

Chapitre 1

Les principales technologies utilisées en automatisation

Les automates sont des machines utilisant une ou plusieurs technologies pour mesurer, détecter et actionner. Ces technologies, au nombre de quatre sont les suivantes :

- technologie pneumatique ;
- technologie hydraulique ;
- technologie électromécanique ;
- technologie électronique (à être abordée dans le cours GPA-325).

Chacune des technologies met en œuvre une grandeur physique que l'on peut commuter et mesurer. Dans le cas des technologies pneumatique et hydraulique, la grandeur physique sera une pression d'air ou d'huile. La technologie électromécanique utilise le courant électrique. Enfin, la technologie électronique travaille avec une différence de potentiel avec la masse.

Ces grandeurs physiques sont utilisées de façon binaire. Il est assumé que le niveau logique est 0 en l'absence de grandeur physique et 1 en présence de cette grandeur.

Ce chapitre présente les éléments des trois premières technologies.

1 Technologie pneumatique

La grandeur physique sur laquelle la technologie pneumatique est basée, c'est la pression de l'air. Ainsi, les détecteurs devront envoyer des signaux pneumatiques et les actionneurs devront réagir aussi à des signaux pneumatiques. Le contrôleur logique devra aussi être constitué d'organes utilisant la pression pour réaliser des fonctions logiques.

1.1 Les distributeurs

L'organe de communication de cette technologie est le distributeur. C'est le distributeur qui fera en sorte de laisser se propager ou non un signal pneumatique. Le symbole du distributeur est constitué de diverses parties, comme le montre la figure 1-1.

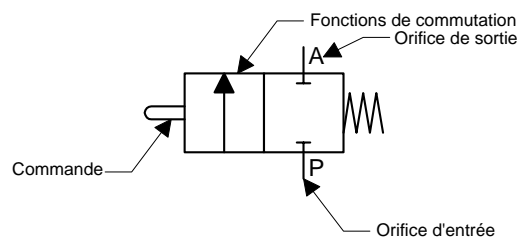


Figure 1-1 : Schéma du symbole d'un distributeur

Une fonction de commutation est représentée par un carré contenant une ou des flèches montrant les branchements et les directions possibles de l'air entre les orifices. Le nombre de fonctions de commutation correspond au nombre de positions du distributeur. Ainsi, le distributeur ci haut est à deux positions.

Dans l'une des positions, l'orifice d'entrée P et l'orifice de sortie A ne sont pas connectés et dans l'autre, ces deux orifices sont connectés. Le distributeur est toujours représenté dans sa position au repos. Donc par défaut, les orifices ne sont pas branchés ensemble.

Le distributeur comporte un certain nombre d'orifices. Ces orifices permettent une connexion avec le compresseur (orifice P), l'air ambiant (orifice T), des actionneurs ou d'autres distributeurs (orifices A, B, ...).

Pour que le distributeur puisse changer de position, il doit être actionné par une commande extérieure. Cette commande peut être de nature mécanique (figure 1-2a), soit : par poussoir, par ressort ou par galet. Elle peut être de nature manuelle, soit : par bouton poussoir, par levier ou par pédale. Enfin, elle peut être de nature électrique (figure 1-2c et 1-2d), pneumatique (figure 1-2b) ou hydraulique.

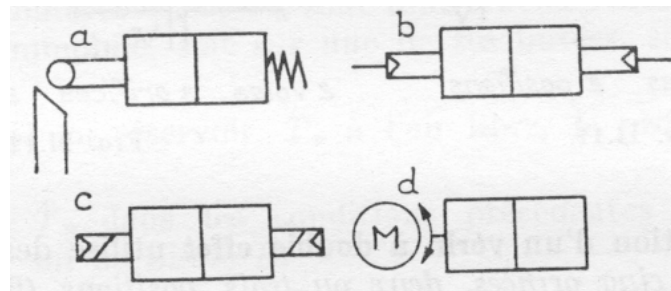


Figure 1-2 : Schéma de divers organes de commande d'un distributeur

Les fonctions de commutation généralement rencontrées dans les systèmes pneumatiques sont montrées en figure 1-3.

