488

Depuis le début des années 1970, de nombreux instruments de mesure peuvent être commandés par un ordinateur *via* un câble mais les fabricants utilisent des normes différentes.

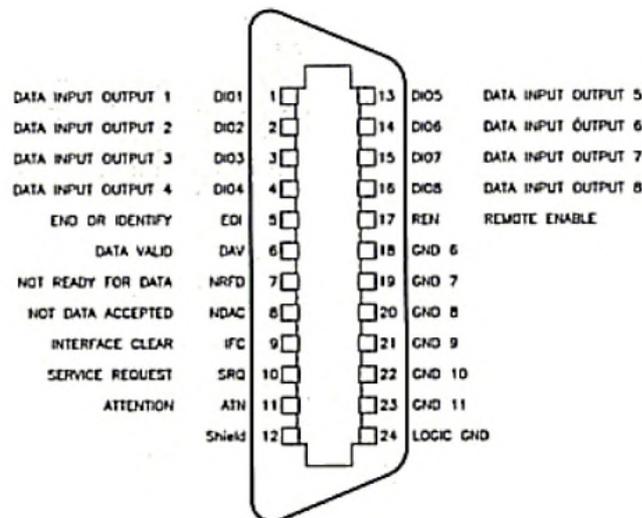
En 1975 le bus de communications numériques à courte distance **HP-IB** (Hewlett-Packard Instrument Bus), a été standardisé comme IEEE-488, également connu sous le nom de **GPIB** (General Purpose Interface Bus).



Connecteur IEEE 488

Par la suite l'IEEE 488 est renommé IEEE 488.1 et une nouvelle norme est ajoutée pour le protocole de communication, c'est la norme IEEE 488.2.

Le langage SCPI est utilisé pour définir les commandes d'un instrument, sur un bus GPIB ou autre.



Brochage du connecteur IEEE-488

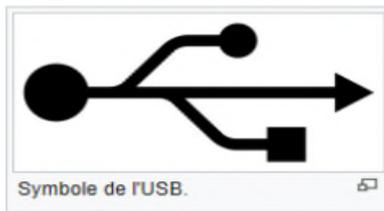
Le standard IEEE-488 permet à 15 périphériques de partager les 8 bits de données d'un bus parallèle. Les différents instruments sont alors branchés en réalisant une sorte de chaîne (au contraire du bus USB où les périphériques sont tous liés de manière centralisée). C'est le périphérique le plus lent qui fixe la vitesse de transmission. Le standard initial fixe le débit maximum à environ 1 Mo/s mais des améliorations l'ont porté par la suite à environ 8 Mo/s.

Le bus IEEE-488 utilise 24 fils :

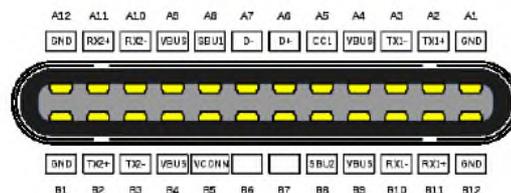
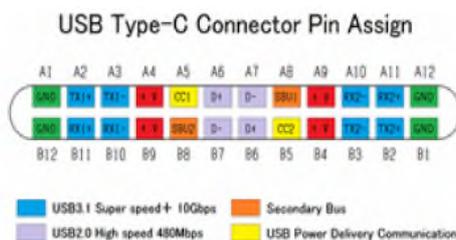
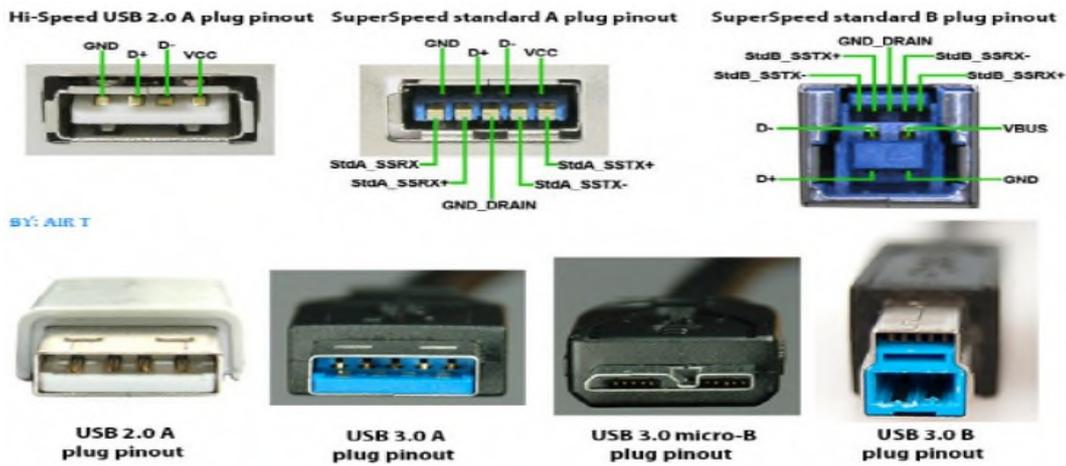
- 8 sont des lignes bi-directionnelles permettant le transfert des données,
- servent au dialogue (handshake),
- 5 servent à la gestion de l'interface
- 8 lignes de masse.

2.6 USB et ses dérivés:

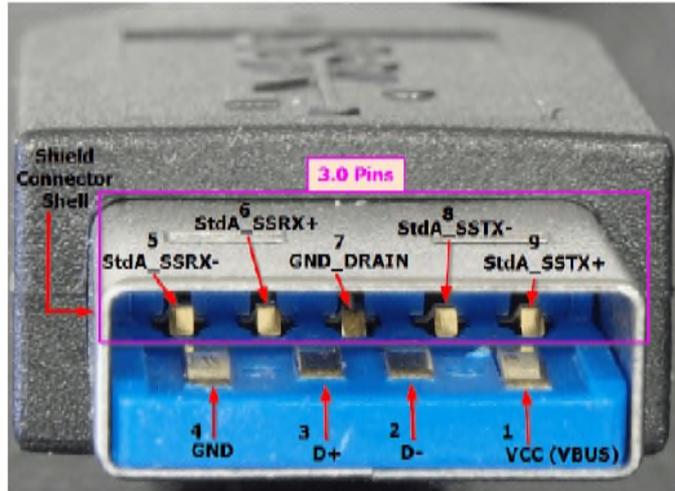
Le terme anglais *Universal Serial Bus* ou **USB** (en français *bus universel en série*) est une norme relative à un bus informatique série, qui sert à connecter des périphériques informatiques à un ordinateur ou à tout type d'appareil prévu à cet effet (tablette, smartphone, etc.). Le bus USB permet de connecter des périphériques à *chaud* (quand l'ordinateur est en marche) et en bénéficiant du *Plug and Play* qui reconnaît automatiquement le périphérique.



Symbole et forme du connecteur usb



Brochage et format du connecteur USB type-C

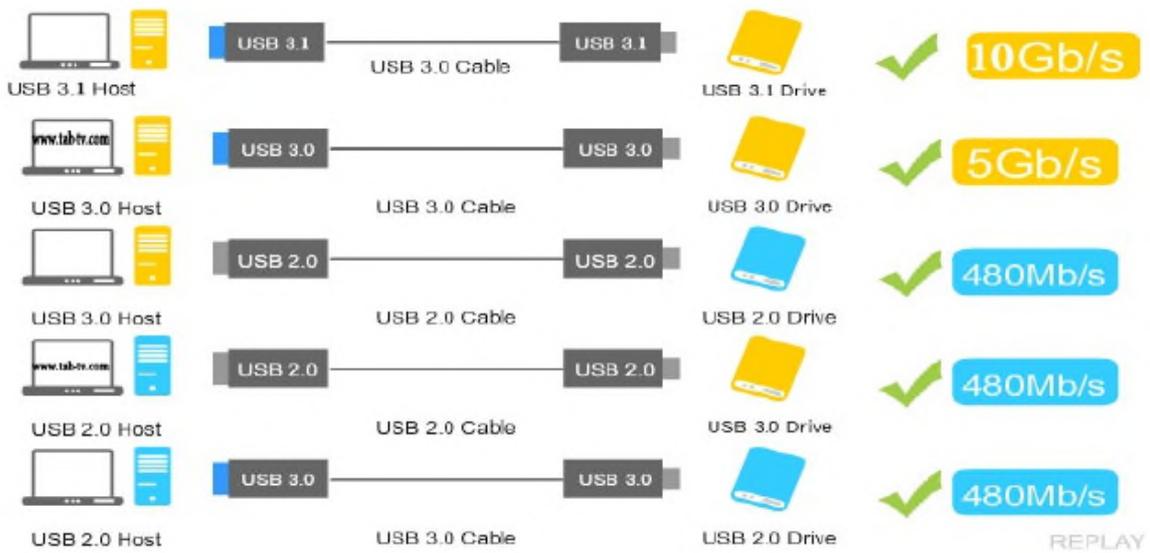


Brochages des connecteurs USB 3 : type-micro et type-A

Version USB	1.0	1.1	2.0 HS HighSpeed	USB Wireless	3.0 SS SuperSpeed (3.1 Gen 1)	3.1 SS+ SuperSpeed+ (3.1 Gen 2)
Logo						
Symbole						
Année	1996	1998	2000	2005	2008	2013
Couleur du corps interne	noir	noir	blanc		bleu	Bleu
Débit max	1.5 Mbit/s	12 Mbit/s	480 Mbit/s 0.5 Gbit/s	480 Mbit/s 0.5 Gbit/s	4800 Mbit/s 5 Gbit/s	10 Gbit/s
Transfert de données	un sens		un sens		bidirectionnel	bidirectionnel
Courant (alimentation de chargement)			100 mA		900 mA	
Puissance sortie			2.5 W		4.5 W	100 W
Chargement intelligent					oui	Oui
Nombre de fils			4		9	9
Photo connecteur type A femelle						
Photo connecteur type A mâle						
Photo connecteur type B femelle						
Photo connecteur type B mâle						

Connecteurs USB les plus courants (sur ordinateur et périphériques) Synthèse des principales caractéristiques

Installations Electriques en Automatique



Exemples de connexions ordinateur-périphérique avec leurs débits

Chapitre 3 Alimentation et commande

3.1 Sectionnement en électricité: définition et vocabulaire:

3.1.1 Qu'est-ce qu'un interrupteur sectionneur ?

Pour bien comprendre le terme "d'interrupteur sectionneur" il faut revenir aux fondamentaux avec la définition du sectionnement en électricité. *Sectionner un circuit électrique c'est le séparer de son alimentation de façon mécanique.*

L'objectif ?

Pouvoir travailler sur le circuit électrique en question tout en étant hors tension. Le travail peut ainsi se faire en toute sécurité en évitant les dangers liés au courant électrique (électrisation, électrocution) : on parle de séparation du circuit électrique. Cette séparation se fait le plus souvent dans un tableau ou une armoire électrique.

3.1.2 Définition et symbole de l'interrupteur sectionneur:

Pour définir l'interrupteur sectionneur il faut définir séparément l'interrupteur et le sectionneur.

- **Définition de l'interrupteur** 

Un interrupteur est un appareil mécanique qui permet d'établir/d'interrompre le passage du courant dans des conditions normales de fonctionnement. L'interrupteur est utilisé le plus souvent comme une commande, pour piloter un récepteur qui est alimenté. **Il est donc manœuvré en charge.**

- **Définition du sectionneur** 

Le sectionneur est également un appareil mécanique qui permet de séparer un circuit électrique de son alimentation (fonction sectionnement).

La différence avec un interrupteur, c'est que cette séparation ne peut pas se faire en charge : pour être plus clair, le sectionneur ne doit pas être activé lorsque le courant passe à travers ce sectionneur au risque de créer un arc électrique.

Si un sectionneur Haute tension est manipulé en charge, il se produit un très fort arc électrique qui détériore le matériel (en premier lieu la fusion des contacts en cuivre) et peut engendrer même un incendie. Bien entendu un sectionneur Basse Tension aura le même comportement, avec création d'un arc électrique très dangereux.

Le sectionneur n'est donc pas utilisé comme une commande mais comme un moyen d'isoler une partie de circuit électrique. De préférence il n'est manœuvré que si le courant est coupé en amont. Dans les installations de commande de moteurs où on est obligé de le manœuvrer en charge, on utilise un sectionneur muni de contacts auxiliaires dits de pré coupure (qui sont câblés dans le circuit de commande). **Mais le sectionneur n'a toujours pas de pouvoir de coupure.**

- **Définition de l'interrupteur sectionneur**

L'interrupteur sectionneur est la combinaison entre un interrupteur et un sectionneur, il possède les deux capacités : séparation d'un circuit avec capacité de manœuvrer en charge.

- **Symbole électrique l'interrupteur sectionneur**

La définition de l'interrupteur sectionneur passe aussi par le symbole électrique de l'interrupteur

sectionneur que voici: 

On peut d'ailleurs décomposer le symbole électrique de l'interrupteur sectionneur avec le symbole de l'interrupteur et le symbole du sectionneur.

3.1.3 Calibres usuels de l'interrupteur sectionneur



Interrupteurs-sectionneurs DX³-IS

sectionnement tête d'installation, 16 à 125 A









4 065 27
4 065 44
4 064 06
4 064 59
4 064 81

		Unipolaires 250 V~		Nbre de modules
		Intensité nominale (A)		
10	4 064 00	16		1
10	4 064 01	20		1
10	4 064 03	32		1
10	4 064 11	40		1
10	4 064 12	63		1
10	4 064 23	100		1
		Unipolaires à voyant 250 V~		
		Livrés avec lampe		
10	4 064 04	20		1
10	4 064 06	32		1
		Bipolaires 400 V~		
10	4 064 31	16		1
10	4 064 32	20		1
10	4 064 34	32		1
5	4 064 40	40		2
5	4 064 41	63		2
5	4 064 49	100		2
5	4 064 50	125	2	
		Bipolaires à voyant 250 V~		
		Livrés avec lampe		
10	4 064 36	20		1
10	4 064 38	32		1
10	4 064 39	40		1
		Tripolaires 400 V~		
5	4 064 57	20		2
5	4 064 59	32		2
1	4 064 60	40		3

3.1.4 Branchement de l'interrupteur sectionneur:

En ce qui concerne le branchement électrique d'un interrupteur sectionneur, il se fait de façon assez simple puisque l'objectif premier est de pouvoir isoler un circuit électrique de l'alimentation. Pour un composant monophasé :

- L'alimentation phase neutre arrive en amont de l'interrupteur sectionneur.
- Le départ se fait avec la même section de fil vers le circuit protégé en aval de l'interrupteur sectionneur. La section de fil électrique est dimensionnée en fonction du calibre

l'interrupteur sectionneur :

2,5 mm² pour un calibre de 20A.

4 à 6mm² pour un calibre de 32A.

6 à 10mm² pour un calibre de 40A.

Installations Electriques en Automatique

10 à 16mm² pour un calibre de 63A.

3.1.5 Aspects physiques extérieurs:

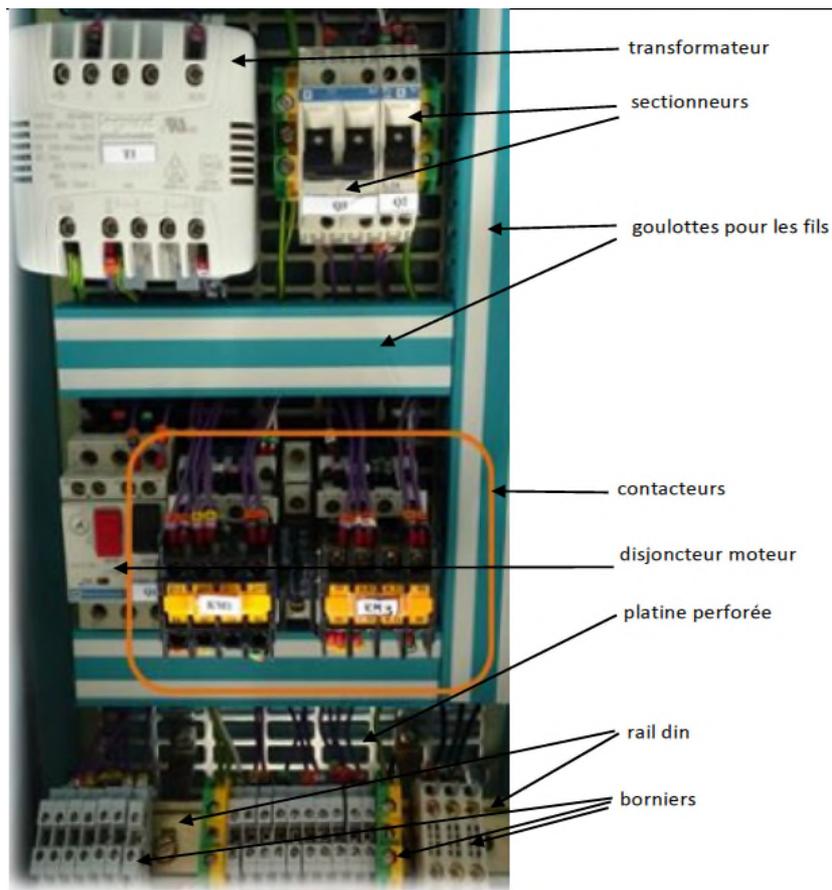
Interrupteur sectionneur à coupure apparente



Interrupteur sectionneur à coupure visible



- L'interrupteur sectionneur à coupure apparente **ressemble à un disjoncteur divisionnaire** classique. Il s'actionne de la même façon qu'un disjoncteur. C'est celui qu'on rencontre *dans le tableau électrique domestique* ou tertiaire.
- L'interrupteur sectionneur à coupure visible est équipé d'un levier ou poignée. Il est utilisé pour des intensités très importantes. On l'utilise très généralement dans les grosses armoires industrielles.



Vue intérieure du coffret

Installations Electriques en Automatique

3.1.6 Questions récurrentes à propos de l'interrupteur sectionneur:

Quelle est la différence entre un disjoncteur et un interrupteur sectionneur ?

- On n'a pas parlé de protection en ce qui concerne l'interrupteur sectionneur. Ce n'est effectivement pas son rôle (contrairement au disjoncteur).
- Qu'en est-il des éventuelles surcharges et court-circuit ?

L'interrupteur sectionneur n'est pas là pour protéger contre ces défauts. C'est le disjoncteur magnétothermique qui est responsable de cette protection. C'est la différence principale entre l'interrupteur sectionneur et le disjoncteur divisionnaire.

- *Qu'est-ce qu'un sectionneur à fusible ?*

Dans un sectionneur à fusible le mot interrupteur n'intervient pas. C'est un composant qui intervient dans le milieu de l'électricité industrielle. Il est équipé de "cartouche fusible" pour protéger contre les surcharges et court-circuit. Il assure donc la double fonction de sectionnement et protection

Mais attention, ce n'est ni un disjoncteur ni un interrupteur sectionneur : il ne doit pas être manipulé en charge.

3.2 Matériel de protection et de commande:



Contacteur 3P +1NO +1NC



Disjoncteur-moteur magnétothermique (sectionneur+disjoncteur+relais thermique)



Interrupteur-sectionneur (bipolaire)



Interrupteur-sectionneur (tripolaire)



Contacteur auxiliaire (3NO + 1NC)



Sectionneur à fusibles (3P+1NC+1NO)



Relais thermique

Réglage du courant

Test contact (95-96)

Annulation défaut



Disjoncteur bipolaire



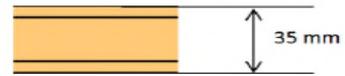
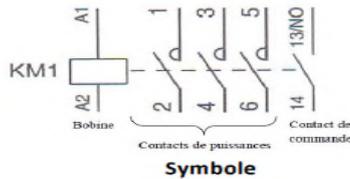
Voyant 24v

Installations Electriques en Automatique

3.2.1 Contacteur:



Contacteur



références contacteurs	LC • - D09 •	LC • - D12 •	LC • - D18 •	LC • - D25 •	LC • - D40 •	LC • - D63 •
références contacteurs en coffret	LE • - D09 •	LE • - D12 •	LE • - D18 •	LE • - D25 •	LE • - D40 •	LE • - D63 •
3P + F	D093	D123	D163	D253		
3P + O	D099	D129	D169	D259		
4P	D093 *	D123 *	D163 *	D254	D404	D634
3P + F + O					D403	D633
2P + 2R			D128	D258		
					D408	D638

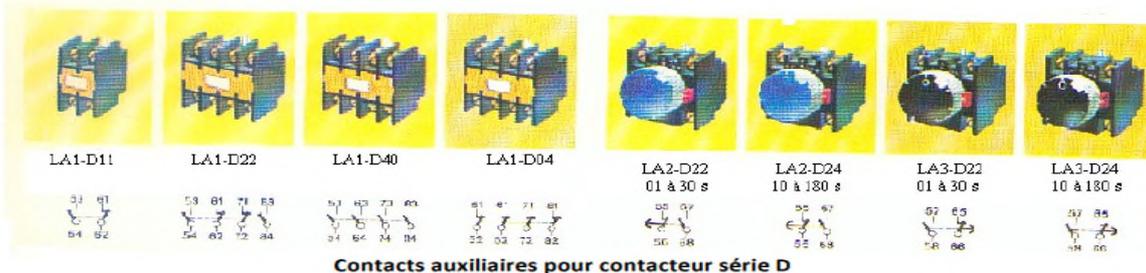
Schémas-blocs de contacteurs série D (Télemécanique)

contacts instantanés

contacts temporisés

travail (à l'action)

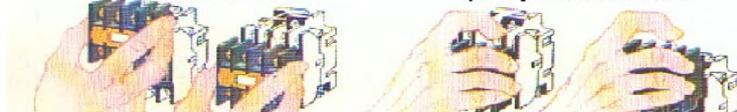
repos (au relâchement)



Ces blocs de contacts auxiliaires peuvent être ajoutés sur tous les contacteurs de la série D

montage simple et rapide à verrouillage automatique

démontage et déverrouillage par simple action sur le verrou



Montage de contacts auxiliaires sur contacteur série D (Télemécanique)



Siemens



Télemécanique



Schneider



Contacts auxiliaires (1NO + 1NC)



Contact auxiliaire embrochable

Contacts auxiliaires temporisés-travail (1NC+1NO)

Contacts auxiliaires pour contacteurs
(observer sur la façade le bouton de déverrouillage)

Installations Electriques en Automatique

3.2.2 Contacteur auxiliaire:

C'est un contacteur qui n'a que des contacts et pas de pôles de puissance.



Contacteur auxiliaire CA2-DN31
3 contacts NO + contact 1NC

Circuit de commande : courant alternatif ou continu

type	nombre de contacts	composition	référence de base à compléter par le repère de la tension (2)	tensions usuelles
Instantané	4	4	CA2-DN40●●	B7 E7 FE7 P7
		3 1	CA2-DN31●●	B7 E7 FE7 P7
		2 2	CA2-DN22●●	B7 E7 FE7 P7
		2 2	CA2-DC22●●	B7 E7 FE7 P7

dont 1 "F" et 1 "O" chevauchants

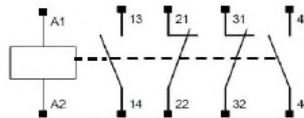
(2) La référence du contacteur est à compléter avec le repère de la tension de commande

(2) Tensions du circuit de commande existantes.

volts ~ et =	24	32/36	42/48	60/72	100	110/127	220/240	256/277	380/415
repère	B	C	E	EN	K	F	M	U	Q



Contacteur auxiliaire



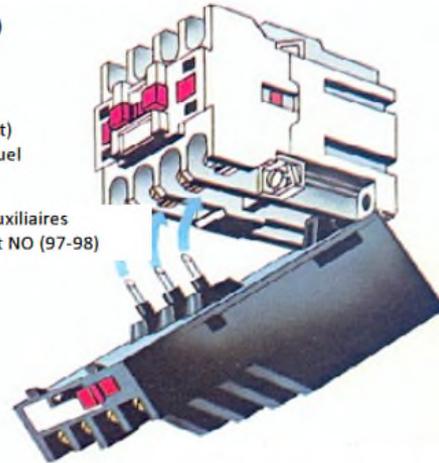
Symbole

3.2.3 Relais thermique:



Relais thermique (série D Télémécanique)

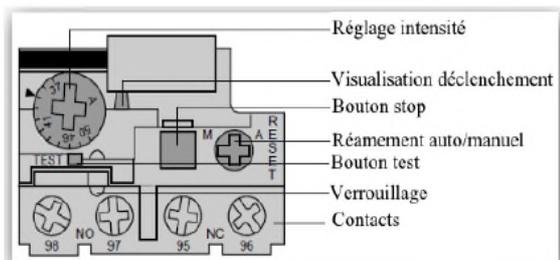
Le montage direct du relais LR1-D s'effectue en introduisant ses 3 barrettes sous les bornes 2-4-6 du contacteur.



Montage du relais thermique encliquetable sur contacteur série D



Montage du relais thermique sur contacteur (Schneider)



Description de la façade avant du relais thermique

3.2.3.1 Rôle:

Les relais thermiques protègent les moteurs électriques contre les surintensités. L'augmentation excessive de l'intensité se traduit par un échauffement des enroulements du moteur pouvant entraîner sa destruction.

En plus du cas de la surintensité due au court-circuit (qui peut atteindre 100 In) protégée par fusible ou dispositif magnétique, et de la surtension (pic de tension élevé dû à un contact avec la HT ou la foudre) protégée par un dispositif spécifique, les surintensités protégées par dispositif thermique (qui peuvent atteindre 10 In) ont des causes nombreuses :

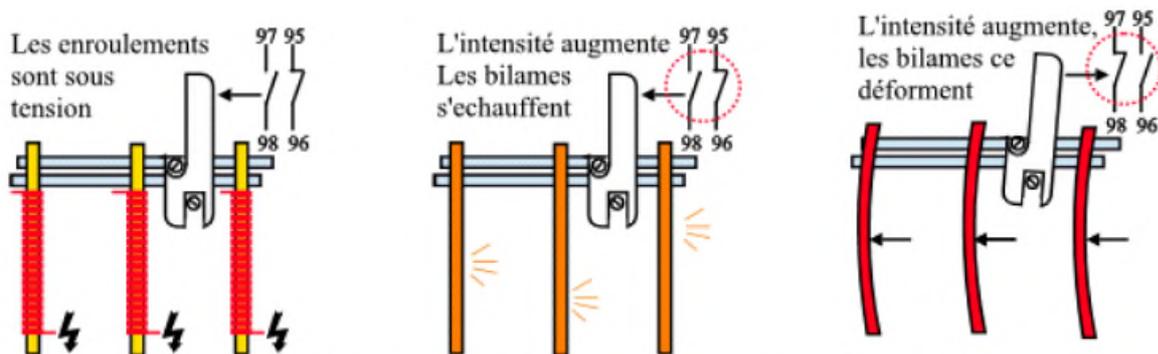
- baisse de la tension du réseau,
- surcharge mécanique (roulements usés, couple trop important),
- fonctionnement sur deux phases,
- surdébit (notamment pour les ventilateurs de soufflage, de reprise, d'extraction),
- surcouple au démarrage,
- démarrage trop fréquent.

3.2.3.2 Description et fonctionnement:

Un relais thermique comprend trois bilames constitués chacun de deux métaux (nickel et fer ou chrome et fer) assemblés par laminage à froid et dont le coefficient de dilatation est différent. Un enroulement résistant et chauffant entoure les bilames qui sont raccordés en série sur chacune des phases. L'échauffement causé par le passage du fort courant permet la déformation du ou des bilames. Cette déformation actionne un contact relié au circuit de commande contacteur qui alimente le moteur. Une fois les bilames refroidis le réarmement est possible soit manuellement soit automatiquement.

Pour éviter le déclenchement du relais thermique dû à la variation de la température ambiante, un système de compensation est monté sur les bilames.

Notons que le relais thermique n'a pas de pouvoir de coupure : étant toujours associé à un contacteur, le relais thermique coupera par le biais d'un contact auxiliaire (95-96) l'alimentation du contacteur, qui à son tour arrêtera le moteur.



Relais thermique : animation <http://www.abcclim.net>

3.2.3.3 Choix et réglage:

Le choix et le réglage d'un relais thermique se fait en fonction de 3 paramètres :

- Le courant nominal I_n du récepteur (intensité sur la plaque signalétique du moteur)
- La plage de réglage de l'intensité
- La classe de déclenchement.

Exemple de lecture : (en rouge)

Un relais thermique est réglé sur 2 A: $I_r = 2\text{ A}$.

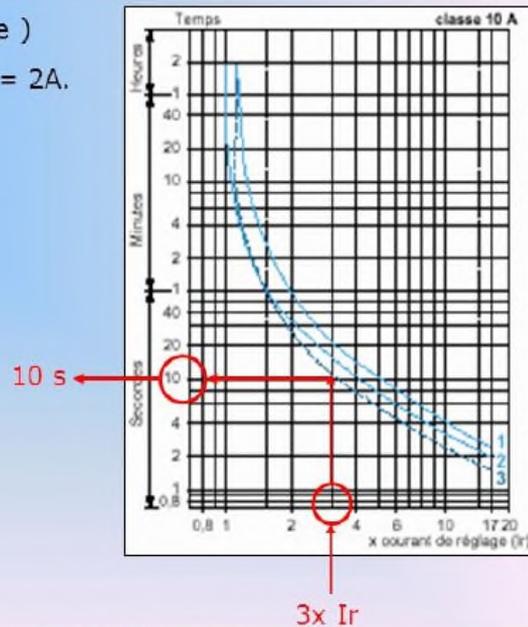
Il est traversé par 6 A ($3 \times I_r$) depuis longtemps.

Il déclenchera au bout de 10 secondes.

Courbe 1: fonctionnement à froid sur 3 phases.

Courbe 2: fonctionnement à froid et sur 2 phases.

Courbe 3: fonctionnement à chaud sur 3 phases.



Courbes de déclenchement d'un relais thermique

3.2.3.4 Classes de déclenchement:

Les relais thermiques sont régis par quatre classes de déclenchement différentes : classe 10A, classe 10, classe 20, classe 30 (les chiffres indiquent un nombre de secondes et correspondent au temps de déclenchement maximum à $7,2 I_n$).

Ces classes dépendent de la durée au bout de laquelle le relais thermique va déclencher lorsqu'il aura détecté une surcharge, le récepteur ayant démarré de l'état froid (état froid signifie "sans passage préalable de courant").

- Les classes 10 et 10A sont les plus utilisées
- Les classes 20 et 30 sont réservées aux moteurs avec démarrage difficile

	1,05 I_r	1,2 I_r	1,5 I_r	7,2 I_r
Classe	Temps de déclenchement à partir de l'état froid			
10A	> 2h	< 2h	< 2 min	$2\text{ s} \leq t_p \leq 10\text{ s}$
10	> 2h	< 2h	< 4 min	$2\text{ s} \leq t_p \leq 10\text{ s}$
20	> 2h	< 2h	< 8 min	$2\text{ s} \leq t_p \leq 20\text{ s}$
30	> 2h	< 2h	< 12 min	$2\text{ s} \leq t_p \leq 30\text{ s}$

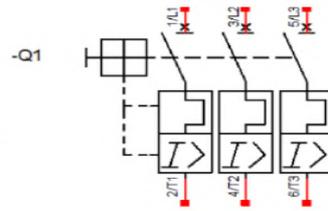
3.2.4 Disjoncteur magnétothermique et disjoncteur-moteur:

3.2.4.1 Schématisation:

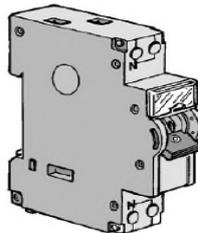


Disjoncteur moteur magnétothermique

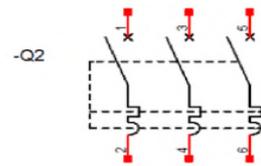
C'est un dispositif intégré utilisé dans la commande des moteurs, qui assure les *fonctions* du sectionneur, du disjoncteur et du relais thermique.



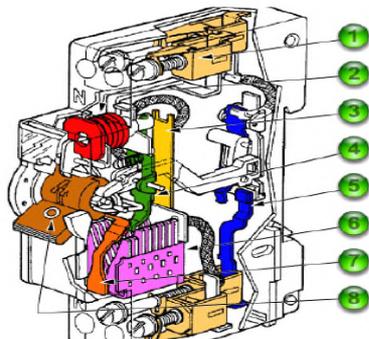
Symbole d'un disjoncteur-moteur tripolaire



Disjoncteur magnétothermique



Symbole d'un disjoncteur magnétothermique tripolaire



Technologie du disjoncteur magnétothermique



Disjoncteur tripolaire simple

3.2.4.2 Principe:

Contrairement au relais thermique et au sectionneur qui n'ont pas de pouvoir de coupure, le disjoncteur-moteur a un pouvoir de coupure égal à I_n : il coupe directement le circuit de puissance dès qu'on a une surintensité (soit court-circuit soit surcharge).

Il faut faire attention : contrairement au relais thermique et au sectionneur qui ont 2 contacts auxiliaires à disposer dans le circuit de commande, en standard le disjoncteur moteur ne possède pas de contacts auxiliaires. Si on en a besoin, il faut les rajouter.

a. Protection thermique

Chaque phase du moteur est protégée par un bilame (déclencheur thermique) qui en cas de surintensité prolongée chauffe par effet Joule et déclenche un mécanisme qui ouvre les contacts. Le seuil de déclenchement est réglable directement sur le disjoncteur moteur.

b. Protection magnétique

Un déclencheur équipé d'un électroaimant protège chaque phase qui en cas de court-circuit coupe le courant électrique.

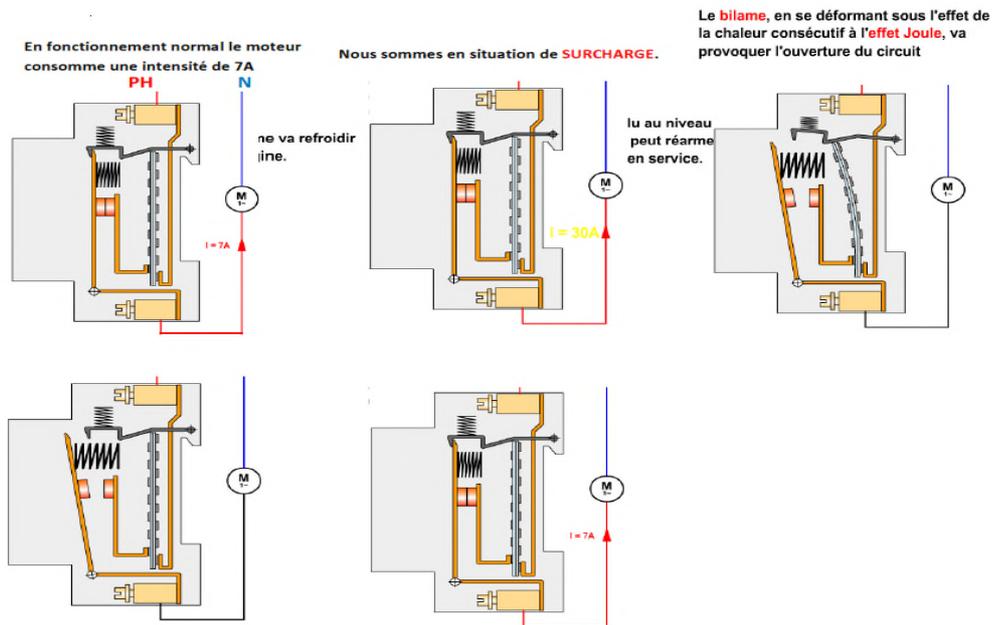
Ce déclencheur est basé sur la création d'un champ magnétique instantané (0,1 sec) qui actionne une partie mobile et commande l'ouverture des contacts.

La partie magnétique du disjoncteur moteur n'est pas réglable ce sont les courbes de déclenchement qui définissent le seuil de déclenchement qui s'exprime en nombre de fois l'intensité nominale (3 à 15 I_n).

3.2.4.3 Exemples:

Dispositif thermique

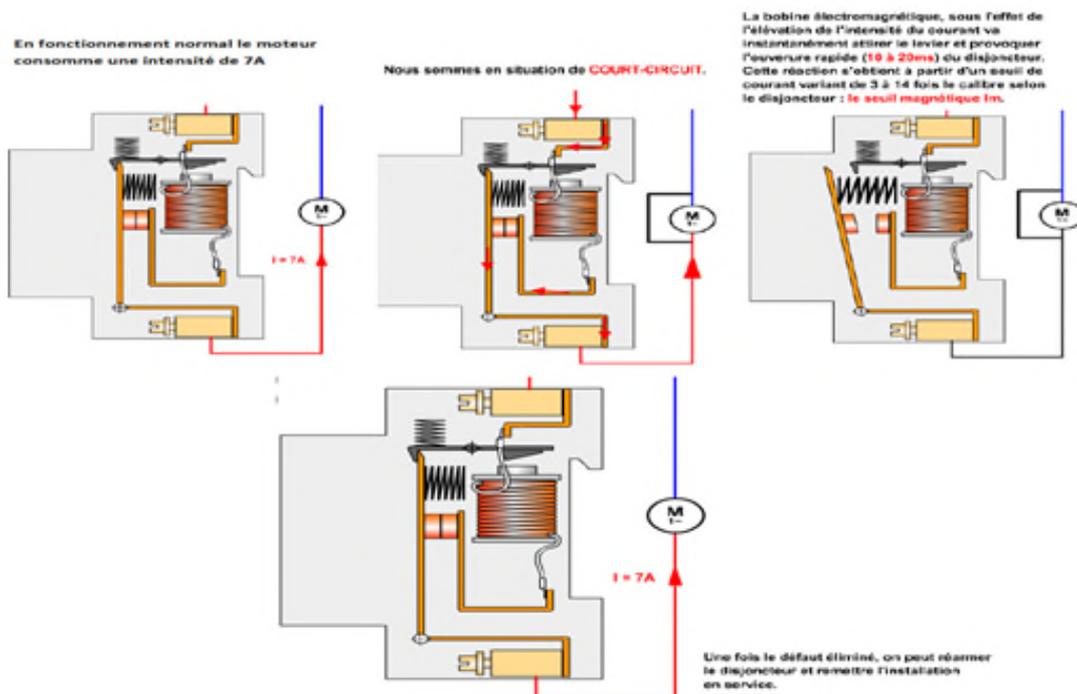
Supposons qu'un objet entrave la chaîne cinématique et que le moteur peine.



Animation disjoncteur magnétothermique: dispositif thermique (source : guide des métiers électrotechnique)

Dispositif magnétique

Supposons maintenant que le fil de phase vienne à toucher le fil de neutre en raison d'un défaut d'isolement.



Animation disjoncteur magnétothermique : dispositif magnétique (source : guide des métiers électrotechnique)

Commande directe d'un moteur



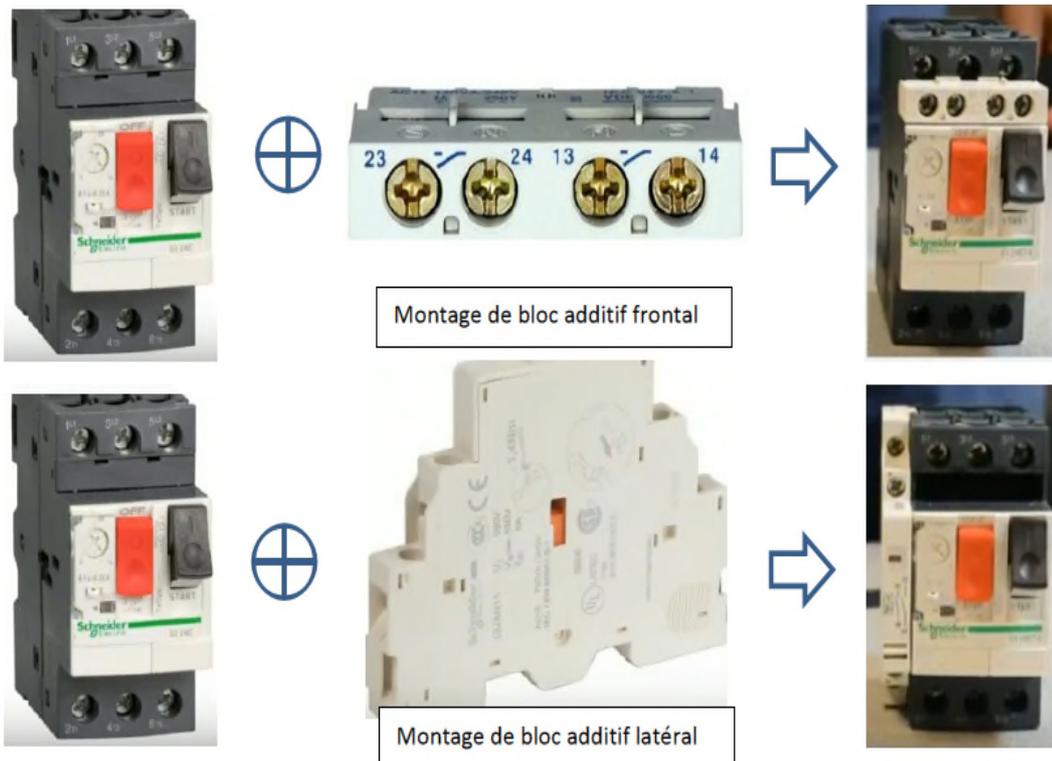
Commande directe d'un moteur par disjoncteur-moteur

Commande classique d'un moteur

Le disjoncteur moteur du schéma de gauche remplace le groupe : sectionneur + fusibles + relais thermique du schéma de droite, le contacteur étant maintenu.

3.2.4.4 Montage de blocs additifs (bloc de contacts auxiliaires)

Si on a besoin de contacts auxiliaires qu'on doit utiliser dans le circuit de commande (le sectionneur a des contacts de pré coupure 13-14 et 23-24), on peut utiliser des blocs additifs de contacts et les monter directement sur le disjoncteur moteur : soit en frontal (sur la façade) soit en latéral.



Disjoncteur moteur : relation puissance et courants de déclenchement

Moteur triphasé AC3 380/415V kW	Courant de déclenchement magnétique A	Courant de déclenchement thermique (plage de réglage)		No. Cat.	No. Réf.	Emb.
		Min.	Max.			
		A	A			
0,02	1,9	0,1	0,16	SFK0A	120001	1/5
0,06	3,0	0,16	0,25	SFK0B	120002	1/5
0,06 / 0,09	4,8	0,25	0,4	SFK0C	120003	1/5
0,12 / 0,18	7,5	0,4	0,63	SFK0D	120004	1/5
0,25	12	0,63	1	SFK0E	120005	1/5
0,37 / 0,55	19	1	1,6	SFK0F	120006	1/5
0,75	30	1,6	2,5	SFK0G	120007	1/5
1,1 / 1,5	48	2,5	4	SFK0H	120008	5
2,2	75	4	6,3	SFK0I	120009	5
3,7 / 4,0	120	6,3	10	SFK0J	120010	5
5,5 / 7,5	190	10	16	SFK0K	120011	5
9,0	240	16	20	SFK0L	120012	1/5
11 / 12,5	300	20	25	SFK0M	120013	1/5



Bloc frontal de contacts auxiliaires

2 contacts simples : 1NC (21-22) et 1NO (13-14)



Exemples de blocs de contacts auxiliaires

SM1X11 20	Montage frontal 2NO
SM1X11 11	Montage frontal 1NO+1NF
SM1X12 20	Montage latéral 2NO
SM1X12 11	Montage latéral 1NO+1NF
SM1X12 02	Montage latéral 2NF
SM1X13 11	Montage latéral. Contacts de signalisation du déclenchement thermique et magnétique 1NO+1NF
SM1X13 11M	Montage latéral. Contacts de signalisation du déclenchement magnétique 1NO+1NF

Bloc latéral de contacts auxiliaires

1 contact simple : 1NO (53-54)
1 contact spécial issu du déclenchement magnétique et thermique : 1NO (97-98)



3.3 Fusibles:

3.3.1 Fusibles standard:

Les fusibles standard généralement utilisés dans les installations industrielles sont de quatre types :

- Les fusibles g, g1, gf qui supportent jusqu'à 1.1 fois le courant nominal indiqué par le constructeur.
- Les fusibles gG et gL (à usage Général) spécifient les fusibles nécessaires pour assurer la protection thermique de récepteur de type distribution électrique (circuits sans pointe de courant importante) comme les résistances de chauffage. On les retrouve également à la sortie des transformateurs d'alimentation du circuit de commande.
- Les fusibles aD (accompagnement disjoncteur) qui supportent jusqu'à 2.7 fois le courant nominal.
- Les fusibles aM (accompagnement moteur) qui supporte jusqu'à a 7 fois le courant nominal indiqué par le constructeur du moteur. Ils sont généralement placés à l'intérieur du sectionneur. On retrouve ce type de fusible également à l'entrée du primaire du transformateur d'alimentation du circuit de commande.

3.3.2 Fusibles rapides:

Le standard CEI 60127 prévoit quatre types de fusibles (FF, F, T, TT), chaque type étant défini par le temps nécessaire pour couper un courant égal à dix fois le courant nominal.

- FF : Fast Fast (ultra-rapide) avec un temps de réponse inférieur à 1 ms.

Installations Electriques en Automatique

Le fusible ultra- rapide est employé pour la protection des installations à semi-conducteurs (de manière que le fusible protège le semi-conducteur et non l'inverse).

- F : Fast (rapide, agile) avec un temps de réponse de 1 à 10 ms.
- T : Timed (retard, inerte, à grande inertie) avec un temps de réponse de 10 à 100 ms.
- T : Timed Timed (ultra-retard) avec un temps de réponse de 100 ms à 1 s.

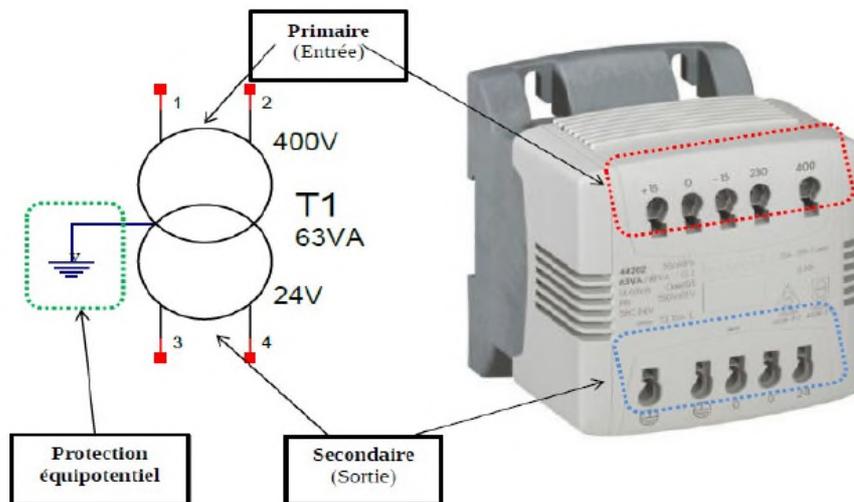
3.3.3 Pouvoir de coupure et courant de court-circuit:

On utilise toujours un fusible de haut pouvoir de coupure (HPC).

Le pouvoir de coupure (Pdc) du fusible doit être supérieur au courant de court-circuit (Icc) au point du montage où il est installé : $Pdc > Icc$.

La coupure ne se produit qu'une seule fois, et demande une remise en conformité avant le remplacement du fusible.

3.4 Transformateur:



3.4.1 Protection des lignes d'alimentation (primaire du transformateur):

Les lignes doivent être protégées contre les surcharges et les courts-circuits

Le transformateur est un appareil qui ne peut générer des surcharges.

Sa ligne d'alimentation nécessite une protection contre les courts-circuits uniquement.

A la mise sous tension d'un transformateur, il se produit un courant d'appel très important (de l'ordre de $25 I_n$) pendant 10 ms environ. La protection de la ligne doit tenir compte de ces 2 facteurs.