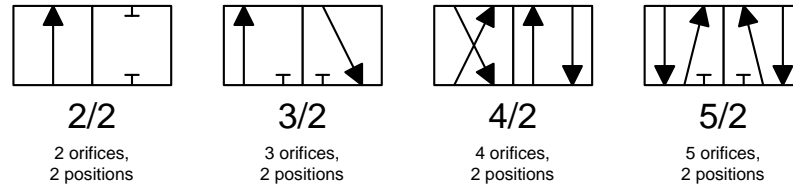


Figure 1-3 : Schéma des diverses fonctions de commutation

On retrouve sous le symbole de chaque fonction de commutation le rapport du nombre d'orifices et du nombre de positions. Ainsi, lorsque l'on utilise dans un texte ou sur un plan la dénomination « distributeur 4/2 », le distributeur en question possède quatre orifices et deux positions.

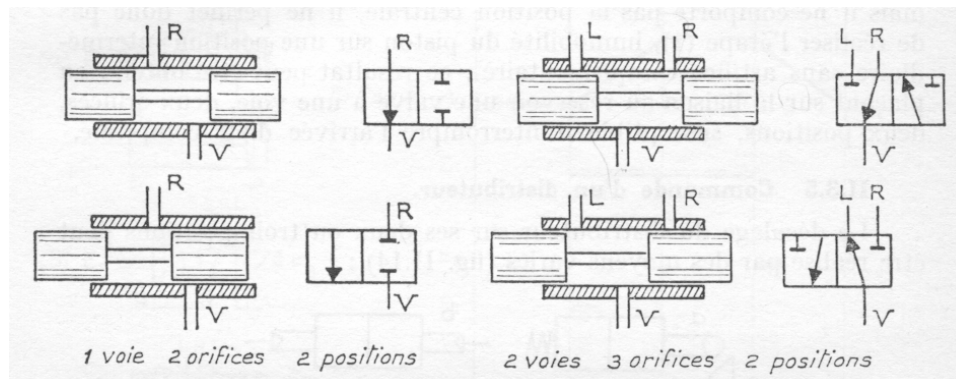


Figure 1-4 : Représentation du mécanisme de divers distributeurs

La figure 1-4 montre le mécanisme équivalent de deux distributeurs. La position de la partie mobile permet de connecter les orifices selon diverses configurations.

Les distributeurs utilisent une ou deux commandes (autre que ressort) pour changer de fonction de commutation. Un exemple est montré dans la figure 1-5.

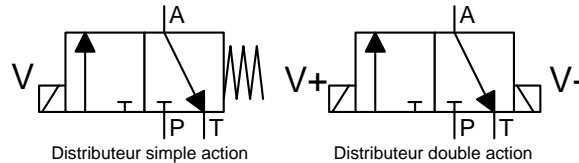


Figure 1-5 : Distributeurs à une ou deux commandes

On retrouve dans cet exemple deux distributeurs 3/2. Celui de gauche est commandé par un signal électrique pour changer de fonction de commutation et par le ressort pour retourner à la fonction de commutation initiale.

Un distributeur « à simple action » fonctionne de la façon suivante. Tant qu’il n’y a pas de signal électrique ($V=0$), le distributeur reste à sa position de repos pour relier l’orifice A à l’orifice T (figure 1-6).

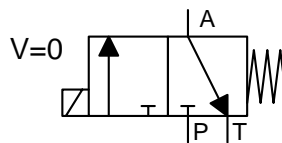


Figure 1-6 : Distributeur simple action au repos

Dès qu’un signal électrique est envoyé ($V=1$), la fonction de commutation change et les orifices A et P sont alors reliés. Le distributeur reste dans cet état tant que le signal électrique est maintenu (figure 1-7).

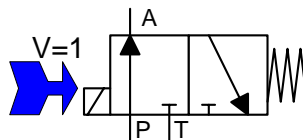


Figure 1-7 : Distributeur simple action actionné

Lors de la coupure du signal électrique ($V=0$) la fonction de commutation revient à son état initial, en raison du ressort de rappel, et les orifices A et T sont à nouveau reliés (figure 1-8).