3 possibilités :

- Cartouches aM,
- Disjoncteurs type D (valeur moyenne du magnétique de $12 I_n$ avec une plage de réglage normalisée entre 10 et $14 I_n$),
- Disjoncteurs type C (valeur moyenne du magnétique de $7 I_n$ avec une plage de réglage normalisée entre 5 et $10 I_n$)

Calibre minimal des protections de ligne d'alimentation du primaire du transformateur

Puissance normalisé	230 V Mono			400 V Mono		
	Cart.aM	Disj.C	Disj.D	Cart.aM	Disj.C	Disj.D
40 VA	0.5A	1A	-	0.25A	1A	-
63 VA	1A	2A	-	0.5A	1A	0.5A
100 VA	1A	3A	1A	1A	2A	1A
160 VA	2A	4A	2A	1A	2A	1A
220 VA	2A	6A	3A	1A	3A	2A
250 VA	2A	6A	3A	2A	3A	2A
310 VA	4A	8A	3A	2A	4A	2A
400 VA	4A	10A	4A	2A	6A	3A

3.4.2 Protection des lignes d'utilisation (secondaire du transformateur):

Cette ligne doit être protégée contre les surcharges (vérifier que le calibre de la protection choisie est inférieur ou égal au courant secondaire du transformateur), et vérifié qu'un court-circuit au point le plus éloigné de la ligne assurera le déclenchement du dispositif de protection contre les courts-circuits en moins de 5 secondes (NF C 15-100, paragraphe 434).

2 possibilités : cartouches **gG** ou **disjoncteur type C** (magnétique réglé à 7 In moyen)

Calibre minimal des protections secondaires pour transformateur (extrait)

Puissance nominale	24V		48V	
	Cart.gG	Disj.C	Cart.gG	Disj.C
40 VA	2A	-	1A	-
63 VA	2.5A	3A	1.25A	-
100 VA	4A	4A	2A	2A
160 VA	8A	6A	3.15A	4A
220 VA	10A	10A	5A	6A
250 VA	10A	10A	6A	6A
310 VA	12A	13A	6A	6A
400 VA	16A	16A	8A	8A

3.5 Moteur et plaque signalétique:

3.5.1 Plaque signalétique d'un moteur:

* LEROY SOMER Mot. 3 ~ PLS 180 M-T CE N° 734570 GD 002 kg 102						
IP 23 IK08	I cl.F	40°C	S1	%	c/h	
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A	
Δ 380	50	2928	30	0.88	57.6	
Δ 400		2936		0.84	57.2	
Y 690		2936		0.84	33	
Δ 415	60	2942	34	0.81	57.3	
Δ 440		3537		0.88	54.3	
Δ 460		3542		0.87	54.2	
DE	6212 2RSC3			g		
NDE	6210 2RSC3			h		

* LEROY SOMER MOT. 3 ~ PLS 315 L CE N° 703 932 00 GF 01 kg 790						
IP23 IK08	I cl.F	40°C	S1	%	c/h	
V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A	
Δ 380	50	2970	250	0.92	434	
Δ 400		2974		0.90	422	
Y 690		2974		0.90	244	
Δ 415	60	2976	288	0.88	415	
Δ 440		3568		0.92	418	
Δ 460		3572		0.91	417	
DE	6316 C3	035 g	ESSO UNIREX N3			
NDE	6316 C3	2900 h				

Exemples de plaques signalétiques

3.5.2 Eléments de la plaque signalétique:

Définition des symboles des plaques signalétiques :



Repère légal de la conformité du matériel aux exigences des Directives Européennes.

MOT 3 ~ : Moteur triphasé alternatif
 PLS : Série
 180 : Hauteur d'axe
 M : Symbole de carter
 T : Indice d'imprégnation

N° moteur

734570 : Numéro série moteur
 G : Année de production
 D : Mois de production
 002 : N° d'ordre dans la série

70393200: Numéro série moteur
 G : Année de production
 F : Mois de production
 01 : N° d'ordre dans la série

kg : Masse
 IP23 : Indice de protection
 IK08 : Indice de résistance aux chocs
 I cl. F : Classe d'isolation F
 40°C : Température d'ambiance contractuelle de fonctionnement selon CEI 60034-1
 S : Service
 % : Facteur de marche
 c/h : Nombre de cycles par heure
 V : Tension d'alimentation
 Hz : Fréquence d'alimentation
 min⁻¹ : Nombre de tours par minute
 kW : Puissance assignée
 cos φ : Facteur de puissance
 A : Intensité assignée
 Δ : Branchement triangle
 Y : Branchement étoile

Roulements

DE : "Drive end" Roulement côté entraînement
 NDE : "Non drive end" Roulement côté opposé à l'entraînement
 g : Masse de graisse à chaque régraissage (en g)
 h : Périodicité de graissage (en heures)
 UNIREX N3 : Type de graisse

Signification des éléments de la plaque signalétique

3.5.3 Plaque signalétique et couplage des enroulements du stator:

MOT. 3 ~ LS 80 L T N° 734570 BJ 002 kg 9		IP 55		I cl.F		40°C		S1	
		V	Hz	min ⁻¹	kW	cos φ	A		
○ Y 380 ○ Y 400 ○ Y 415	Δ 220	50	2780	0,75	0,86	3,3			
	Δ 230	50	2800	0,75	0,83	3,3			
	Y 400					1,9			
	Δ 240	50	2825	0,75	0,80	3,3			
	Y 415	**				1,9			
						IEC 94-1(B7)			

➤ Si la plus petite tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phases du réseau on adopte le couplage Δ.

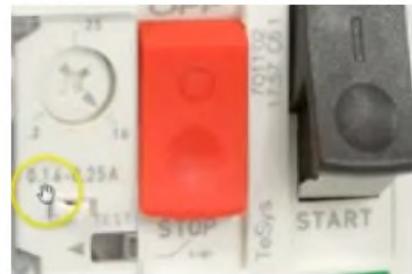
➤ Si la plus grande tension de la plaque signalétique du moteur correspond à la tension entre phase du réseau on adopte le couplage Y.

Réseau d'alimentation		Plaque signalétique		Couplage
230V	400V	230V	400V	Y
230V	400V	400V	690V	Δ
Tension simple	Tension composée	Tension d'un enroulement	Tension entre deux enroulements	

Exemple de plaque signalétiques et règle PTT de couplage du stator

3.5.4 Plaque signalétique et calibres du relais thermique/disjoncteur moteur:

MOT. 1~ MLE 112M-4 N°		IEC 60034-1		I.CL. F		S1		IP55	
		kW	Hz	V	A	COSφ	RPM		
4	50	230	22,4	0,97	1440				
600 μF	300 V		70 μF	450 V					



Exemple de plaque signalétique et calibre d'un disjoncteur moteur

3.5.4.1 Réglage du calibre du relais thermique:

Attention ! Attention ! Attention !

Le relais thermique se règle à la valeur nominale du courant absorbé par le récepteur qu'il protège :

$$I_r = I_n$$

Autrement dit pour un relais thermique il faut régler directement le calibre sur la valeur nominale indiquée par la plaque signalétique du moteur : $I_r = I_n$. En effet l'intensité « plaquée » sur un moteur électrique est l'intensité maximale (à pleine charge) que peut supporter le moteur dans des conditions normales d'utilisation.

Il ne faut surtout pas multiplier cette valeur du courant nominal par un coefficient 1,2 ou 1,3 (comme indiqué dans certaines vidéos youtube). C'est faux car cela va décaler vers la droite la courbe de déclenchement du relais thermique (cf. paragraphe II.3.c « choix et réglage du relais thermique »), donc retarder le délai de déclenchement, d'où un échauffement exagéré des enroulements. Cette valeur va déterminer le relais thermique, et par voie de conséquence la valeur du fusible aM à inclure dans le sectionneur.

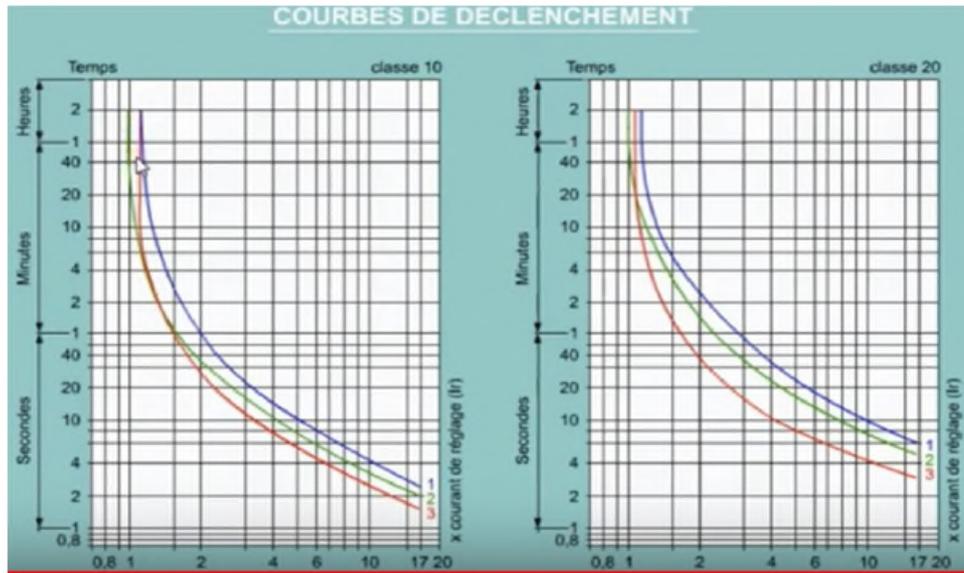
Par exemple pour un moteur de courant nominal $I_n = 10A$, prendre un relais thermique de plage de réglage comprise entre 9 et 13A, le régler sur 10A. D'après les abaques des constructeurs, on en déduit qu'il faut prendre des fusibles aM (pour le sectionneur) de 16A.

3.5.4.2 Réglage du calibre du disjoncteur-moteur:

Pour ce qui est du disjoncteur moteur, *selon le même principe que pour le relais thermique*, on règle le calibre du déclencheur « thermique » du disjoncteur-moteur sur la valeur du courant

Installations Electriques en Automatique

nominal. Cette valeur doit être comprise dans la plage de réglage sinon changer de disjoncteur moteur.



3.6 Boutons et voyants:

Noir Pas de signification particulière. Consigne d'exploitation standard.	Vert Mise en énergie et mise en marche lorsque les conditions sont sûres.	Rouge Utilisable lorsque survient une situation d'urgence. Arrêt d'urgence.	Jaune Intervention pour éliminer une anomalie ou redémarrer après interruption.	Bleu Intervention obligatoire de l'opérateur (réarmement, acquiescement...)
---	---	---	---	---

Code des couleurs normalisé (NF EN 60204-1) pour les boutons poussoirs

Boutons-poussoirs à impulsion ▶36022◀

type de tête		collerette circulaire chromée							
type de bouton		affleurant		affleurant capuchonné (silicone transparent, poussoir de couleur) non compatibles avec les étiquettes		affleurant capuchonné (silicone de couleur) compatibles avec les étiquettes			
produits		complets		à composer		complets		à composer	
sans marquage	noir ● F	XB4 BA21	ZB4 BZ101	ZB4 BA2	XB4 BP21	ZB4 BZ101	ZB4 BP2	ZB4 BZ101	ZB4 BP2S
	vert ● F	XB4 BA31	ZB4 BZ101	ZB4 BA3	XB4 BP31	ZB4 BZ101	ZB4 BP3	ZB4 BZ101	ZB4 BP3S
	rouge ● O	XB4 BA42	ZB4 BZ102	ZB4 BA4	XB4 BP42	ZB4 BZ102	ZB4 BP4	ZB4 BZ102	ZB4 BP4S
	jaune ● F	XB4 BA51	ZB4 BZ101	ZB4 BA5	XB4 BP51	ZB4 BZ101	ZB4 BP5	ZB4 BZ101	ZB4 BP5S
	bleu ● F	XB4 BA61	ZB4 BZ101	ZB4 BA6	XB4 BP61	ZB4 BZ101	ZB4 BP6	ZB4 BZ101	ZB4 BP6S

Blanc Le blanc est utilisé dans le cas d'une surveillance comme présence tension	Vert Le système est dans un état normal de fonctionnement.	Rouge Le système est dans une situation dangereuse. Signal d'urgence.	Jaune Le système est dans un état anormal pouvant devenir critique sans intervention d'un opérateur.	Bleu Une action de l'opérateur est nécessaire pour la poursuite d'un fonctionnement normal.
--	--	---	--	---

Code des couleurs normalisé (NF EN 60204-1) pour les éléments de signalisation

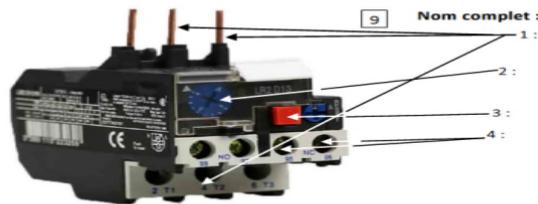
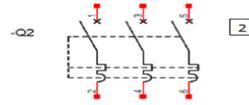
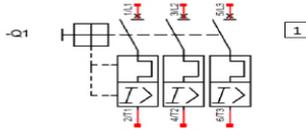
Voyants lumineux ▶36022◀

type de tête		collerette circulaire à capuchon lisse à DEL intégrée		à alimentation directe pour lampe BA 5s (non fournie)		à transformateur secondaire 1,2 VA - 6 V pour lampe EA9s à incandescence (four fournis)	
source lumineuse		complets		complets		à composer	
produits		complets		à composer		complets	
tension d'alimentation	blanc ○	24 V AC/DC	48...120 V AC	230...240 V AC	250 V maxi, 2,4 W maxi	230...240 V AC	
références	vert ●	XB4 BVB1	XB4 BVG1	XB4 BVM1	XB4 BV61	XB4 BV01	XB4 BV4
	rouge ●	XB4 BVB3	XB4 BVG3	XB4 BVM3	XB4 BV63	ZB4 BV03	ZB4 BV4
	jaune ●	XB4 BVB4	XB4 BVG4	XB4 BVM4	XB4 BV64	ZB4 BV04	ZB4 BV4
	orange (4) ●	XB4 BVB5	XB4 BVG5	XB4 BVM5	XB4 BV65	ZB4 BV05	ZB4 BV4
	bleu ●	XB4 BVB6	XB4 BVG6	XB4 BVM6	ZB4 BV66	ZB4 BV06	ZB4 BV4

3.7 Application:

3.7.1 Questions:

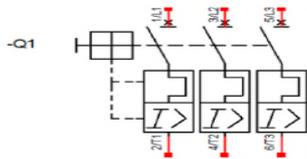
Donner la désignation de chacun des composants suivants avec ses caractéristiques : nom complet, tension ou crt assigné de fonctionnement, nbre de pôles, nbre de contacts auxiliaires et leur type : ouvert au repos (NO), fermé au repos (NC), temporisé au travail, temporisé au repos.



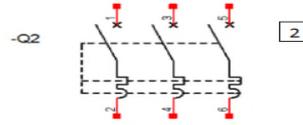
Installations Electriques en Automatique

3.7.2 Solutions:

Désignation de chacun des composants suivants avec ses caractéristiques : nom complet, tension ou crt assigné de fonctionnement, nbre de pôles, nbre de contacts auxiliaires et leur type : ouvert au repos (NO), fermé au repos (NC), temporisé au travail, temporisé au repos.



1
disjoncteur-moteur magnétothermique tripolaire
(sectionneur + disjoncteur + relais thermique)



2
disjoncteur magnétothermique tripolaire



3
Contacteur tripolaire, In=9A, bobine 24V
3poles, 1 contact NF, 1 contact NO



4
Interrupteur sectionneur, In=40A
2pôles



5
Bloc de Contact auxiliaires
1NO (53-54), 1 NF (61-62)



6
Bloc de Contact auxiliaires temporisés au travail
1NC (55-56), 1NO (67-68)



7
Contacteur auxiliaire tripolaire
3 contacts NO, 1 contact NF



8
sectionneur à fusibles tripolaire
3poles, 1 contacts NO, 1 contact NF



9
Nom complet : relais thermique
1 : pôles
2 : bouton de réglage du courant
3 : bouton de stop (déclenchement manuel)
4 : contact auxiliaire 95-96



10
Nom complet : contacteur tripolaire
A1-A2 : bornes de la bobine
1-2 3-4 5-6 : pôles
13-14 : contact auxiliaire NO d'autoalimentation
21 :22 : contact auxiliaire NF
53-54 : contact NO du bloc de contacts auxiliaires LADN11
61-62 : contact NF du bloc de contacts auxiliaires LADN11



11
Nom complet : (coffret) armoire de commande
1 : goulotte
2 : rail DIN
3 : bornier
4 : bornier d'alimentation PE (terre)

Chapitre 4 Armoire électrique industrielle

4.1 Introduction : choix des câbles

Les choix des couleurs des conducteurs sont liés à des méthodologies propres à chaque fabricant d'armoire électrique, donneur d'ordre ou sous-traitant, suivant un standard, une norme d'usage facilitant la maintenance.

En France seul le conducteur d'équipotentiel (la terre) jaune/vert est réglementé par la loi. Pour notre part, en ce qui concerne les couleurs et sections des fils, nous maintenons les règles précédemment définies dans le cours de sécurité électrique (cours de L2).

- ★★ : Fortement recommandé, voire obligatoire
- ★ : Possible
- Vide : Déconseillé
- ! : Interdit

Guide de choix des couleurs de conducteurs
en câblage d'armoires électriques

Documentation
Sect 2213 Page 1/1

	Bleu clair	Marron	Noir	Gris	Rouge	Blanc	Ivoire	Orange	Violet	Bleu foncé	Jaune/Vert
Puissance BT : 230 V – 400 V – 440 V – 600 V											!
Alimentation monophasée, triphasée : Neutre	★★	!	!	!	!						!
Alimentation monophasée : Phase	!	★★	★	★	★						!
Alimentation triphasée : Phase L1 (Marron)/ L2 (Noir)/ L3 (Gris)	!	★★	★★	★★	★						!
Alimentation : conducteur d'équipotentiel (« Terre »)	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	★★
Conducteur de puissance commuté	!		★★								!
Commande											!
Alimentation TBTS 24 V= Continu :											!
0 V - Commun							★★				!
24 V=					★			★	★★		!
Alimentation TBTS 24 V~ alternatifs :											!
0 V - Commun							★★				!
24 V~					★			★		★★	!
Alimentation 110V~											!
Commun						★★	★				!
110 V~											!
Conducteurs commutés (sortie contact, sortie API, sortie détecteur, ...)					★★			★	★		!
											!
Acquisition analogique											!
Sortie capteur					★★						!

câblage industriel ► conducteurs multibrins souples (faciles à courber)

section (mm²)	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16
intensité max. (A)	3	6	10	16	25	30	40	60	80
circuit de commande (rouge)					circuit de puissance (noir)				

❖ Couleurs normalisées des fils : PE ► vert-jaune N ► bleu clair

Installations Electriques en Automatique

Il y a 3 grandes règles à respecter au niveau de la réalisation d'une armoire :

- Respecter la couleur des fils et leur section afin de recompter la nature de la tension qui circule (alternatif, continu, 24V, 230V, 400V, ...);
- Respecter le repérage des fils et des appareils électriques afin de mieux se situer sur le schéma électrique;
- Respecter l'implantation des appareils électriques dans l'armoire (partie commande à gauche séparée de la partie puissance à droite).

Le respect de ces 3 règles permet de faciliter la maintenance de l'armoire en cas de problème et permet une meilleure compréhension de l'installation.

4.2 L'armoire:

4.2.1 La structure:

- ❖ **Enveloppe de confinement** (à fermeture à clé)
 - protection mécanique des **circuits** contre
 - les liquides et poussières : IP > 30
 - les chocs : IK > 08
 - les dérèglages et les modifications de câblage
 - protection des **personnes** contre
 - les contacts électriques dangereux (minimum IP > 20)
 - les blessures sur angles vifs
- ❖ **Structure interne**
 - châssis : montants, plaque pleine ou **platine perforée**
 - fixation des appareils : **rails profilés** (35 mm)
 - circulation des conducteurs : **goulottes**, bracelets...
 - liaisons des masses : visserie à picots, raccords flexible
 - ✦ **ventilation** : motorisation éventuelle, filtrage



Tout commence par l'analyse complète du schéma électrique afin de déterminer le nombre exact d'appareils électriques à installer dans l'armoire, et leur encombrement afin de procéder à une bonne disposition de ces derniers.



La suite du travail consiste ensuite en l'installation des **goulottes** pour le passage des fils, des **rails** pour la fixation des appareils et la mise en place de ces derniers.



4.2.2 L'appareillage:

4 fonctions principales : sectionnement, protection, commande, connexion
+ transformation (certains appareils réalisent plusieurs fonctions)

❖ Sectionnement et protection électrique (des circuits)

- interrupteur (ou disjoncteur) –sectionneur principal
- sectionneurs porte-fusibles, disjoncteurs
- ▲ protection différentielle souvent externe

❖ Commande (de l'alimentation des récepteurs)

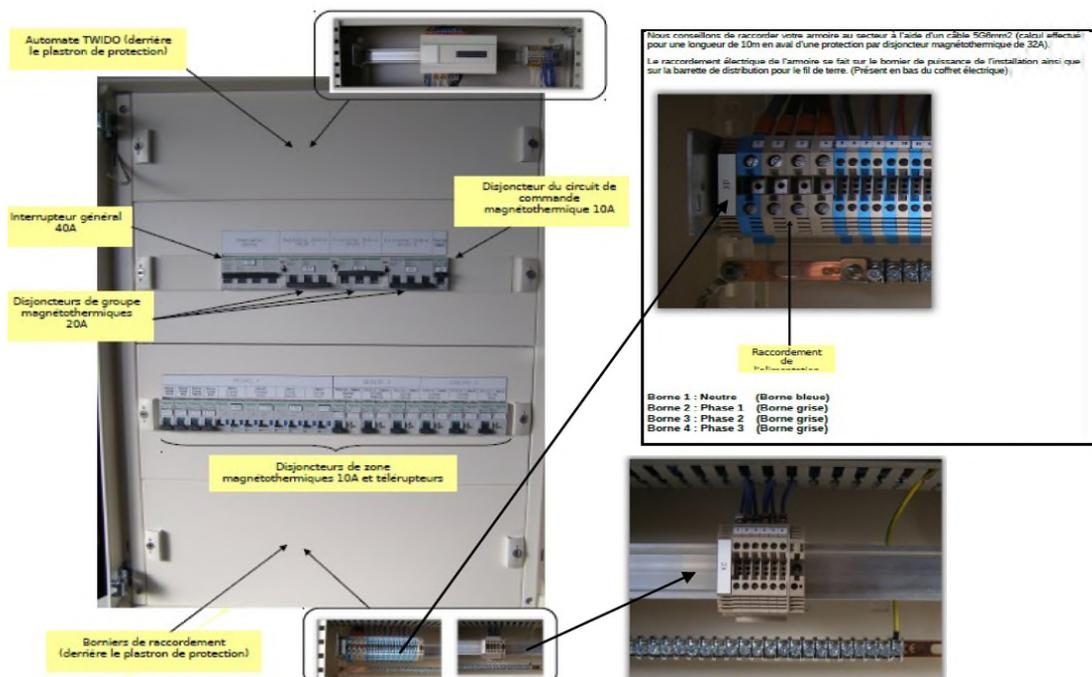
- manuelle ▶ interrupteurs, boutons internes
- électrique ▶ contacteurs, variateurs, automates...

❖ Connexion (des entrées/sorties de l'armoire)

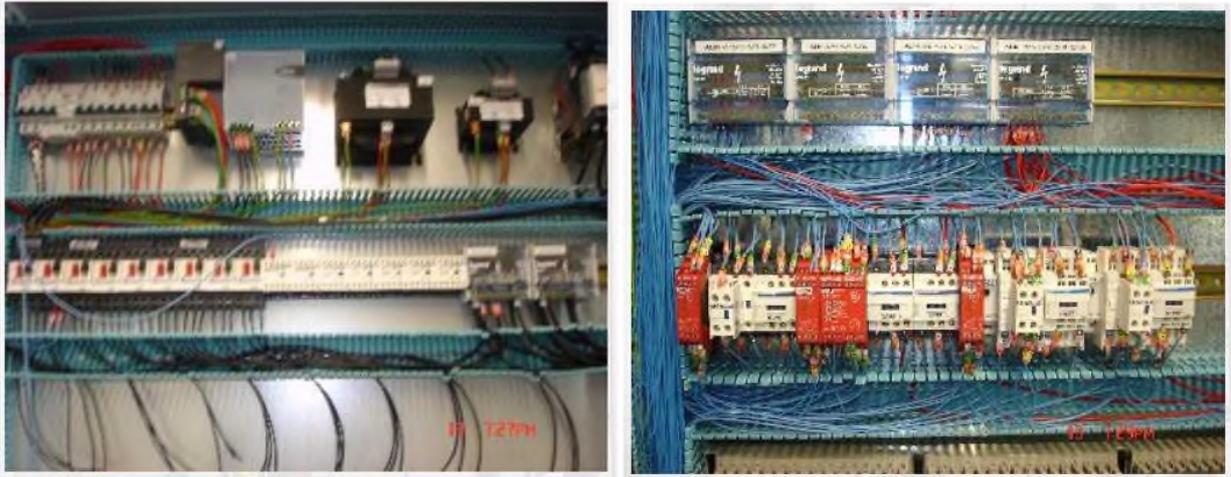
- borniers fixes ou débrochables
- prises de courant (pour branchements internes)



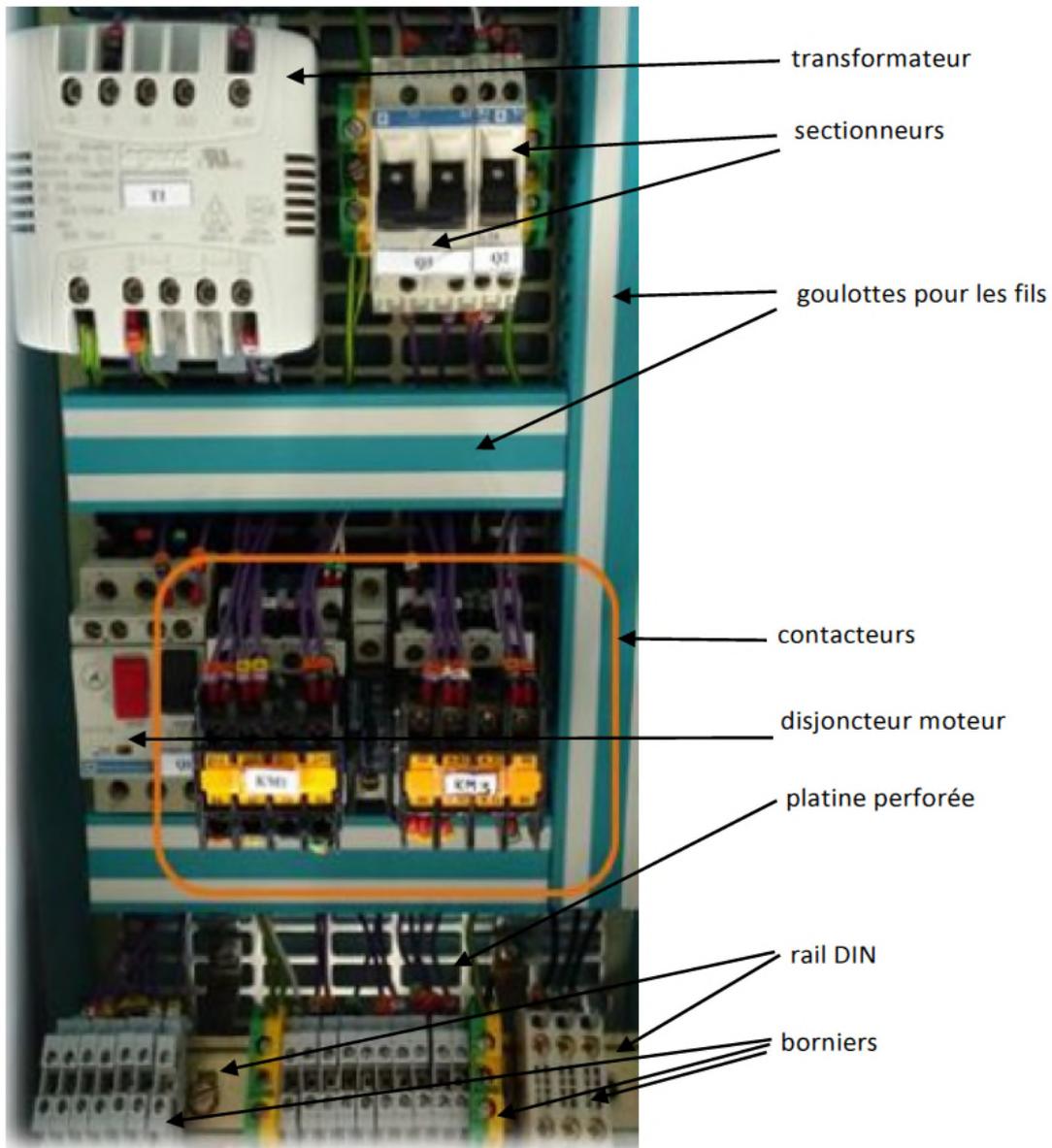
4.2.3 Exemple d'armoire électrique:



Installations Electriques en Automatique



Une fois tous les appareils mis en place, il faut procéder au **câblage** des composants de l'armoire en faisant attention au **respect des règles** de câblage (couleur, sections, repérage des fils...).



Vue intérieure d'une armoire

4.3 Les conducteurs:

câblage industriel ▶ conducteurs multibrins souples (faciles à courber)

section (mm ²)	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16
intensité max. (A)	3	6	10	16	25	30	40	60	80

circuit de commande (rouge) circuit de puissance (noir)

- ❖ Couleurs normalisées des fils : PE ▶ **vert-jaune** N ▶ **bleu clair**
- ❖ Connexions des extrémités des fils
 - bornes à vis-étriers ▶ **embouts de câblage** à sertir (obligatoire)
 - bornes à ressorts ou à déplacement d'isolant ▶ **pas d'embouts**
- ❖ Liaisons vers l'interface homme-machine
 - ▶ **toron** de fils de commande
 - ▶ **bus** de communication
- ❖ Liaisons vers les récepteurs et les capteurs ▶ **câbles multipolaires**

4.4 Le repérage interne (appareils et conducteurs):

Le **repérage interne** (conforme au schéma électrique) est **indispensable** aux interventions sur les circuits : essais, réglages, réarmements, maintenance

- ❖ Technologies de repérage
 - assemblage de lettres, chiffres, nombres, signes
 - gravure, impression, écriture manuelle ▶ sur supports vierges
- ▶ Repérage des appareils
 - repères à clipser (emplacement dédié)
 - repères à coller
- ▶ Repérage des conducteurs
 - repères à enfiler
 - repères à clipser
 - inscriptions directes

4.5 L'interface homme-machine (commande et signalisation):

- ❖ Appareillage modulaire
 - **boutons et voyants lumineux**
 - mécanisme : tête de voyant, bouton-poussoir, bouton tournant, « coup-de-poing »...
 - lampe : à diode, à incandescence, 5 couleurs normalisées
 - contacts (2 ou 3 emplacements) : NC, NO, double... (empilables)
 - **commutateurs, compteurs, terminaux de dialogue, balises...**
- ❖ Implantation de l'interface homme-machine
 - ▶ sur les portes et/ou les parois de l'armoire
 - *solution économique*
 - liaisons courtes
 - pas d'enveloppe supplémentaire
 - ▶ sur un pupitre déporté
 - *solution ergonomique pour le pilotage du système*

Installations Electriques en Automatique

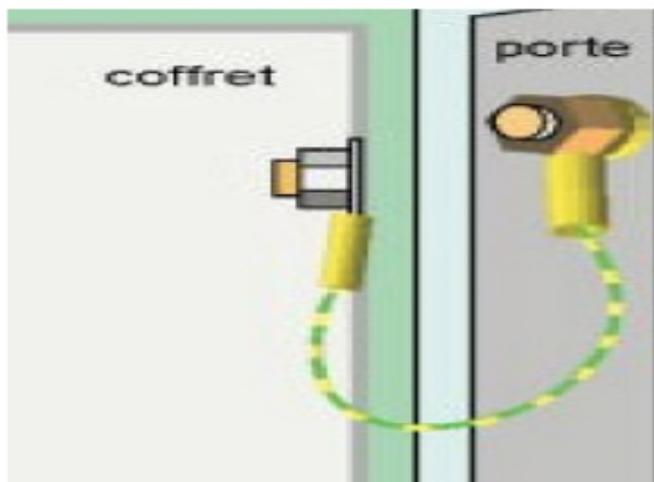
Très souvent, suivant l'installation à réaliser, on doit procéder à la mise en place de pupitre opérateur pour la commande d'installation à distance. Ces pupitres peuvent varier en taille suivant le matériel à y installer (bloc AS-i, bornes, relais, écran de contrôle, boutons de commande, voyants...)

Voici le processus de réalisation d'un pupitre opérateur détaillé en plusieurs phases :

- choix de la taille du pupitre,
- préparation de l'emplacement du pupitre,
- installation des appareils et câblages



Une fois le câblage terminé, il faut procéder à la finition de l'armoire, c'est à dire à la pose des tresses de masse, à la pose des couvercles de goulottes, de la signalisation par colonne lumineuse et par voyant sur l'armoire, de la ventilation pour le refroidissement de la partie puissance.



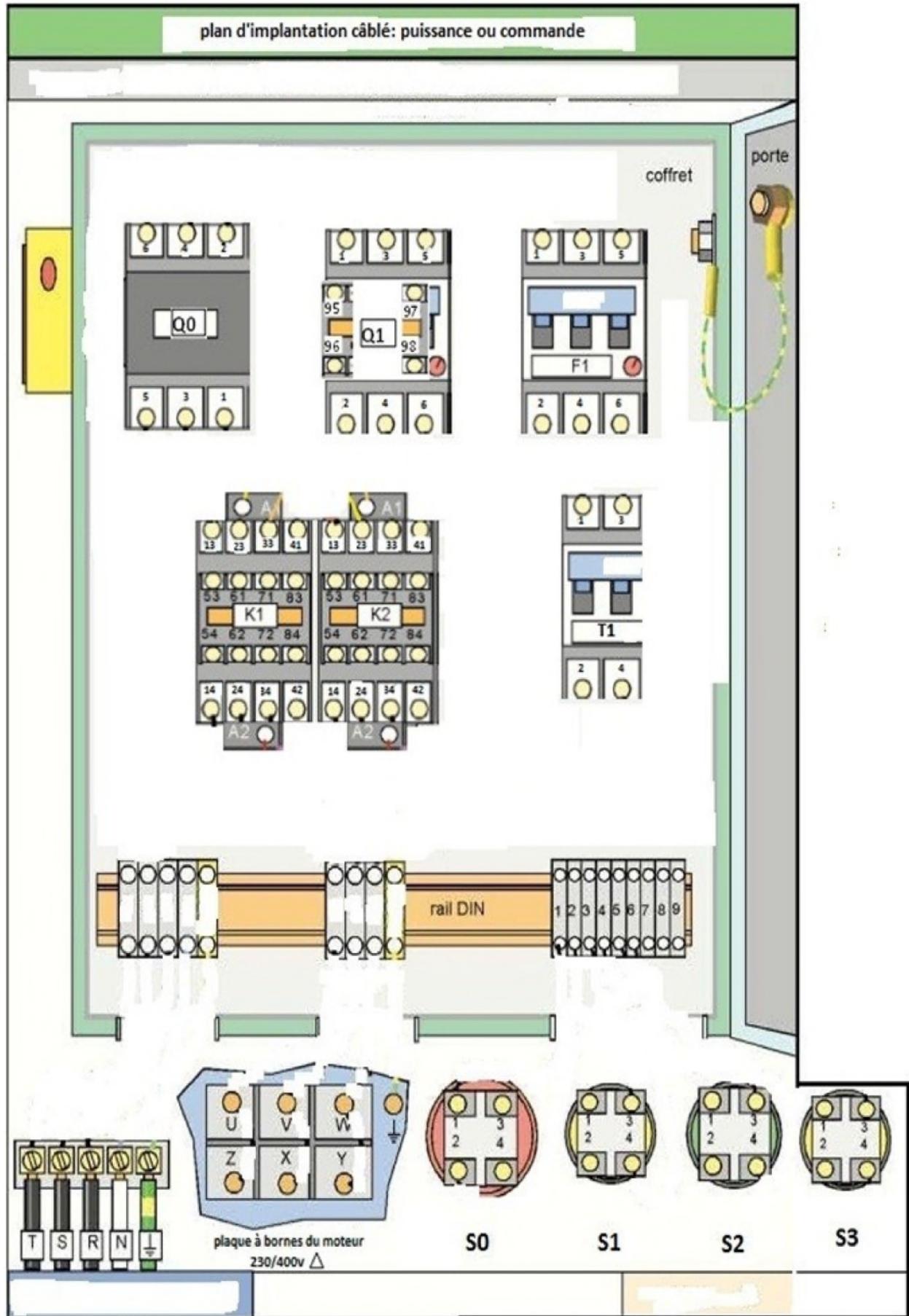
4.6 Exemple corrigé:

La figure ci-dessous donne le schéma électrique d'une commande bidirectionnelle de moteur à cage (couplé en triangle). Donner les 2 schémas de câblage (**puissance + commande**) de l'armoire électrique (il y a une erreur sur le schéma, la retrouver mais câbler le schéma avec erreur en expliquant pourquoi).

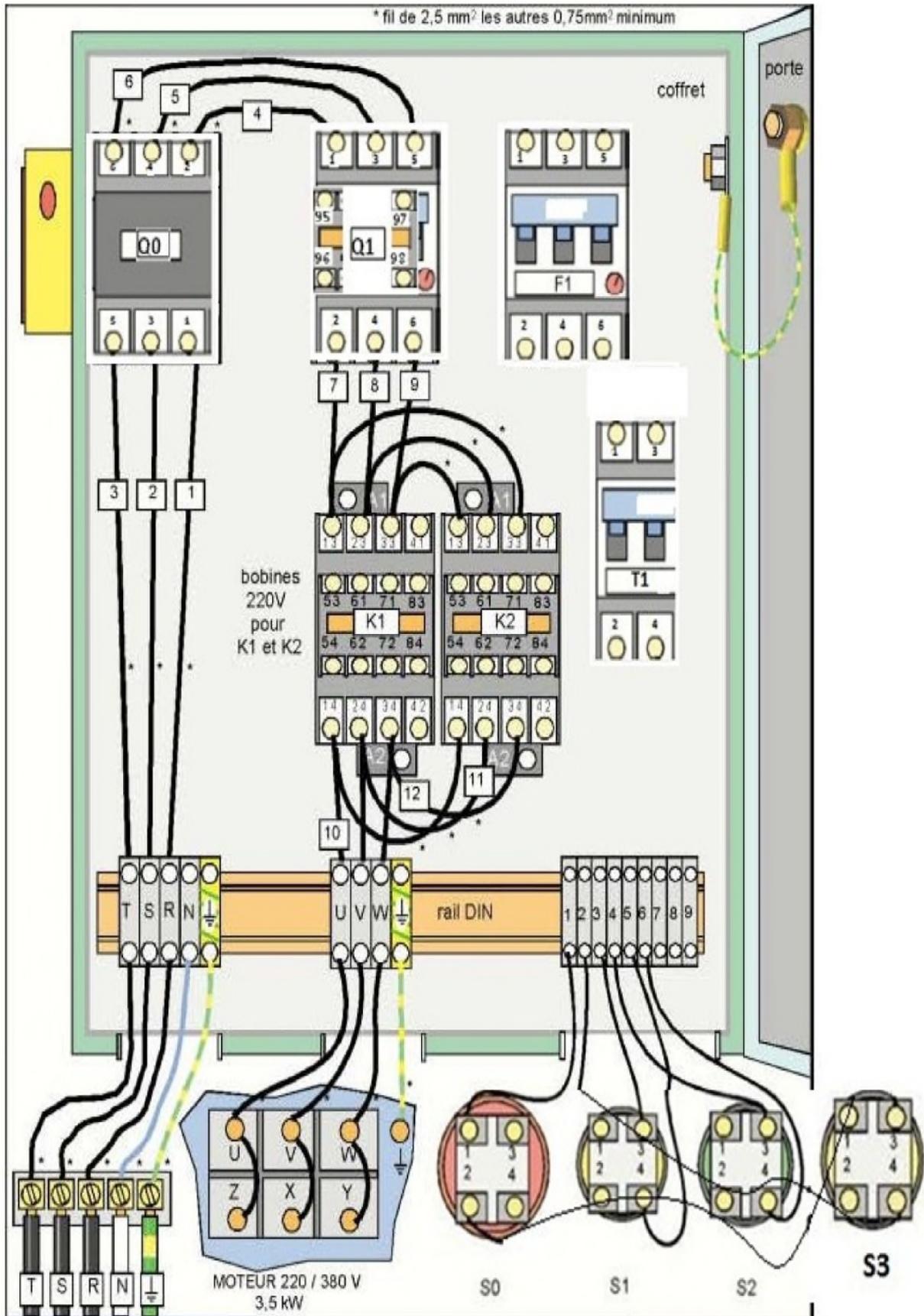
Pour la clarté du schéma il est recommandé d'utiliser des couleurs !

En plus du bornier d'alimentation, nous avons 2 borniers : X0 pour le moteur (X0-1 à X0-4), X1 pour la partie commande (X1-1 à X1-9). Tous les éléments doivent obligatoirement être raccordés conformément au schéma électrique.

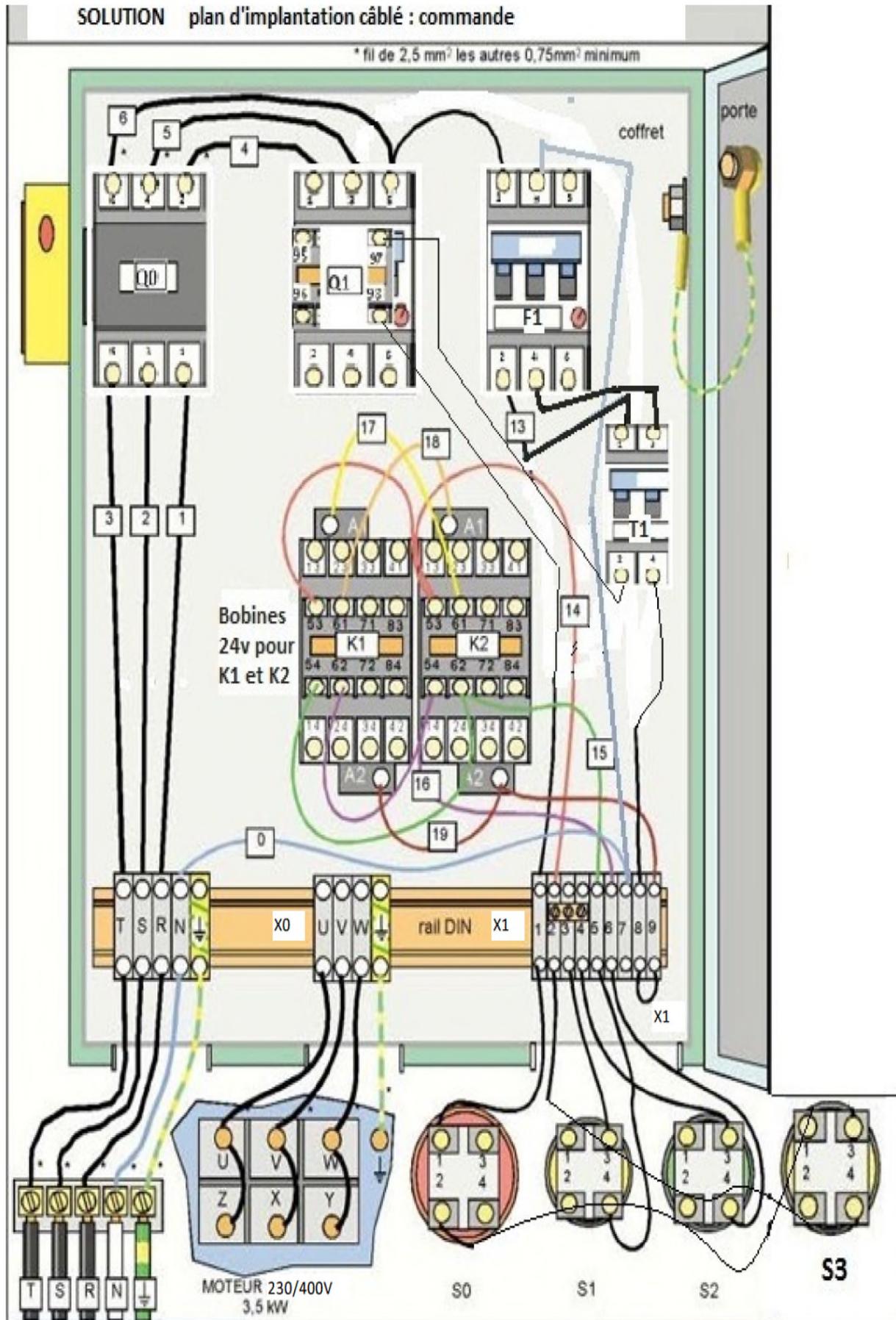
Installations Electriques en Automatique



SOLUTION plan d'implantation câblé: puissance



Installations Electriques en Automatique



Chapitre 5 Applications

5.1 Installation 100% pneumatiques:

5.1.1 Application 1:

Le schéma de la figure du bas décrit une installation utilisée dans l'industrie du verre. Elle produit deux mélanges M1 et M2 à partir de 3 produits, et fonctionne en mode cycle par cycle.

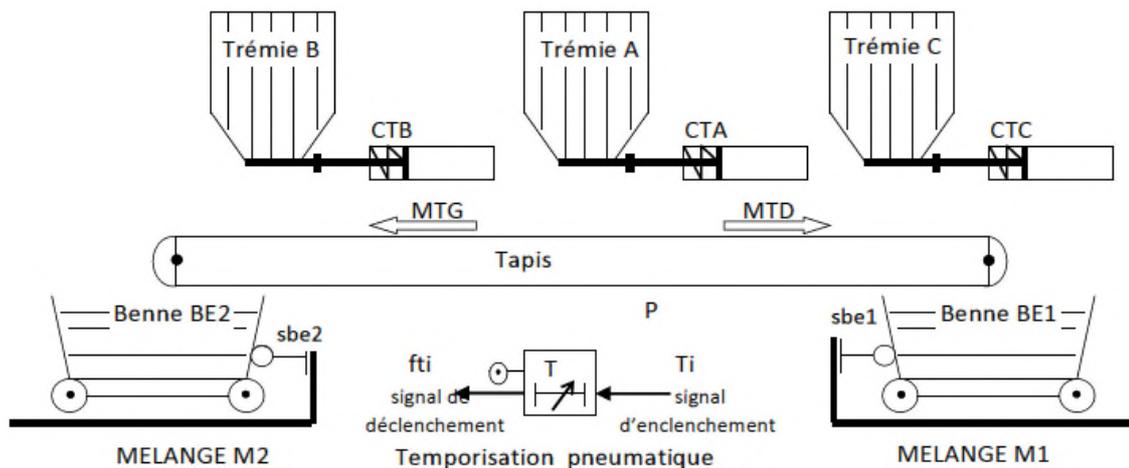
Descriptif :

Trois trémies contenant chacune un des produits de base A, B ou C, déversent successivement sur un tapis roulant, la quantité de produit correspondant au mélange demandé. Cette quantité est réglée par le temps d'ouverture de la trappe de vidange de chaque trémie, qui est commandée par un vérin simple effet (respectivement **CTA, CTB, CTC**).

Mélange M1 : Il est composé des produits A et C, avec des quantités correspondant à une durée d'ouverture de la trappe de 10 secondes pour A (**T1**), **puis** de 15 secondes pour C (**T2**). Le tapis transporte vers la droite (commande **MTD**) les produits pour les déverser dans la benne BE1 (dont la présence est détectée par **sbe1**).