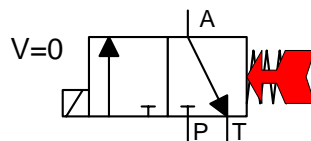


Figure 1-8 : Distributeur simple action retournant au repos

Donc, une seule commande (ou action) autre qu’un ressort est nécessaire pour changer la fonction de commutation. Si la commande est absente, le distributeur utilise la fonction de commutation par défaut (exemple : connexion A-T). Si la commande est présente, le distributeur est dans l’autre fonction de commutation (exemple : connexion A-P).

Le distributeur de la figure 1-9 utilise deux signaux de commande électrique et il est nommé distributeur « à double action ». Il fonctionne de la façon suivante. Supposons qu'au départ, la fonction de commutation utilisée relie les orifices A et T.

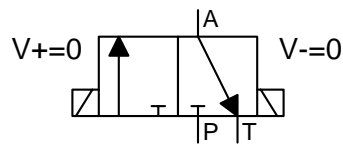


Figure 1-9 : Distributeur double action en position A-T

L'envoi d'un signal électrique sur la commande de gauche ($V+ = 1$) provoquera un changement de la fonction de commutation et les orifices A et P seront alors reliés (figure 1-10).

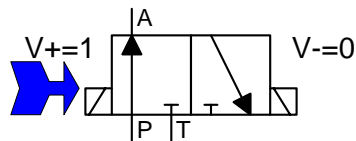


Figure 1-10 : Distributeur double action commutant vers la position A-P

Si le signal disparaît ($V+=0$), la fonction de commutation reste inchangée (figure 1-11).

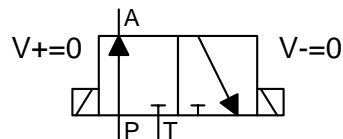


Figure 1-11 : Distributeur double action en position A-P

Il faudra envoyer un signal électrique sur la commande de droite ($V- = 1$) pour retourner la fonction de commutation à sa position initiale (figure 1-12).

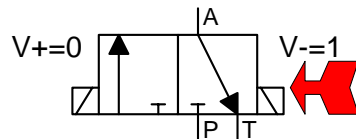


Figure 1-12 : Distributeur double action commutant vers la position A-T

Si ce signal disparaît ($V- = 0$), la fonction de commutation reste inchangée (retour à la figure 1-9). Donc deux commandes (ou actions) sont nécessaires pour changer la fonction de commutation. Cela constitue une bascule mécanique que l'on utilise comme mémoire pneumatique dans certains automatismes.

1.2 Les capteurs

Les capteurs utilisés en technologie pneumatiques sont généralement des détecteurs de présence et de proximité. On retrouve aussi des détecteurs de pression qui indique la présence d'une pression supérieure ou inférieure (vacuum) à une valeur de seuil.

a) Détecteurs de présence à action mécanique et boutons poussoirs

Les détecteurs de présence à action mécanique utilisent des distributeurs 3/2 à simple action commandés par un poussoir ou par galet.

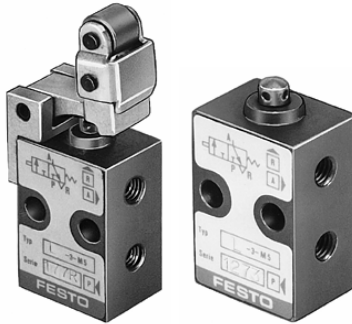


Figure 1-13 : Capteurs de position (à galet et à poussoir)

En l'absence d'objet, le distributeur est maintenu à sa fonction de commande de repos grâce au ressort de rappel. Lorsqu'un objet pousse sur le galet ou le poussoir, le distributeur change de fonction de commande et il y reste tant que l'objet est présent.