Mélange M2 : Il est composé des produits A et B, avec des quantités correspondant à une durée d'ouverture de la trappe de 10 secondes pour A, **puis** de 15 secondes pour B. Le tapis transporte vers la gauche (commande **MTG**) les produits pour les déverser dans la benne BE2 (dont la présence est détectée par **sbe2**).

- Le tapis roulant est entraîné par un moteur électrique (400 V) à deux sens de marche.
- *Les capteurs sm1 et sm2 ainsi que les temporisations sont en technologie pneumatique.*
- *Les capteurs sbe1 et sbe2 sont électromécaniques. A l'état de repos, les vérins fermant les trappes sont sortis.*



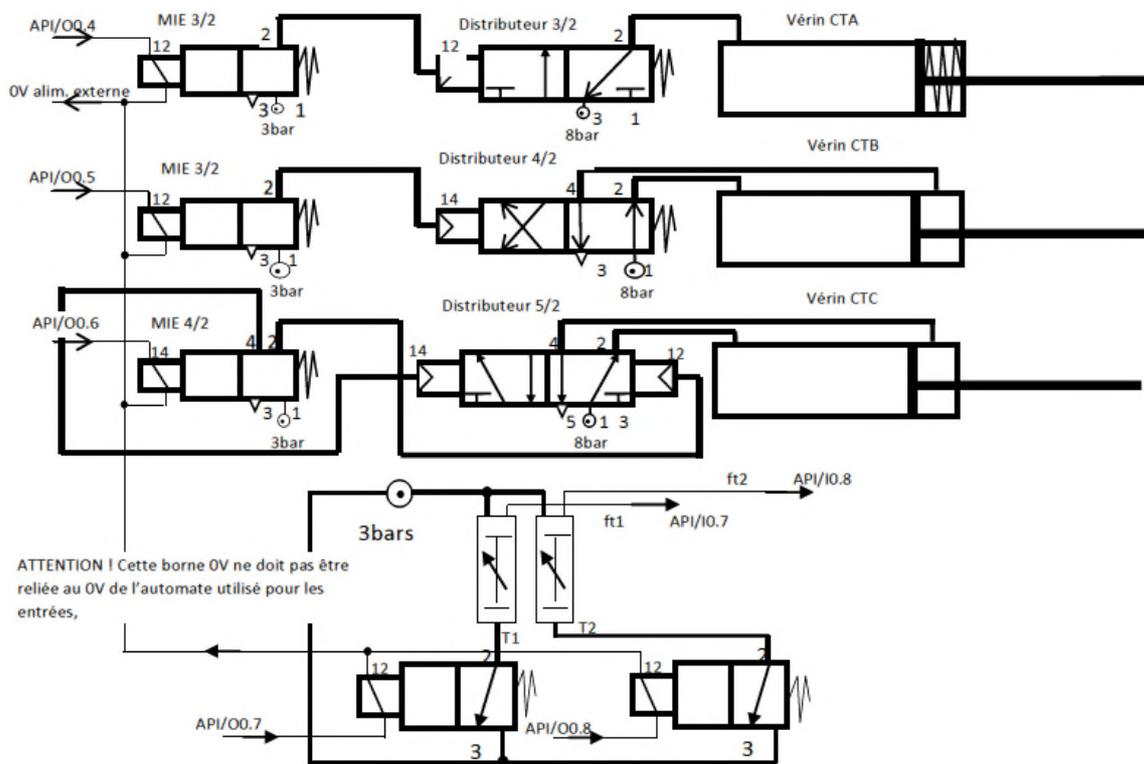
Question:

Dans le cas d'une commande par api, si le vérin CTA est un simple effet et son distributeur un 3/2 mono, le vérin CTB est remplacé par un double effet et son distributeur un 4/2 mono, le vérin CTC est remplacé par un double effet et son distributeur un 5/2 bistable, donner le **schéma de puissance** de la partie pneumatique (vérins, distributeurs, temporisations, et leurs interfaces).

Solution application 1 :

Schéma de câblage de la partie puissance (partie électropneumatique)

À l'état de repos, les trois vérins sont sortis (trappes fermées).



5.1.2 Application 2:

Poste de montage en technologie tout pneumatique

ATTENTION ! A l'état de repos, les vérins fermant les trappes sont sortis.

Un poste de montage comprend 3 magasins : le magasin V contient des vis, le magasin R des rondelles, le magasin E des écrous. L'opérateur dispose de 3 boutons poussoirs a, b, c :

- *- s'il appuie sur a, il obtient une vis ;
- *- s'il appuie sur b, il obtient une vis et une rondelle ;
- *- s'il appuie sur c, il obtient une vis, une rondelle et un écrou ;
- *- toutes les autres combinaisons entraînent l'obtention d'une vis.

1° Donner la table de vérité, puis en déduire les équations des sorties V, R, E.

2° Les trappes délivrant les vis, rondelles et écrous sont commandées par trois vérins A1, B1 et C1 dont les équations de commande sont :

$$A = a + b + c \quad B = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}\bar{b}c \quad C = \bar{a}\bar{b}c$$

Si :

Le vérin A1 est un simple effet,

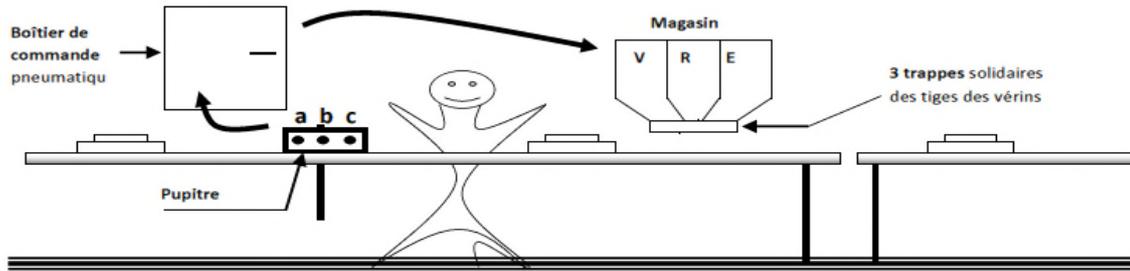
Le vérin B1 est un double effet et son préactionneur B un distributeur 4/2 monostable,

Le vérin C1 un double effet et son préactionneur C un distributeur 5/2 monostable,

Donner alors le schéma de câblage en technologie tout pneumatique (capteurs liés à l'opérateur + partie commande + préactionneurs + vérins).

ATTENTION ! Pour la partie commande, on utilise une simple carte à base de cellules (pas de séquenceur !)

Installations Electriques en Automatique



Remarques

- les questions 1 et 2 sont indépendantes,
- la partie commande est indépendante de la partie opérative (puissance).

Solution application 2:

• Table de vérité

a	b	c	V	R	E
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	0	0
1	1	1	1	0	0

• Equations des sorties

Cette table permet de déterminer les équations logiques des sorties :

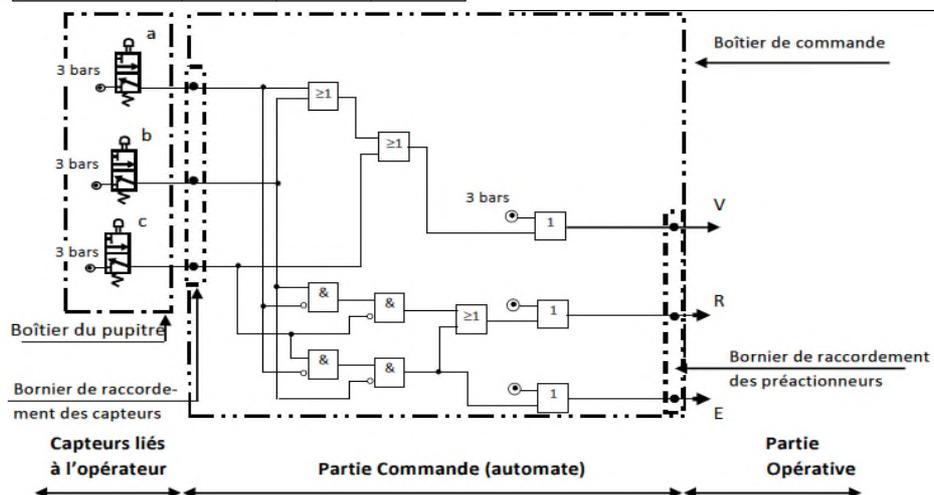
(Vis) $V = a + b + c$

(Rondelle) $R = \bar{a} \bar{b} c + a \bar{b} \bar{c}$

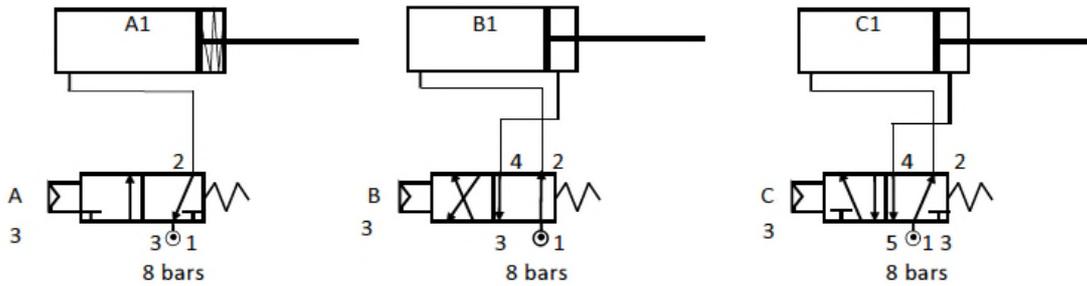
(Erou) $E = \bar{a} \bar{b} c$

• Partie opérative

Trappes	V=A	R=B	E=C
Préactionneurs	A	B	C
Actionneurs	A1	B1	C1



Actionneurs (vérins) et leurs préactionneurs (distributeurs pneumatiques) de la partie opérative

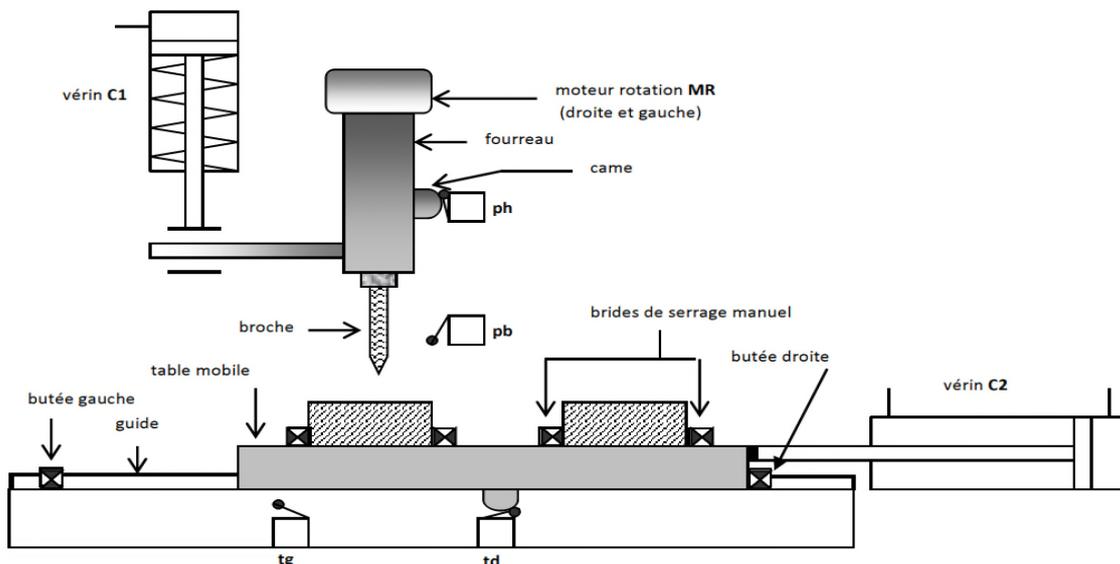


Sur un **monostable 4/2 ou 5/2** (que ce soit une interface électropneumatique ou un distributeur), à l'état de repos la borne 1 est reliée à la borne 2. Par conséquent si l'on alimente normalement en pression (par la borne 1,) à l'état de repos l'air sort par la borne 2. Il suffit ensuite de câbler correctement le vérin double effet pour que la tige soit sortie à l'état de repos.

Sur un **monostable 3/2** (que ce soit une interface électropneumatique ou un distributeur), à l'état de repos la borne 2 est reliée à l'échappement (borne 3). Par conséquent si l'on désire que l'air sorte par la borne 2 pour que le vérin soit sorti à l'état de repos, il faut alimenter par la borne 3 (au lieu de l'alimentation normale par la borne 1) !

5.1.3 Application 3:

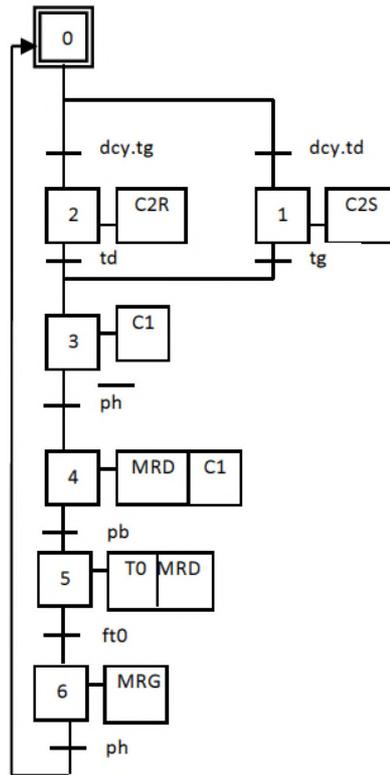
Commande automatique d'une séquence de perçage en technologie 100% pneumatique



installation de perçage

Variables d'entrée	Signification	Variables de sortie	Signification
dcy	ordre de départ cycle	MRD	commande moteur rotation de broche à droite
ph	perceuse en position haute	MRG	commande moteur rotation de broche à gauche
pb	perceuse en position basse	C1	commande sortie du vérin C1
td	table porte pièce en position droite	C2S	commande sortie du vérin C2
tg	table porte pièce en position gauche	C2R	commande rentrée du vérin C2
ft0	fin de temporisation	T0	lancement de temporisation

tableau des entrées/sorties

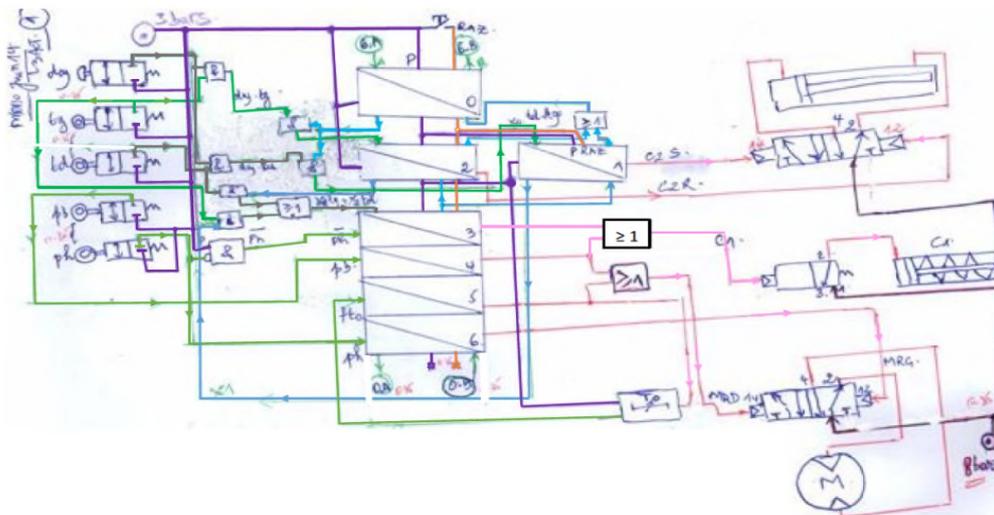


Grafcet modélisant le fonctionnement

La séquence de perçage de l'installation de la figure (installation de perçage) est automatisée selon le grafcet de fonctionnement de la figure (Grafcet modélisant le fonctionnement), et son tableau des entrées-sorties est donné par la figure (tableau des entrées/sorties).

La perceuse est munie d'un moteur pneumatique (commandé exactement dans les mêmes conditions qu'un vérin). Dans le cas d'une **commande par séquenceur pneumatique**, donner le schéma de câblage complet de l'installation en 100% pneumatique (capteurs, commande, préactionneurs, actionneurs).

Solution Application 3:



Quizz

Sur cette solution, il y a une erreur grave de fonctionnement de la partie opérative. Trouvez-la, expliquez pourquoi, proposez une solution, câblez là.

5.2 Commande par API d'installations électropneumatiques:

5.2.1 Application 1:

Deux chariots automatisés CHAR1 et CHAR2, assurant les manutentions entre un quai A et un quai B, ont le fonctionnement décrit par le grafcet.

Le chariot CHAR1 est commandé par un vérin double effet avec des *capteurs fins de course pneumatiques ac1 et bc1* ; les bobines des MIE sont alimentées en 24V.

Le chariot CHAR2 est commandé par un moteur triphasé à cage, et ses *capteurs fins de course sont électromécaniques : ac2 et bc2*. Les capteurs sont alimentés en 24v alors que les *bobines des contacteurs sont alimentées en 230v*.

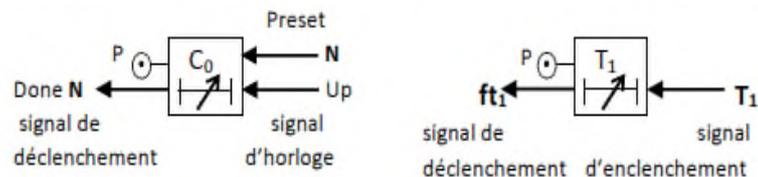
Deux voyants H1 et H2 (alimentés en 230v) sont utilisés pour indiquer respectivement la marche et la surcharge du moteur.

Dans le cas d'une commande par l'api Moeller,

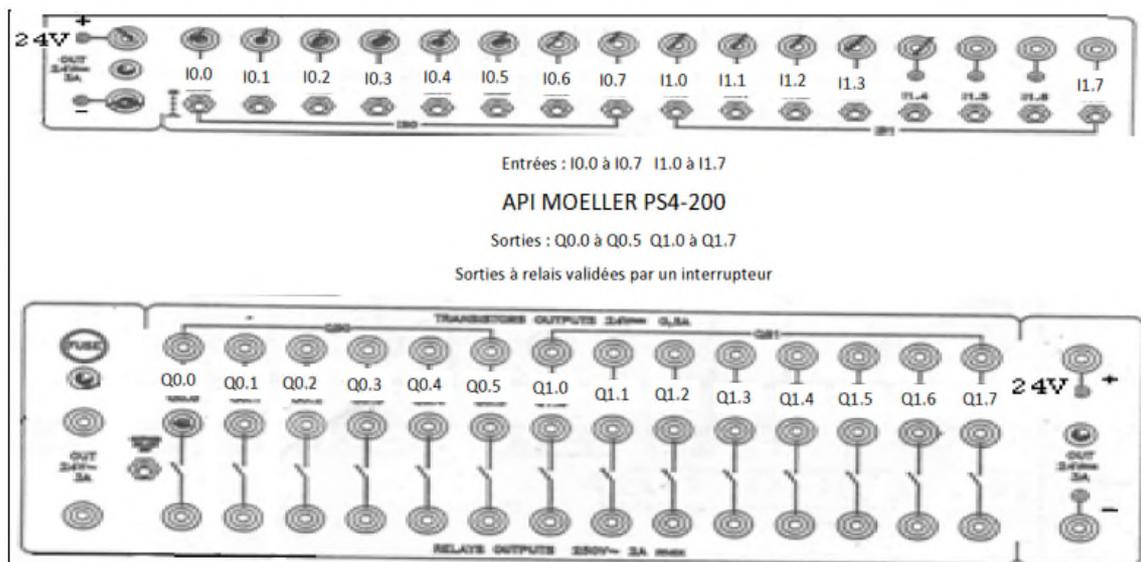
Donner le schéma de câblage de l'automate en faisant clairement apparaître les interfaces qui font la conversion des signaux (de l'électrique vers le pneumatique et vice versa).

ENTREES	
R/S : interrupteur Run /Stop de l'API	I0.0
ac1 : fin de course pneumatique	I0.1
bc1: fin de course pneumatique	I0.2
ac2: fin de course électromécanique	I0.3
bc2 fin de course électromécanique	I0.4
Dcy : BP de démarrage cycle	I0.5
F2 (auxiliaire du relais thermique)	I1.2
ft1 : fin de temporisation	I1.1
N : valeur de présélection du compteur	I1.7

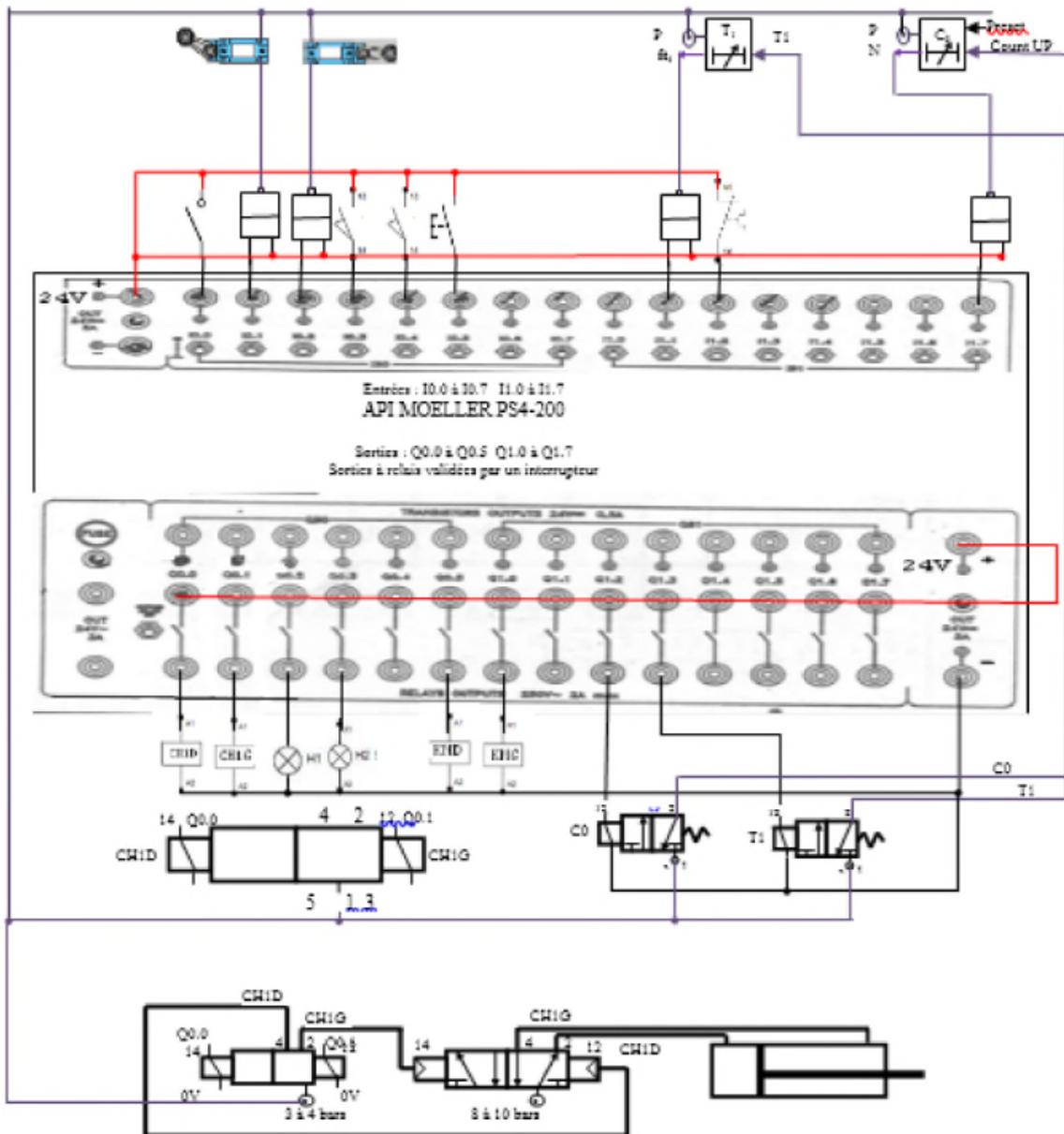
SORTIES	
CH1D : commande chariot1 à droite	Q0.0
CH1G: commande chariot1 à gauche	Q0.1
H1 : voyant marche moteur	Q0.2
H2 : voyant surchauffe moteur	Q0.3
KMG : contacteur commande chariot 2 à gche	Q0.5
KMD: contacteur commande chariot 2 à dte	Q1.0
T1 :temporisation	Q1.3
C0 : Incréméntation du compteur	Q1.2



compteur et temporisation pneumatiques



Solution application 1:



5.2.2 Application 2:

Le schéma de la figure ci-dessous (Schéma de l'installation de conditionnement) décrit une installation de conditionnement de produits pulvérulents.

Le produit est stocké dans une trémie et conditionné dans des sacs suivant une quantité correspondant au volume du doseur situé à la partie basse de la trémie.

Si les conditions initiales sont vérifiées (la trappe A est fermée, **et** la trappe B ouverte, **et** la quantité de produit est suffisante (**tpl**), **et** un sac est présent (**spr**)), un voyant **VOY** vert s'allume pour indiquer que le système est prêt.

Ensuite si l'opérateur appuie sur un bouton poussoir **dcy** de démarrage cycle, la phase de remplissage du sac peut démarrer.

La phase ou séquence de remplissage du sac (qui est mis en place et évacué manuellement) est la suivante :

- fermeture de la trappe B
- ouverture de la trappe A

Installations Electriques en Automatique

- maintien de la trappe A ouverte pendant 15 s
- fermeture de la trappe A
- ouverture de la trappe B
- remplacement du sac plein par un sac vide (**détection** de l'enlèvement du sac **puis détection** de la pose d'un sac).
- **Si** on a un sac présent (**spr**) **et si** on n'a **pas encore** rempli 5 sacs (**N/**), un nouveau sac peut être rempli **sans intervention de l'opérateur**.
- **Si** on a un sac présent (**spr**) **et si** on a rempli 5 sacs (**N**), un nouveau cycle peut recommencer.

Après le cinquième sac le système s'arrête complètement, et un nouvel appui sur dcy est nécessaire pour remplir encore 5 nouveaux sacs.

Le contrôle de la présence du sac est effectué par un système de détection photoélectrique de type barrage. Le capteur sera noté **spr** et représenté par la figure (capteurs électriques).

Le contrôle de niveau suffisant de produit dans la trémie est effectué par le capteur **tpl** du type détecteur à membrane, et représenté par la figure (compteur et temporisation pneumatiques).

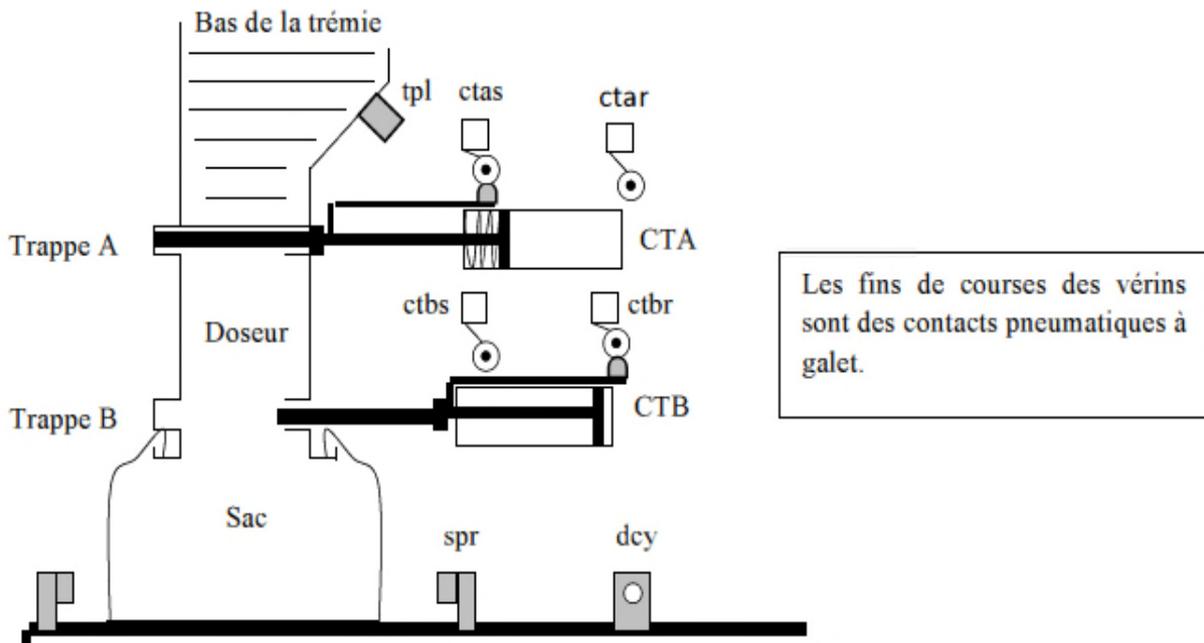
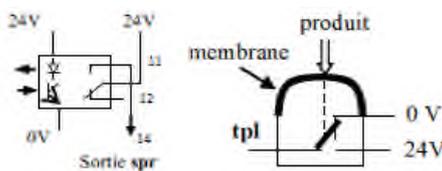
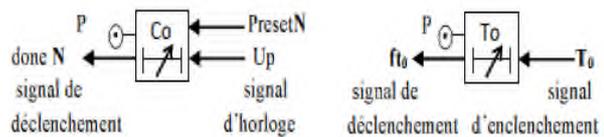


Schéma de l'installation de conditionnement



capteurs électriques



compteur et temporisation pneumatiques

Mis à part le détecteur de sachet (spr) et le détecteur de produit (tpl) qui donnent des signaux électriques, le reste des équipements est en technologie pneumatique.

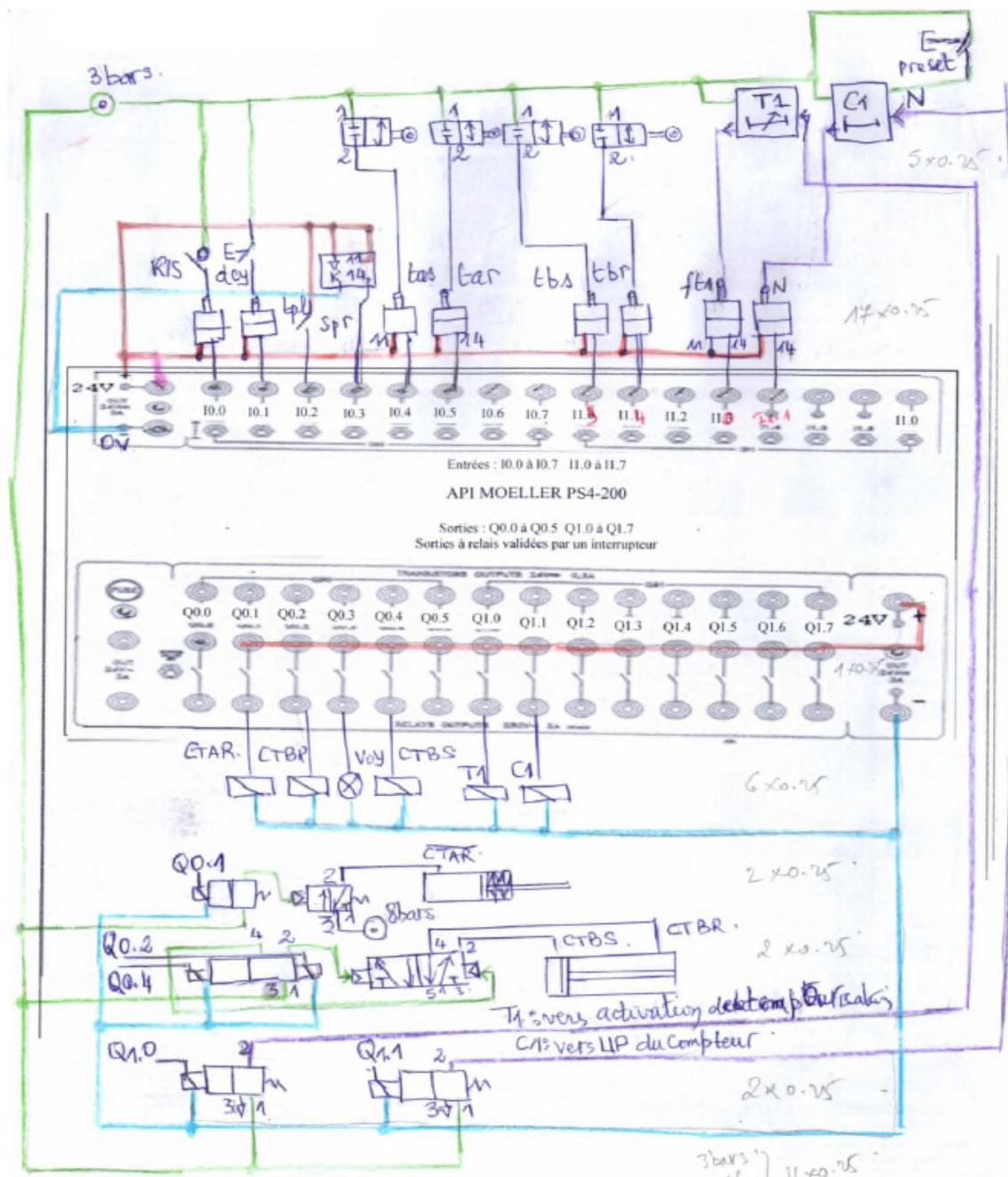
Dans le cas d'une commande par l'API Moeller, donner le schéma de câblage de l'automate en faisant clairement apparaître les interfaces qui font la conversion des signaux (de l'électrique vers le pneumatique et vice versa).

Installations Electriques en Automatique

ENTREES	
R/S : interrupteur automate Run/Stop	I0.0
dcy : bouton poussoir Démarrage CYcle	I0.1
tpl : Trémie PLeine	I0.2
spr : Sac PRésent	I0.3
tas : fin de course Trappe A Sortie	I0.4
tar : fin de course Trappe A Rentrée	I0.5
tbs : fin de course Trappe B Sortie	I1.3
tbr : fin de course Trappe B Rentrée	I1.4
Variables Séquentielles	
fto :fin de Temporisation	I1.0
N : valeur N du compteur atteinte	I1.1

SORTIES	
CTAR : Commande Trappe A en Rentrée	Q0.1
CTBR : Commande Trappe B en Rentrée	Q 0.2
VOY : commande VOYant	Q 0.3
CTBS : Commande Trappe B en Sortie	Q 0.4
Variables Séquentielles	
To :commande Temporisation	Q 1.0
C1 :commande incrémentation Compteur	Q 1.1

Solution application 2:

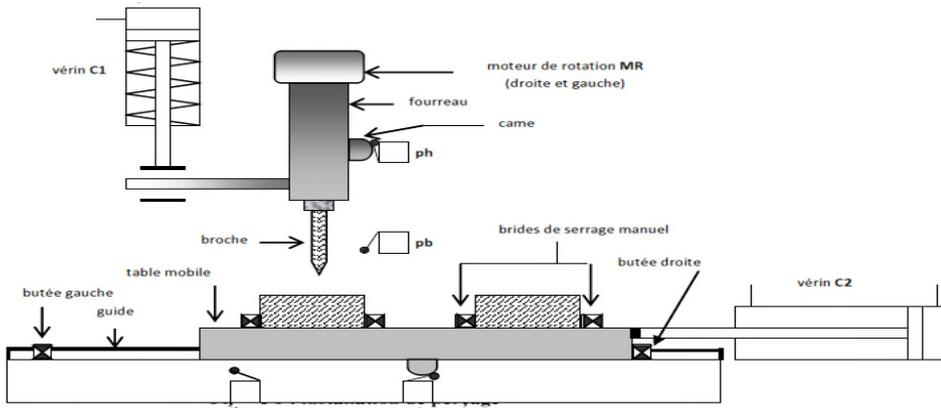


5.2.3 Application 3:

Commande automatique par API (TSX 17 ou Moeller PS4-200) d'une séquence de perçage(20mn)

La séquence de perçage de l'installation de la figure (La séquence de perçage de l'installation) est automatisée selon le grafcet de fonctionnement de la figure (grafcet modélisant le fonctionnement) , et son tableau des entrées-sorties est donné par la figure (tableau des entrées/sorties)

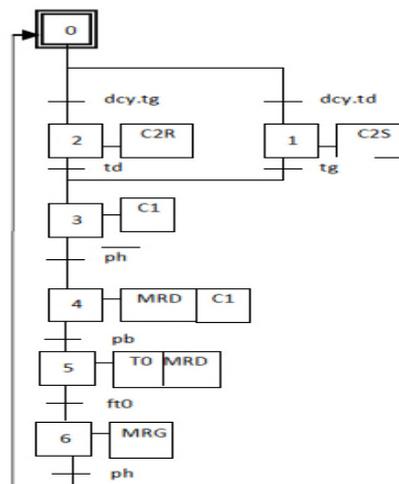
Donner le schéma de câblage complet de l'API en faisant clairement ressortir les capteurs, les préactionneurs, et les interfaces de transduction.



La séquence de perçage de l'installation

@E	Variables d'entrée	Signification	@S	Variables de sortie	Signification
I0.1	dcy	ordre de départ cycle	O0.1	MRD	commande moteur rotation de broche à droite
I0.3	ph	perceuse en position haute	O0.2	MRG	commande moteur rotation de broche à gauche
I0.4	pb	perceuse en position basse	O0.3	C1	commande sortie du vérin C1
I0.6	td	table porte pièce en position droite	O1.4	C2S	commande sortie du vérin C2
I0.7	tg	table porte pièce en position gauche	O1.6	C2R	commande rentrée du vérin C2
I0.9	ft0	fin de temporisation	O1.9	T0	lancement de temporisation

tableau des entrées/sorties

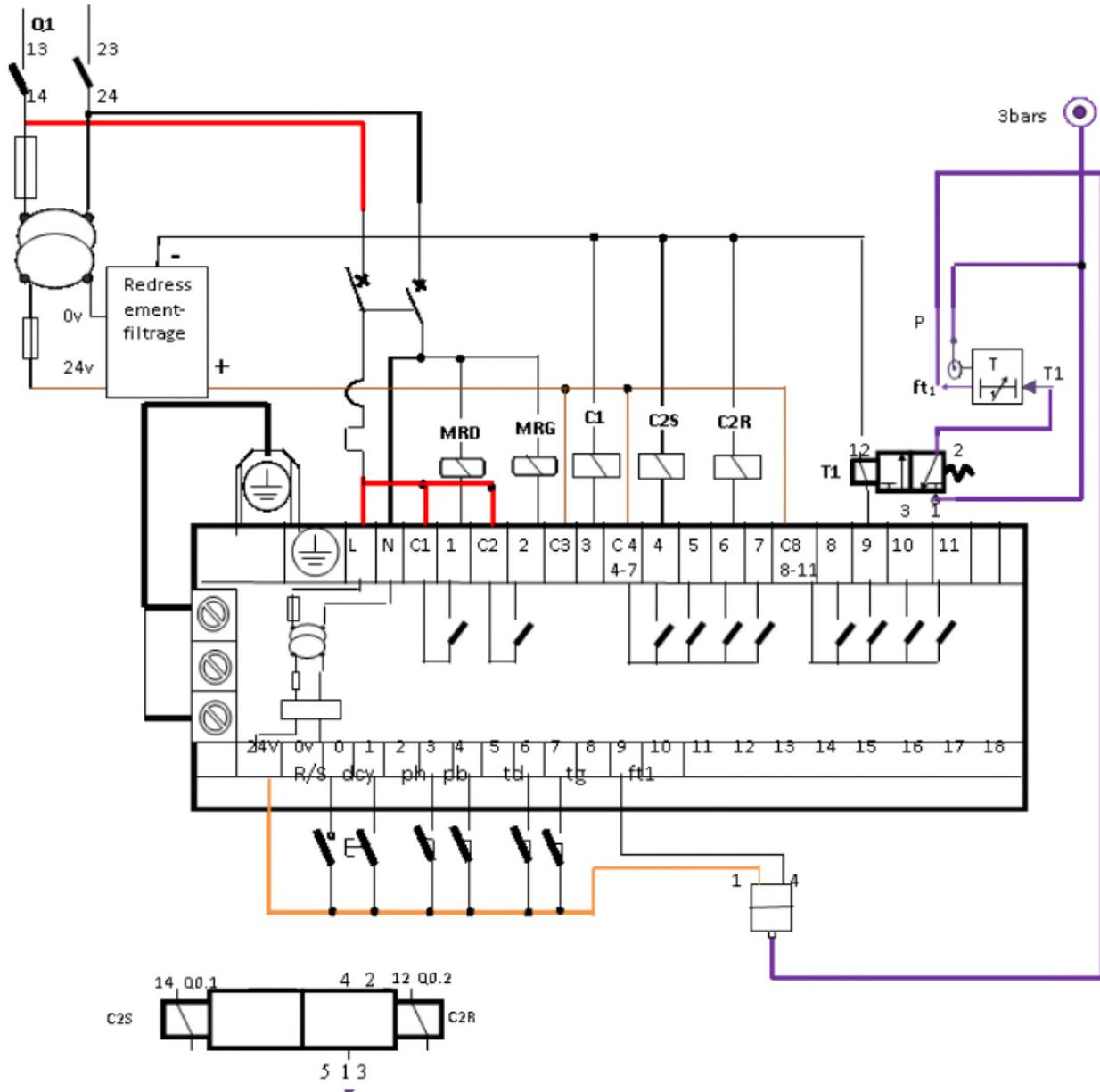


grafcet modélisant le fonctionnement

Installations Electriques en Automatique

- Le moteur de la perceuse est électrique
- Tous les capteurs sont « électriques »
- La temporisation est pneumatique**
- Les bobines des MIE C1, C2S et C2R sont alimentées en 24V
- Les bobines des contacteurs MRD et MRG sont alimentées en 230V

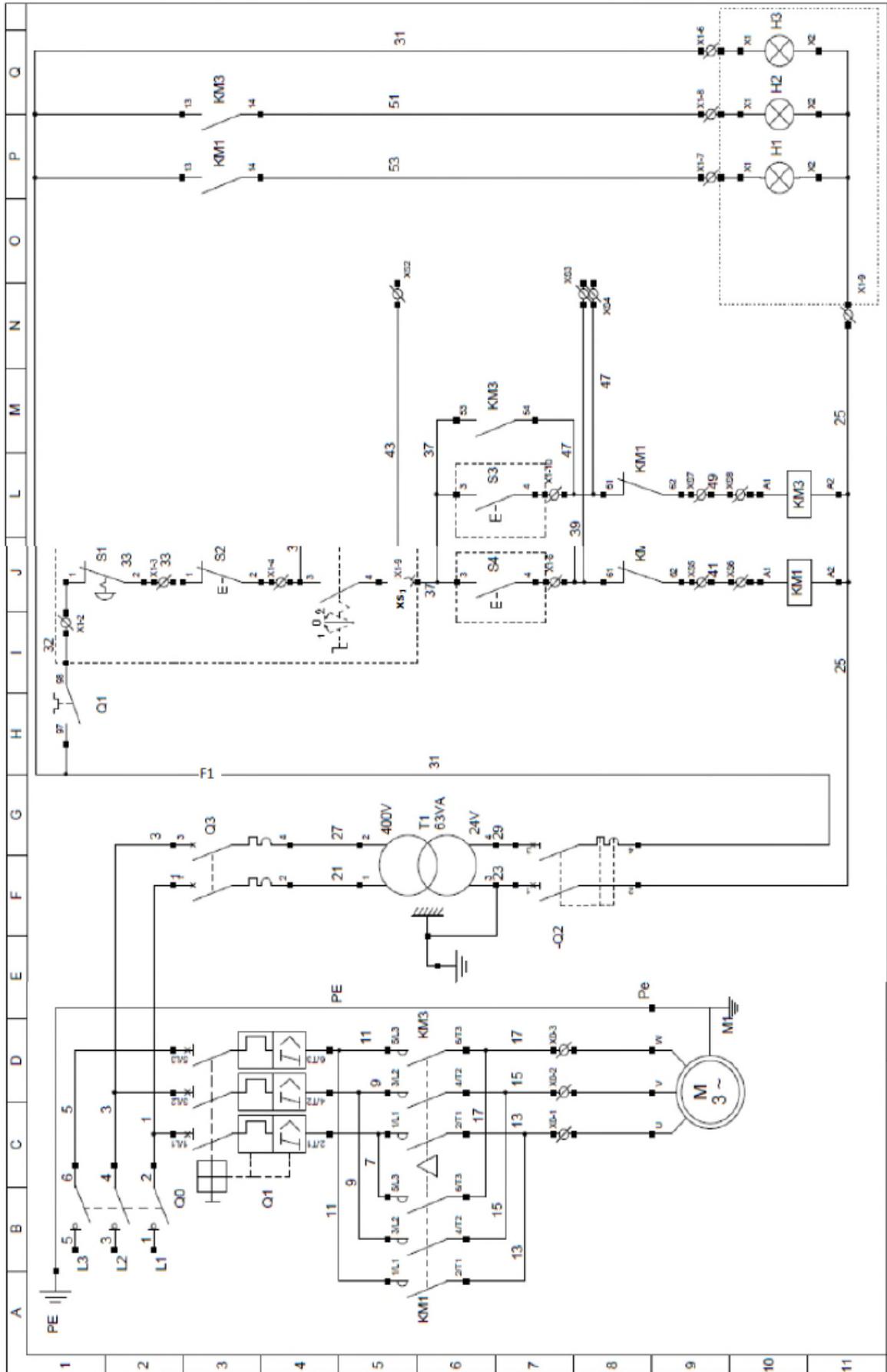
Solution application 3:



5.2.4 Application 4:

câblage de l'armoire de commande d'un convoyeur(50mn)

En plus du bornier d'alimentation, nous avons 3 borniers : X0 (X0-1 à X0-4 pour le moteur), X1 (X1-1 à X1-9), XS (XS-1 à XS-9). Tous les boutons, interrupteurs et voyants sont sur la porte de l'armoire. Donc obligatoirement raccordés aux borniers.



5.2.5 Application 5 :

Gestion automatique d'une barrière de parking d'immeuble par API

Deux barrages optiques **e** et **s** contrôlent les accès à l'entrée (**e**) et à la sortie (**s**).

L'ouverture (**OUV**) se fait : - soit après détection par la barrière optique (**e**) qu'un véhicule veut entrer en plus de la détection de la validation (**v**) du code confidentiel tapé au clavier par le conducteur entrant (cette validation se traduit par la détection de la fermeture du contact d'un mini relais **v**) ;

- soit après détection par la barrière optique (**s**) qu'un véhicule veut sortir en plus de l'appui sur un bouton poussoir **bs** par le conducteur sortant .