Le détecteur peut être de type « normalement ouvert » ou de type « normalement fermé ». Pour un détecteur type normalement ouvert, le distributeur relie l'orifice A à l'atmosphère lorsqu'il n'est pas actionné. La pression provenant de la source de pression sera acheminé vers l'orifice A si le détecteur est actionné. La figure suivante montre un détecteur normalement ouvert à sa position de repos :

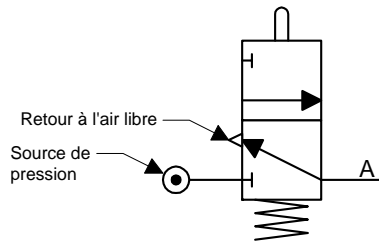


Figure 1-14 : Schéma d'un détecteur pneumatique normalement ouvert

Pour un détecteur type normalement fermé, le distributeur relie l'orifice A à la source de pression lorsqu'il n'est pas actionné. L'orifice A sera connecté à l'atmosphère si le détecteur est actionné. Donc, le signal logique est inversé par rapport au détecteur normalement ouvert. La figure 1-15 montre le détecteur normalement fermé à sa position de repos.

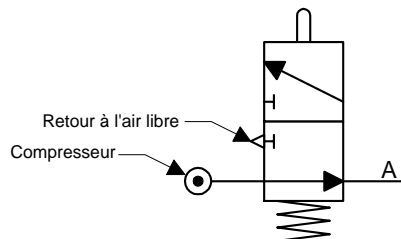


Figure 1-15: Schéma d'un détecteur pneumatique normalement fermé

Les boutons d'un panneau de commande utilisant la technologie pneumatique sont basés sur le même principe, l'organe mécanique étant soit un bouton poussoir, soit un levier ou soit une pédale (sur le plancher).

b) Détecteurs de proximité fluidiques

Pour détecter la proximité d'un objet (i.e. sans contact mécanique) en technologie pneumatique, on utilise des « *détecteurs fluidiques* » (figure 1-16). Le principe de fonctionnement de ces détecteurs est fort simple.

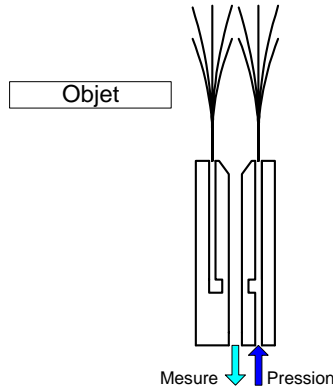


Figure 1-16 : Schéma d'un détecteur fluidique au repos

Une pression est appliquée pour faire sortir continuellement un jet d'air d'un orifice circulaire situé au bout du détecteur. Lorsque l'objet à détecter n'est pas dans le champ du jet d'air, le tube central ne reçoit pas de surpression, et la pression mesurée est simplement celle de l'atmosphère. Le détecteur n'envoie aucun signal de sortie.

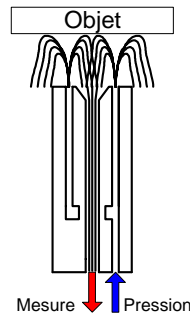


Figure 1-17 : Schéma d'un détecteur fluidique actionné

Lorsque l'objet est dans le champ du jet d'air, ce dernier est dévié et une partie du jet entre dans le conduit de mesure et provoque une légère surpression. Un amplificateur de pression fait en sorte de générer un signal de sortie indiquant la proximité d'un objet.

c) Détecteurs de proximité à seuil de pression

Les détecteurs à seuil de pression sont généralement utilisés comme détecteurs de proximité. Ils sont utilisés pour mesurer la contre-pression dans la chambre d'échappement d'un vérin en mouvement.

Dans la figure 1-18, le vérin reçoit l'ordre de sortir la tige. La pression de la source de pression est appliquée du côté gauche du vérin et pousse sur le piston pour déplacer la tige du vérin vers la droite. Le piston en se déplaçant évacue l'air de la chambre de droite vers l'air ambiant en passant par le conduit d'air et le distributeur.