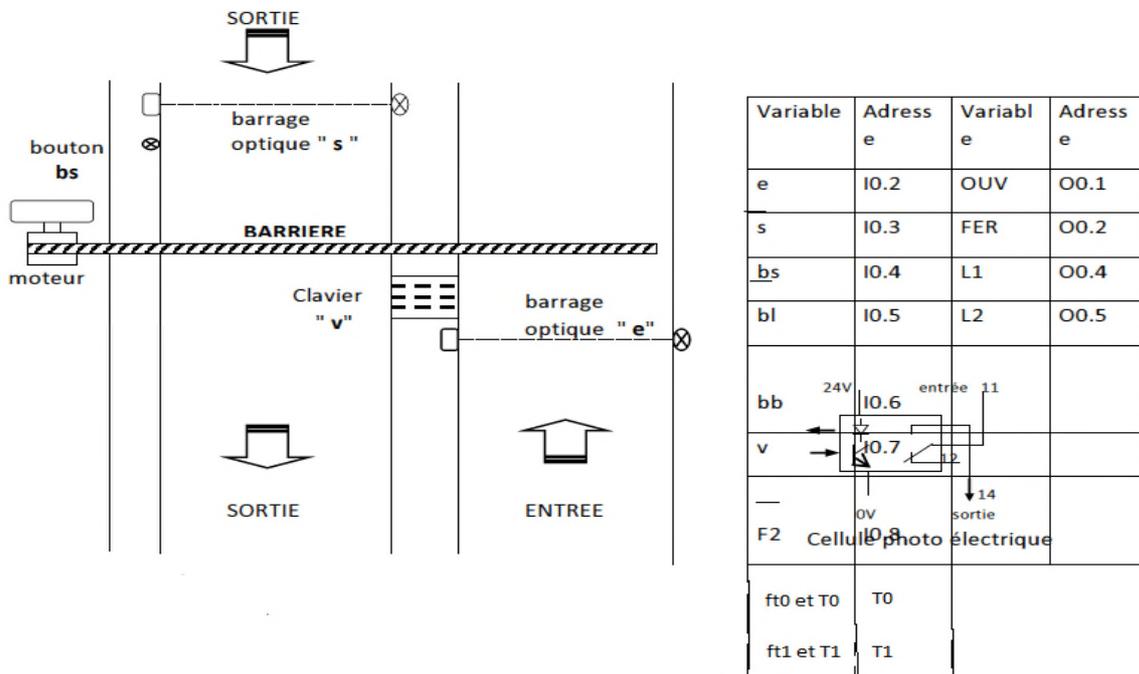
Une fois que la barrière est en position fin de course levée, la fermeture (**FER**) se fait au bout de 3 secondes. Si avant la fin de la temporisation on détecte qu'un véhicule entrant (**e**) ou sortant (**s**) la temporisation est réinitialisée.

Pendant la descente de la barrière, si on détecte qu'un véhicule veut sortir (**s**) ou veut rentrer (**e**), la barrière se relève automatiquement.

La barrière est actionnée par un moteur à deux sens de marche, commandé par deux contacteurs : **OUV** (ouverture) et **FER** (fermeture). Les fins de courses sont détectées par 2 contacts électromécaniques : **bl** (barrière levée) et **bb** (barrière baissée). Une lampe L1 indique la descente de la barrière, et une lampe L2 la surcharge du moteur.

Le moteur à cage alimenté en 400 V possède sur sa plaque signalétique les indications suivantes :

230V/400 V ; puissance = 7,5 KW ; $\cos \phi = 1,15/\sqrt{3}$. La partie commande est alimentée par le biais d'un transformateur marqué 230V/24V- 44VA. (On donne : $7,5/4,6 = 1,63$)



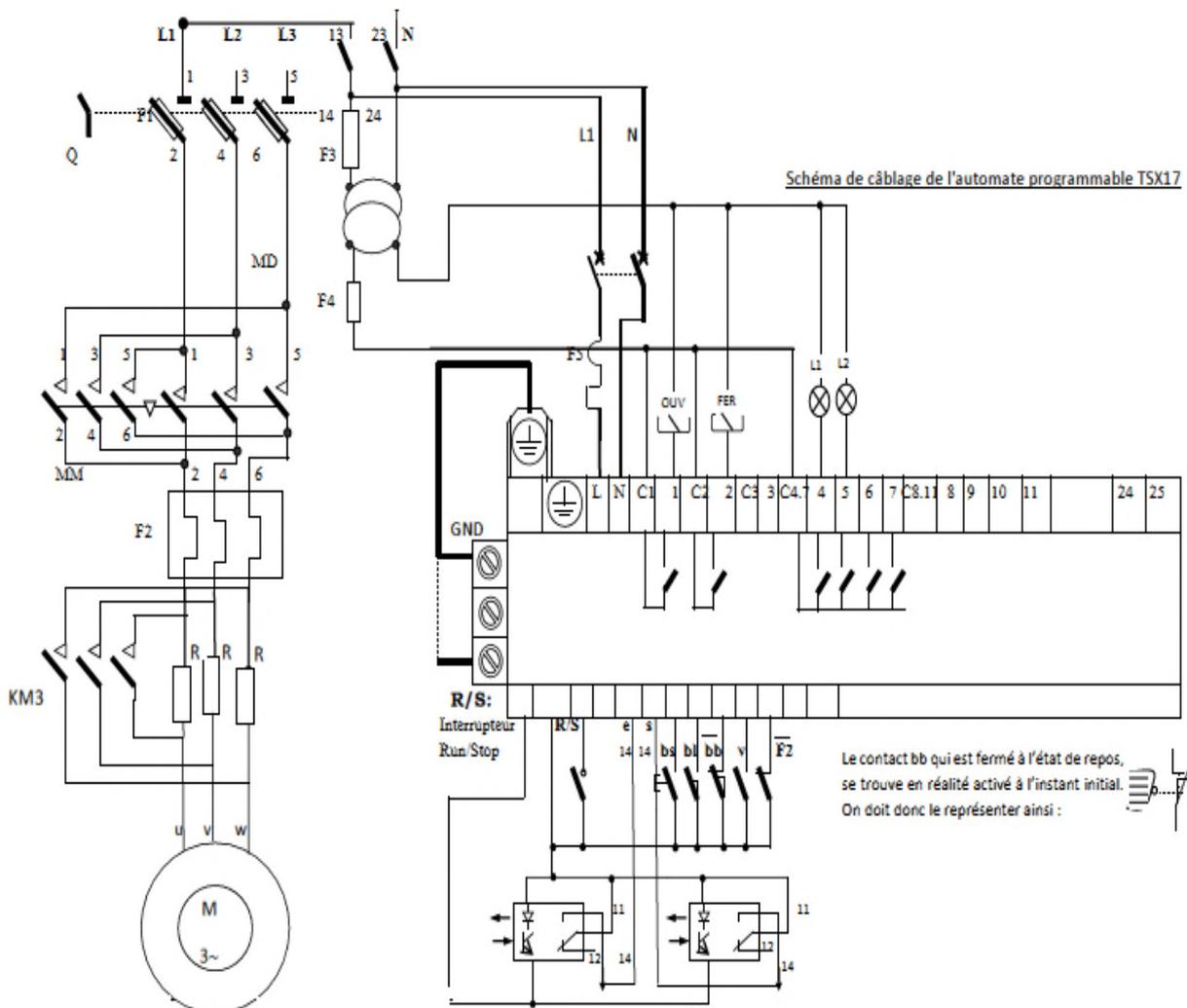
- 1- Donner (en expliquant pourquoi) le couplage des enroulements du moteur.
- 2- Donner (en expliquant pourquoi) le mode de démarrage choisi.
- 3- Donner les schémas électriques de puissance et de commande, pour une commande automatique par API.
- 4- Calibrer les matériels choisis et faire un choix dans le catalogue de Télémécanique.
- 5- Donner dans un tableau (bon de commande) une description détaillée des matériels de protection et de commande utilisés.

Installations Electriques en Automatique

Question 5 : bon de commande:

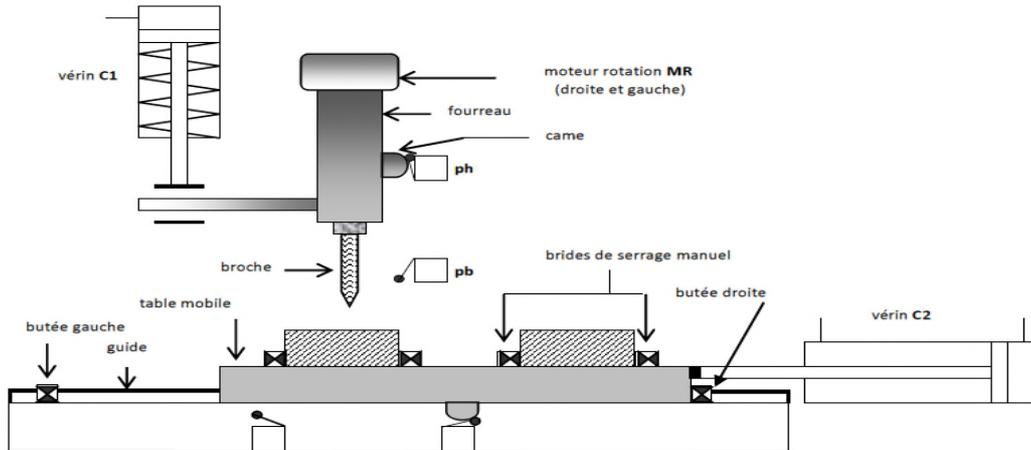
Code	Désignation	Référence	Quantité	Caractéristiques
Q1	Sectionneur tripolaire triphasé LS1D2531		1	3 pôles principaux porte-fusibles + 2 contacts de pré coupure F (ou NO) : 13-14 & 23-24
MM et MD	Contacteur tripolaire de montée ou descente du rideau LC1D25LR1D1322		2	3 pôles principaux + 2 contacts auxiliaires : un contact (NO + un contact NC)
F2	Relais thermique tripolaire de protection LR1D1321		1	3 pôles principaux + 2 contacts auxiliaires : NC : 95-96 NO : 97-98
bs	Bouton poussoir de sortie garage		1	1 contact NO
bb	Fin de course mécanique descente		1	1 contact NC
bl	Fin de course mécanique montée		1	1 contact NO
F1	3 Cartouches fusibles type aM calibre 25A	13016	3	protection du circuit de puissance contre les C.C.
F4	Cartouche fusible type gG de calibre 2A	13301	1	protection du transformateur contre les surcharges
F3	Cartouche fusible type aM de calibre 0,5A	13001	1	protection du transformateur externe contre les C.C.

Question 3 : Schémas de puissance et de commande:



5.2.6 Application 6 :

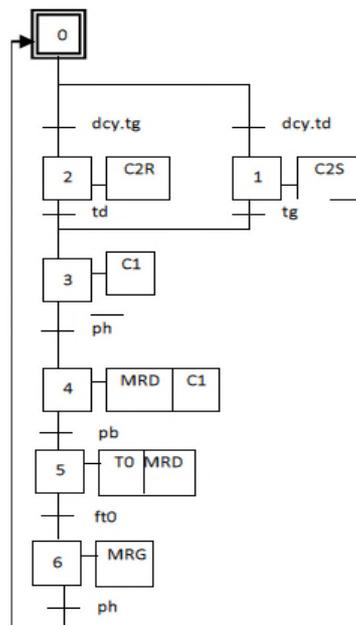
Commande automatique d'une séquence de perçage



Installation de perçage

Variables d'entrée	Signification	Variables de sortie	Signification
dcy	ordre de départ cycle	MRD	commande moteur rotation de broche à droite
ph	perceuse en position haute	MRG	commande moteur rotation de broche à gauche
pb	perceuse en position basse	C1	commande sortie du vérin C1
td	table porte pièce en position droite	C2S	commande sortie du vérin C2
tg	table porte pièce en position gauche	C2R	commande rentrée du vérin C2
ft0	fin de temporisation	T0	lancement de temporisation

tableau des entrées/sorties



Grafcet modélisant le fonctionnement

5.3 Armoire de commande électrique:

5.3.1 Application 1:

La figure ci-dessous donne le schéma électrique d'une commande bidirectionnelle de moteur à cage (couplé en triangle). Donner les schémas de câblage de l'armoire électrique, on fera 2 schémas séparés: l'un pour la partie commande et l'autre pour la partie puissance.

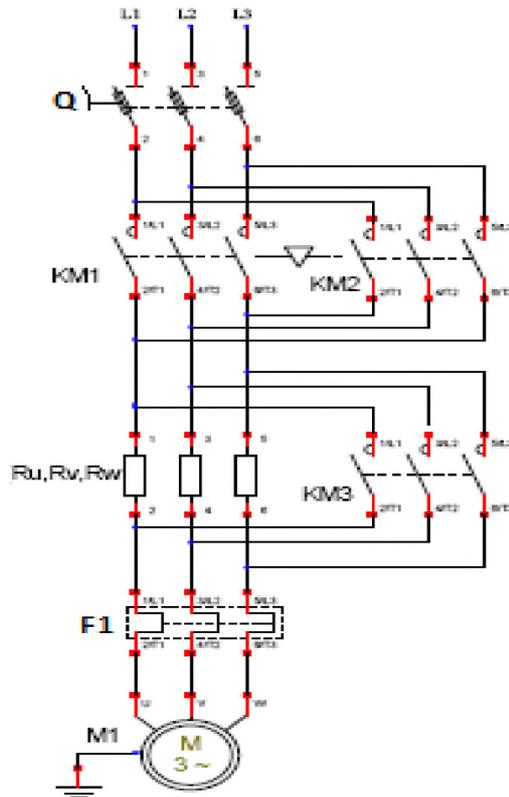


Schéma électrique de la partie puissance

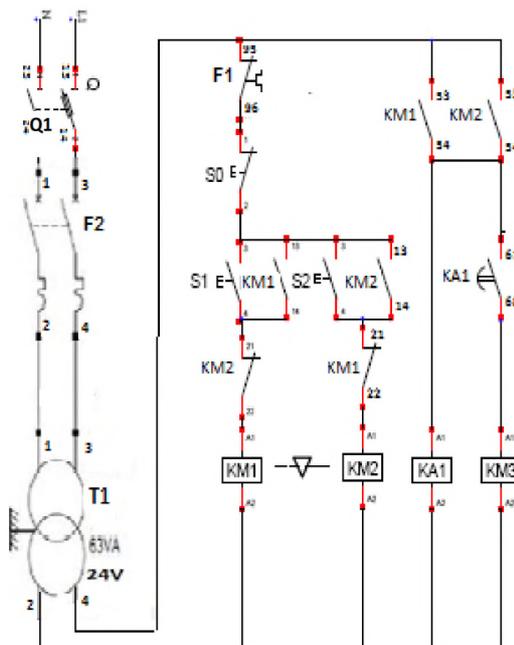
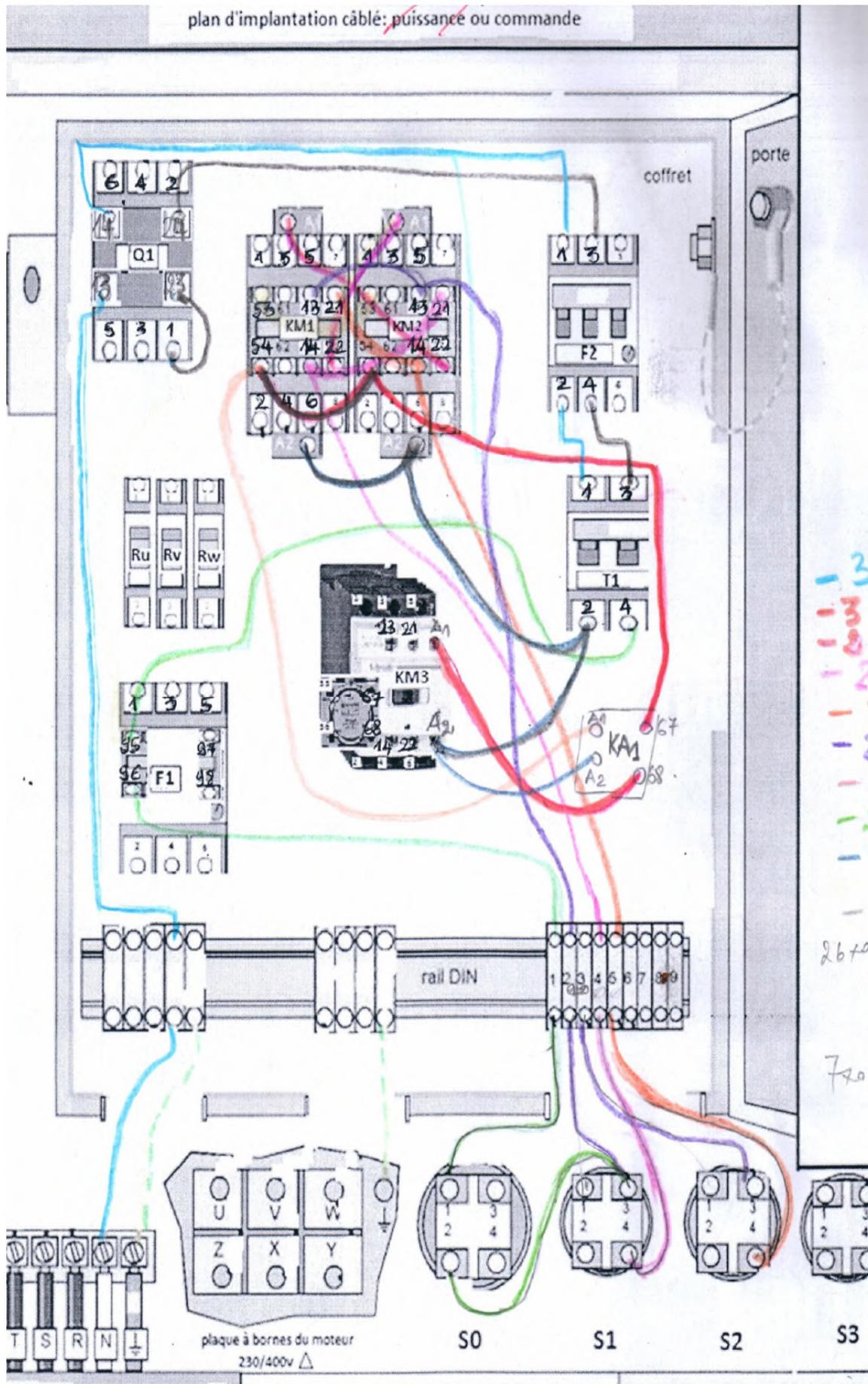


Schéma électrique de la partie commande

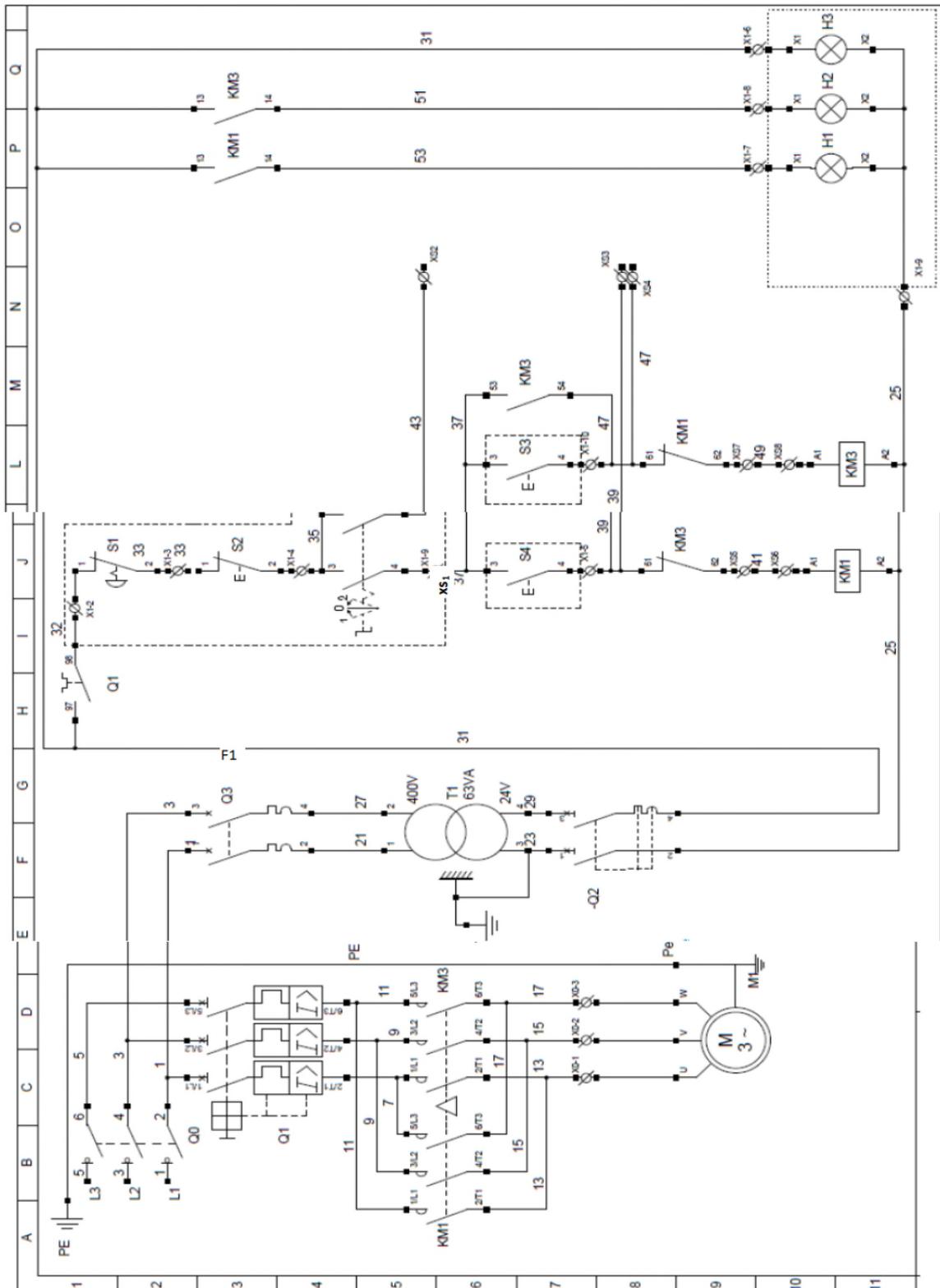
Installations Electriques en Automatique



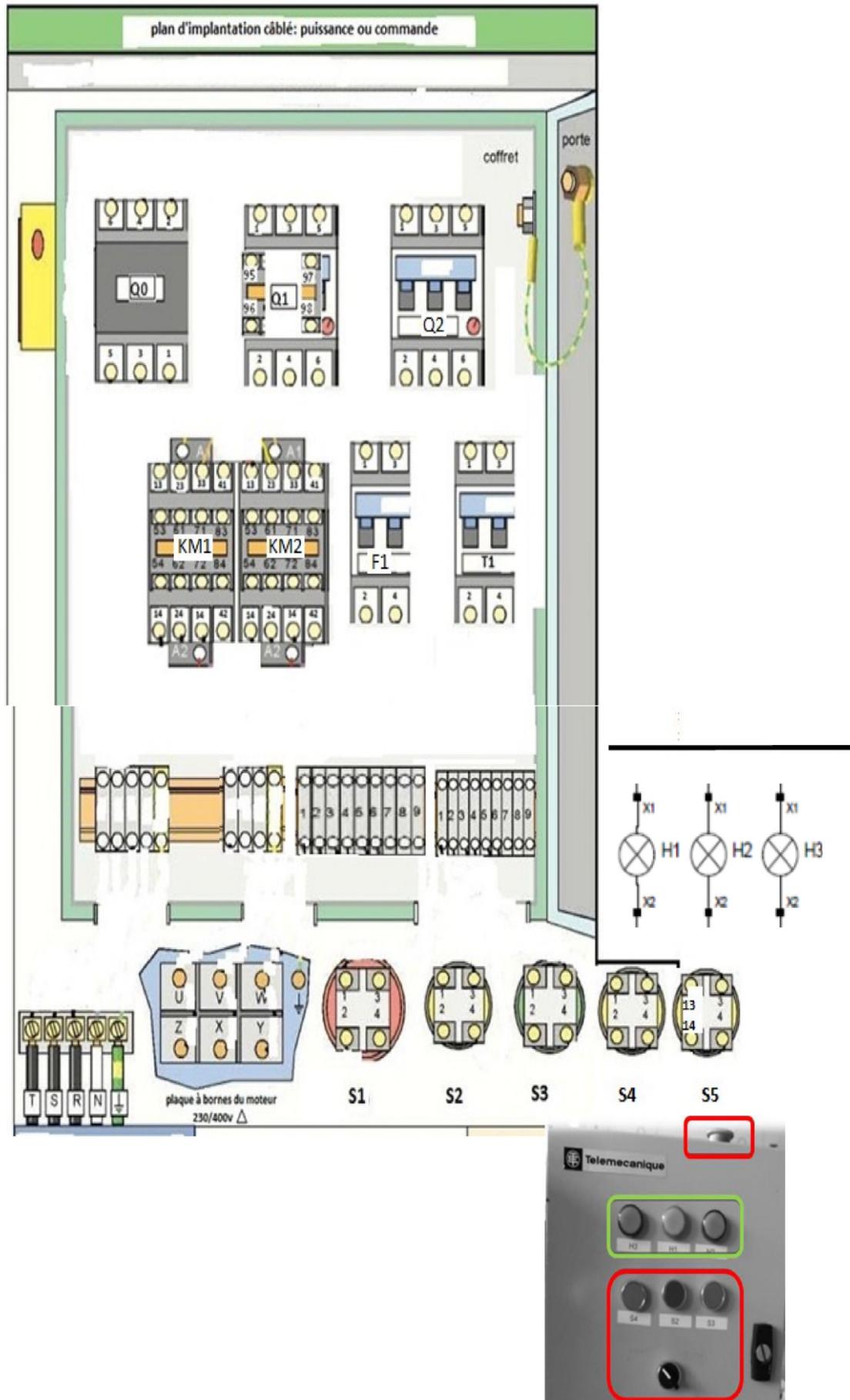
5.3.2 Application 2:

câblage de l'armoire de commande d'un convoyeur(50mn)

En plus du bornier d'alimentation, nous avons 3 borniers : X0 (X0-1 à X0-4 pour le moteur), X1 (X1-1 à X1-9), XS (XS-1 à XS-9). Tous les boutons, interrupteurs et voyants sont sur la porte de l'armoire. Donc obligatoirement raccordés aux borniers.

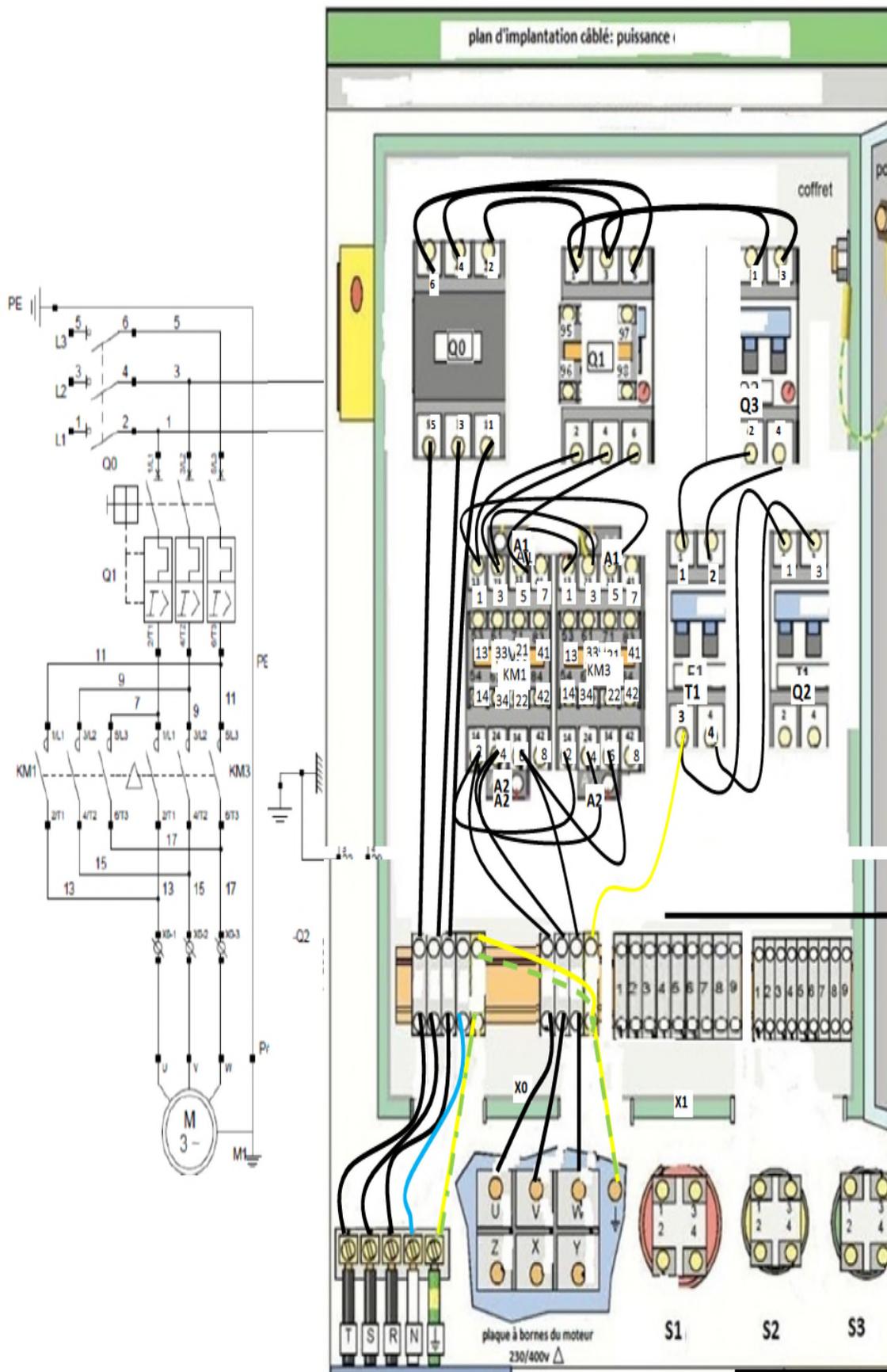


Installations Electriques en Automatique

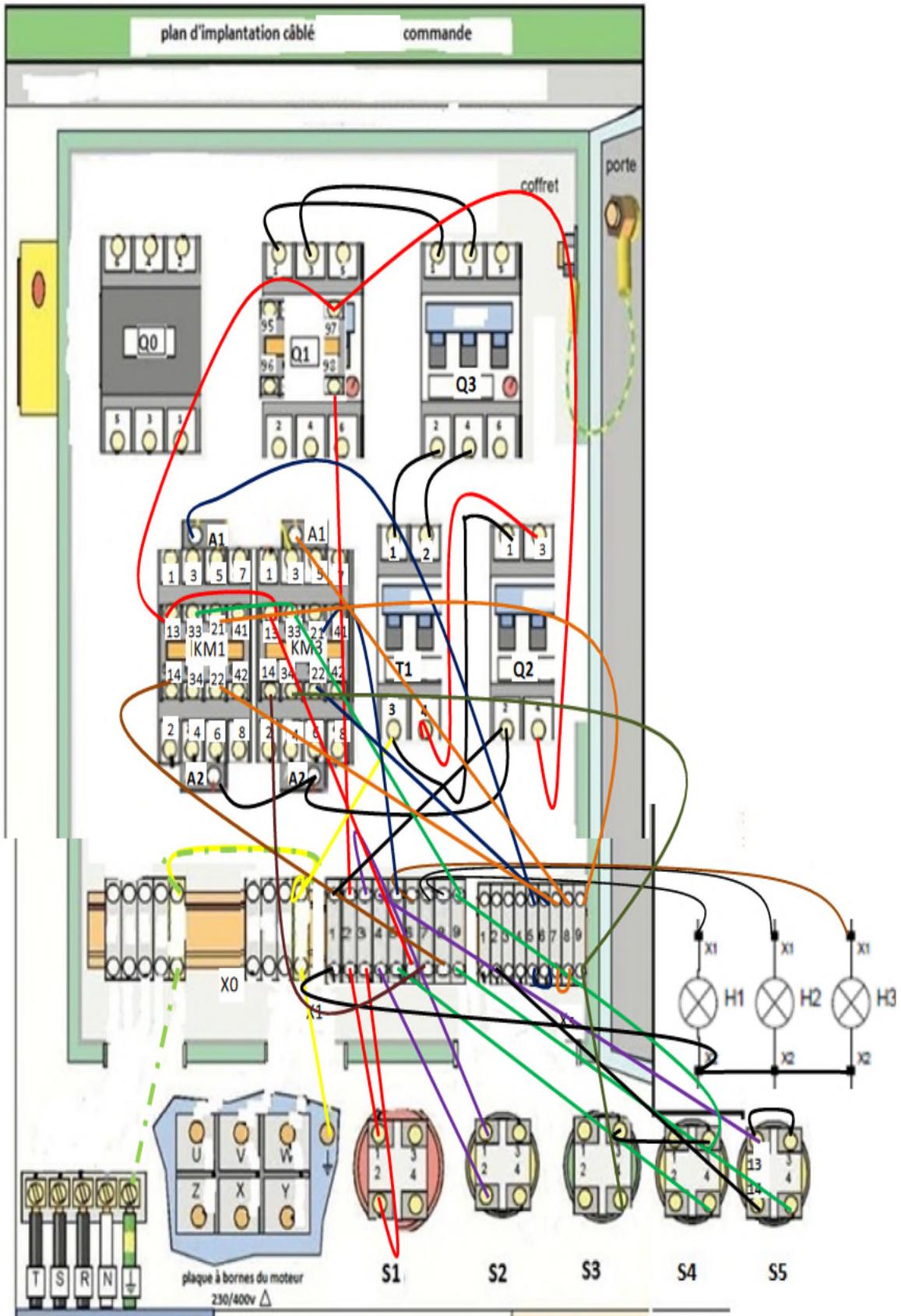


Installations Electriques en Automatique

Solution application 2 : câblage puissance



Solution application 2: câblage commande



References bibliographie

- | | |
|-----|---|
| 1. | André BIANCIOTTO, l'informatique et automatisation industrielle, TOME 1 DELAGRAVE, PARIS 1984, 127 Pages |
| 2. | André SIMON, Application d'électricité schématique, automate programmable, édition d'ELAU, liège 1982, 117 pages |
| 3. | André SIMON, Automates programmables, programmations automatisme et logique programmée, édition d'ELAU, liège 1983 222 pages |
| 4. | Alain HEBERT, machines électriques, Dunod, Paris 1985, pages 276 |
| 5. | C. DELHAYE, la conception logique des automates industrielles, Mbie, Bruxelles 1985, 192 pages |
| 6. | J. PERVIN, F. SINIBALDI, Automatique industrielle mémento, DUNOD, France 1986, 127 pages |
| 7. | J.P. RAYMOND, les schémas d'automatismes (théorie pratique) DUNOD, Paris 1977, 271pages |
| 8. | GUY GRELLET, Actionneurs électriques, EUROLLES, Paris 2000, 492 pages |
| 9. | G.CHEVALIER, le Grafcet, les automatismes par diagramme fonctionnel et la technologie modulaire, Dunod, Paris 1988, 79 pages |
| 10. | Henri NEY, électronique et normalisation, Nathan, Paris 1986 420 pages |
| 11. | G. TRYSTRAM, "Automatisme et procédés industriels agroalimentaires," <i>Tech. l'ingénieur Génie Ind. Aliment.</i> , vol. base docum, no. ref. article : f1290, 2002. |
| 12. | H. Brenier, <i>Les spécifications fonctionnelles: automatismes industriels et temps réel</i> . Dunod paris, France, 2001. |
| 13. | S. Electric, <i>Guide des solutions d'automatisme: Schémathèque</i> . Institut Schneider Formation, 2006. |
| 14. | J. Bultel, "Flexibilité de production et rentabilité des investissements-L'exemple de la robotisation de l'assemblage tôlerie en soudage par points," <i>Rev. d'économie Ind.</i> , vol. 26, no. 1, pp. 1–13, 1983. |
| 15. | E. Godoy, <i>Régulation industrielle - 2e éd: Outils de modélisation, méthodes et architectures de commande</i> . Dunod, 2014. |
| 16. | C. T. Kilian, <i>Modern Control Technology: Components and Systems</i> . 2001. |
| 17. | G. Grellet and G. Clerc, <i>Actionneurs électriques</i> . éditions Eyrolles, 1997. |
| 18. | L. Birglen, <i>Mécatronique</i> . Dunod, 2018. |
| 19. | G. Asch, <i>Acquisition de données : Du capteur à l'ordinateur</i> . Dunod, 2011. |
| 20. | G. Asch and B. Poussery, <i>Les capteurs en instrumentation industrielle-8e éd</i> . Dunod, 2017. |
| 21. | J. Mbihi, <i>Informatique et automation: automatismes programmables contrôlés par ordinateur</i> . Editions Publibook, 2005. |
| 22. | M. BERTRAND, "Automates programmables industriels," <i>Tech. l'ingénieur Autom. séquentielle</i> , vol. base docum, no. ref. article : s8015, 2010. |
| 23. | L. A. Bryan and E. A. Bryan, <i>Programmable controllers: theory and implementation</i> . Industrial Text Company, 1997. |
| 24. | J.-P. THOMESSE, "Réseaux locaux industriels Concepts, typologie, caractéristiques," <i>Tech. l'ingénieur Systèmes d'information Commun.</i> , vol. base docum, no. ref. article : s7574, 2004. |
| 25. | C. SINDJUI, <i>Le grand guide des systèmes de contrôle commande industriels -- automatisme -- instrumentation réseaux locaux -- régulation automatique</i> . Lexitis, 2014. |
| 26. | P. Rolin, <i>Réseaux Locaux</i> . 1991. |
| 27. | E. BAJIC and B. BOUARD, "Réseau Profibus," <i>Tech. l'ingénieur Systèmes d'information Commun.</i> , vol. base docum, no. ref. article : s8160, 2002. |
| 28. | J.-F. BOURGEOIS, A. GIRAULT, R. JAUME, M. LE BOULCH, and C. OBERLIN, "Fours électriques à résistances Technologies de mise en œuvre," <i>Tech. l'ingénieur Électrothermie</i> |
| 29. | |

- | | |
|------------|--|
| | <i>Ind.</i> , vol. base documentaire : TIB270DUO., no. ref. article : d5911, 2005. |
| 30. | “Construction de fours industriels - RS Components,” <i>JUMO</i> . [Online]. Available: http://www.jumo.fr/produits/2875/produits.html . |
| 31. | C. OBERLIN, “Fours électriques à résistances Applications industrielles,” <i>Tech. l'ingénieur Électrothermie Ind.</i> , vol. base docum, no. ref. article : d5912, 2007. |
| 32. | https://www.youtube.com/user/ParsicAutomation/featured |
| 33. | https://www.automation-sense.com |
| 34. | Communication avec SIMATIC, Manuel système, 09/2006, EWA 4NEB 7106075-03 03. |
| 35. | SIEMENS TIA PORTAL13_help |
| 36. | Manuel Réseaux PROFIBUS, SIMATIC NET, siemens. |
| 37. | https://www.profibus.com/ |
| 38. | https://en.wikipedia.org/wiki/Profibus |
| 39. | tyco/Flow Control Automation, PROFIBUS COMPETENCY CENTRE, AUSTRALIA TECHNICAL SERIES |
| 40. | https://ipc2u.com/articles/knowledge-base/the-main-differences-between-rs-232-rs-422-and-rs485/ |
| 41. | Les bus de terrain EPAI – Fribourg IT, 3.2.1.05 /AUF 3.4.7 |
| 42. | https://www.youtube.com/user/ParsicAutomation/featured |
| 43. | https://www.automation-sense.com |
| 44. | Guide des solutions d'automatisme/ Schneider Electric |
| 45. | https://www.odva.org/Technology-Standards/DeviceNet-Technology/Overview |
| 46. | IEC61158 Technology Comparison, State of the Bus. Fieldbus Inc. |
| 47. | https://www.legrand.fr/catalogue/tableaux-electriques-et-disjoncteurs/fusible |
| 48. | http://www.electrical-installation.org/enw/images/5/51/H-Appareillage-BT-fonctions-et-choix.pdf#page3D7 |
| 49. | https://www.legrand.fr/sites/default/files/guidetechlacoordination.pdf |
| 50. | https://sitelec.org/cours/abati/disj.htm#Decl |
| 51. | https://sti2d.ecolelamache.org/le_relais_lectromcanique.html |
| 52. | https://www.alloschool.com/assets/documents/course-130/capteurs-analogiquens-cours.pdf |
| 53. | https://www.maxicours.com/se/cours/types-de-schemas-electriques-1/ |
| 54. | https://www.technologuepro.com/cours-electricite-industrielle-as/chapitre-2-schemas-normes-installations-electriques.html |
| 55. | https://electrotoile.eu/habitat.php |
| 56. | https://sitelec.org/download.php?filename=cours/abati/download/cartouches_fusibles_legrand.pdf |
| 57. | http://www.federal.com.tr/inc/uploads/katalog_images/katalogs-13Relais%20thermiques.pdf |
| 58. | https://sti2d.ecolelamache.org/partie_2protection_des_matriels_lectriques.html |
| 59. | Repérage d'un schéma.
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjwqOy7oK_tAhWuVBUIHX_xDJQQFjAQegQIChAC&url=http%3A%2F%2Fgraczyk.fr%2Flycee%2FIMG%2Fpdf%2F11-12_ATI1_CE_TP_DR_Reperage_des_schemas.pdf&usg=AOvVaw0hLy86PITZujzq4PP6r-XF |
| 60. | Étude technologique et pratique du câblage des circuits électriques industriels, centre de formation kazakhstano-Français aux métiers de l'énergie, de l'électricité et de la maintenance des systèmes automatisés – Schneider Electric. |
| 61. | séminaire. formation industrie sur le risque électrique. institut supérieur algérien du pétrole. SKIKDA |
| 62. | http://www.techniques-ingenieur-fr/accident-du-travail-d'origine-electrique |
| 63. | http://www.inerus.fr |
| 64. | risk assessemnt :a practical guide to assessing operationail risk: chapter 6: WHA-TIF method |

- <http://www.beswic.be/equipement> de protection collective et individuelle
65. Scheider Electric, « Guide de la distribution basse et moyenne tension », édition 2002.
 66. Scheider Electric, « Guide de conception des réseaux électriques industriels », édition 1997.
 67. Scheider Electric, « Guide l'installation électrique 2010 ».
 68. Construction normalisé en électrotechnique, tome1, édition 1985.
 69. Technique de l'Ingénieur, « Jeux de barres à basse tension », N° : D5165.
 70. Scheider Electric, guide expert basse tension, « Coordination des sélectivités », édition 2009.
 71. Legrand, « Guide puissance 2007 ».
 72. Scheider Electric les cahiers techniques N° 172,173.
 73. http://missiontice.ac-besancon.fr/sti/didacticiel/ecodialv3_37.htm.
 74. Guide schéma électrotechnique et électricité, Olivier Lejeune, <http://www.positron-libre.com>.
 75. Manuel de cours et exercice: ELECTRICITE INDUSTRIELLE, Soyed Abdessamī.
 76. Le schéma en électrotechnique, P.BOYE et A.BIANCIOTTO, édition DELAGRAVE.
 77. Memento de schémas électriques, T. GALLAUZIAUX et D. FEDULLO.
 78. NTERPRETATION DE PLANS, DE SCHEMAS ET DE DEVIS, DINCA Carmen Mihaela,
 79. CDC –Électrotechnique, DRGC, Maroc.
Normes et schémas électriques, IAP, École de Skikda, METATLA Rachid.
 80. Normes NF C 15- 100, Guide 2020 Schneider Electric.
 81. Guide des Sciences et Technologies Industrielles, par Jean-Louis Fanchon, Editions Nathan.
 82. La Pneumatique dans les Systèmes Automatisés de Production, par S. Moreno et E. Peulot,
 83. Editions Educavivre. <http://perso.wanadoo.fr/edmond.peulot>
<http://www.prm.ucl.ac.be/cours/meca2755/docu/pneumatique1.pdf>
 84. Les dossiers pédagogiques de Festo téléchargeables à l'adresse suivante :
 85. <http://www.festo.com/INetDomino/be/fr/73b8a0579e24b2e5c1256db7005425e9.htm>
Circuit puissance pneumatique, PowerPoint de Jean-Louis Hû, téléchargeable à l'adresse
 86. suivante : <http://perso.wanadoo.fr/hu.jean-louis/ressourc/auto/telecha/puispneu.zip>
Actionneurs et distribution pneumatique, animations Flash de J.-P. Hoareau, téléchargeable à
 87. l'adresse suivante : <http://perso.wanadoo.fr/geea.org/PNEUM/pneum.zip>
Automatique et Informatique Industrielle, 1ère et Term STI, par Henri Ney, Editions Nathan
 88. Technique.
Mémotech Electrotechnique, par R. Bourgeois et D. Cogniel, Editions Educavivre
 89. Le site de mutualisation de données : <http://www.geea.org>
 90. Automatique, Informatique Industrielle, 1ère et Term , Collection Sciences et Techniques
 91. Industrielles, par Christian Merlaud, Jacques Perrin et Jean-Paul Trichard, Editions Dunod.
Les réseaux locaux industriels, F. LEPLACE et al. Editions Hermes, 1991.
 92. Réseaux locaux industriels, Zoubir Mammeri et Jean-Pierre Thomesse, Edition Eyrolles,
 93. 1994.
Réseaux locaux Industriels, Team – Pierre Thomesse, Techniques de l'ingénieur R7574,
 94. 1994
Spécification des réseaux locaux industriels, Cours de G. Beuchot, INSA 2004.
 95. Introduction aux Réseaux Locaux Industriels, P. Hoppenot, Université d'Evry Val d'Essonne
 96. 1999.
Digital Networks in the Automotive Vehicle, Gabriel Leen, Donal Heffernan1, and Alan
 97. Dunne, PEI Technologies, University of Limerick, 2000.
Les réseaux locaux industriels, Hugues Angelis , IUT de Cachan 2004.
 98. Introduction aux bus et réseaux temps réel, Bertrand Dupouy, ENST 2007.
 99. Bus de terrain : une approche utilisateur, J.-C. Orsini, Cahier Technique Schneider Electric
 100. n° 197, mars 2000
 101. Réseaux et bus de terrain, Frank Singhoff, Université de Bretagne occidentale, 2002

Annexe

Programme officiel de la matière LMD Sciences et Technologie

Intitulé de la matière 2 : Installations Electriques en Automatique L3

Parcours : 3^{ème} année Sciences et Technologie

Semestre : S6 (VHS: 22h30, Cours : 1h30)

Contenu de la matière:

Chapitre 1: Rappels sur les bases systèmes automatisés et leur structure.

1. Rappel sur l'architecture d'un système automatisé.
2. Rappel sur la structure d'une installation électrique.
3. Rappels de schématisation (contacts des différents composants).

Chapitre 2: Connectique

1. Électricité: Prises, Connecteurs d'alimentation, Cosses, Borniers.
2. Électronique: Connectiques spécifiques (connecteurs d'alimentation de PC), Boîtier d'alimentation de PC.
3. Connecteurs de données: Micro-informatique, Connecteurs de télécommunications.
4. Connectique professionnelle: Connecteurs subD, Le port parallèle, Le port série RS232 et le protocole V24.
5. USB et dérivés.

Chapitre 3: Alimentation et commande

1. Sectionnement en électricité : définition et vocabulaire
Qu'est-ce qu'un interrupteur sectionneur ? Définition et symbole de l'interrupteur sectionneur Calibres usuels de l'interrupteur sectionneur. Branchement de l'interrupteur sectionneur Aspects physiques extérieurs. Questions récurrentes à propos de l'interrupteur sectionneur.
2. Matériel de protection et de commande
Contacteur. Contacteur auxiliaire. Relais thermique. Disjoncteur magnétothermique et Disjoncteur-moteur.
3. Boutons-poussoirs et voyants lumineux.
4. Transformateur Protection des lignes d'alimentation (primaire), Protection des lignes d'utilisation (secondaire).
5. Moteur et plaque signalétique Eléments de la plaque signalétique d'un moteur, Plaque signalétique et couplage des enroulements du stator, Plaque signalétique et calibres du relais thermique/disjoncteur moteur.

Chapitre 4: Armoire électrique industrielle

1. Introduction : choix des câbles.
2. L'armoire.
3. Les conducteurs.
4. Repérage des appareils et conducteurs.
5. L'interface homme-machine.
6. Exemple corrigé.

Chapitre 5: Applications

1. Installations 100% pneumatiques.
2. Installations commandées par API.
3. Armoires de commande industrielles.