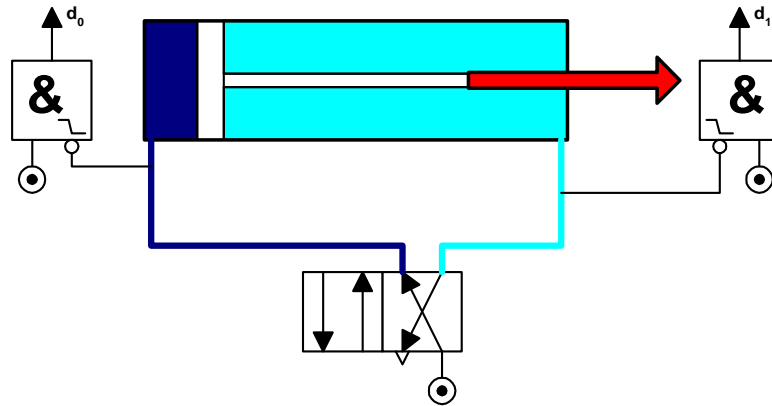


Figure 1-18 : Schéma d'un vérin avec détecteurs de proximité à seuil de pression

Le conduit reliant le vérin vers le distributeur ayant une petite section, la pression dans la chambre de droite de vérin reste relativement élevée tout au long du déplacement du vérin, car l'air doit être évacué au travers de cette petite ouverture. Lorsque le piston du vérin sera complètement à droite il ne restera plus d'air à évacuer, ce qui fait que la pression dans la conduite chutera à la pression atmosphérique. Lorsque la pression chute sous une certaine valeur, le détecteur à seuil de pression de droite générera un signal d1 pour indiquer cet état. Donc le détecteur à seuil de pression détecte l'arrivée du vérin en fin de course et peut donc être utilisé pour vérifier si un vérin est en pleine extension ou en pleine contraction.

Si le vérin bloque à une position intermédiaire, l'évacuation de l'air dans la chambre branchée à l'air ambiant cesse et la pression chute aussi à celle de l'air ambiant, ce qui est aussi détecté par le détecteur à seuil de pression. Cela peut être utile pour indiquer qu'une pièce de taille quelconque est serrée, si le dispositif de serrage utilise un vérin pneumatique.

d) Détecteurs de pression

Les détecteurs de pression sont utiles, car ils génèrent un signal pneumatique si la pression mesurée est au-dessus ou au-dessous un certain seuil. Une application de ce genre de détecteur, c'est la détection d'un vacuum suffisant dans un actionneur à ventouse.

Lorsqu'un objet doit être saisi par un actionneur à ventouse, un vacuum doit être généré pour créer un vide qui permet de déplacer l'objet. Le détecteur de vacuum permet donc de s'assurer que le vacuum est suffisant pour manipuler l'objet sans qu'il ne risque de tomber.

1.3 Les actionneurs

Les actionneurs qui utilisent la technologie pneumatique sont les vérins, les moteurs pneumatiques et les ventouses.

a) Les vérins pneumatiques

Les vérins sont des actionneurs linéaires. Ils permettent de déplacer de façon linéaire divers mécanismes. Les vérins existent en plusieurs configurations.



Figure 1-19 : Vérin pneumatique

Un vérin à « simple effet » (figure 1-20) est un vérin qui ne comporte qu'une seule prise de pression.

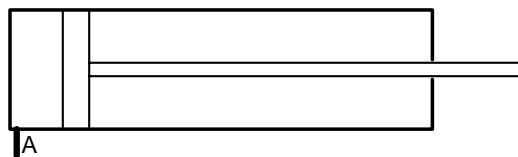


Figure 1-20 : Vérin à simple effet

Lorsque la pression est appliquée au vérin, le piston se déplacera vers la droite (il sera alors en extension). Lorsque la pression est coupée, le piston reviendra à la position de repos, soit par le poids du mécanisme, soit par un ressort (figure 1-21). Ces vérins sont généralement commandés par des distributeurs 3/2.

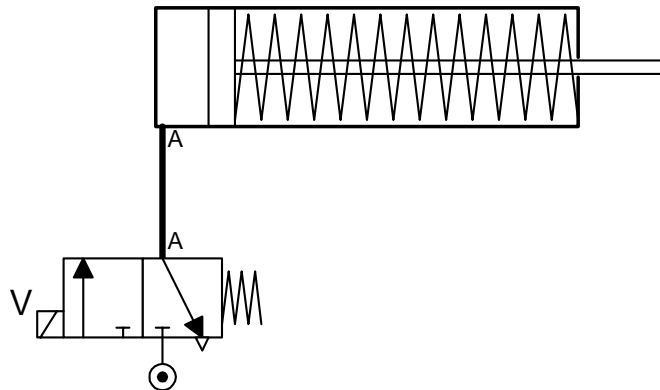


Figure 1-21 : Commande d'un vérin simple effet avec rappel par ressort

Un vérin à « double effet » (figure 1-22) est un vérin qui comporte deux prises de pression.

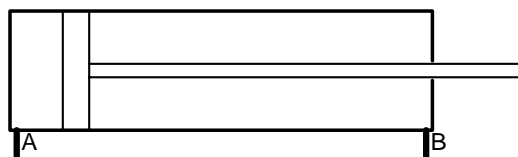


Figure 1-22 : Vérin double effet

Lorsque la pression est appliquée à l'orifice A du vérin (orifice B connecté à l'atmosphère), le piston se déplacera vers la droite (il sera alors en extension). Lorsque la pression est appliquée à l'orifice B du vérin (orifice A connecté à l'atmosphère), le piston reviendra à la position de repos (il sera alors en contraction). Ces vérins sont généralement commandés par des distributeurs 4/2 (figure 1-23).

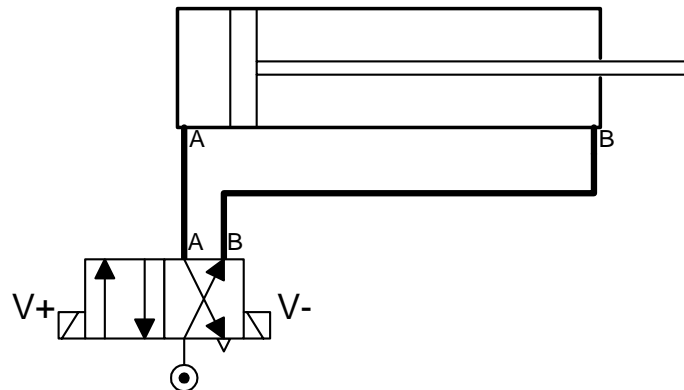


Figure 1-23 : Commande d'un vérin à double effet

Le vérin pousse une charge avec une force qui est égale à la surface du piston multipliée par la pression appliquée sur cette face : $F = P \times A_{piston}$. Ainsi, un piston d'une surface de 2 po^2 subissant une pression de 100 psig poussera une force de 200 livres. De même, un piston d'une surface de 8 cm^2 subissant une pression de 100 kPa relative exercera une force de 20 Newton. Le vérin tire avec une force qui est égale au produit de la surface du piston moins celle de la tige par la pression : $F = P \times (A_{piston} - A_{tige})$.

b) Les moteurs pneumatiques

Le moteur pneumatique est un actionneur produisant un mouvement de rotation continu à partir d'une pression d'air. Différents type de moteurs pneumatiques sont disponibles. Le plus courant est le « *moteur à palettes* » que l'on retrouve dans les outillages pneumatiques. Certains moteurs sont réversibles, d'autre non. Les moteurs non réversibles sont généralement commandés par des distributeurs 3/2 et les moteurs réversibles par des distributeurs 4/3.

c) Les ventouses

La ventouse est un actionneur qui agit en utilisant la dépression. Le vacuum est créé par un éjecteur à buse ou Venturi.



Figure 1-24 : Ventouse

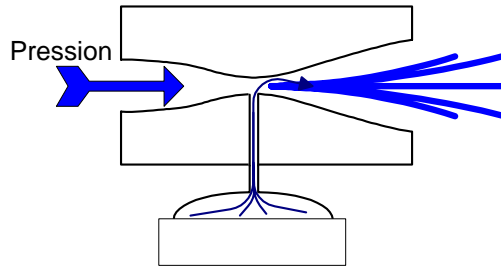


Figure 1-25 : Schéma de principe du générateur de vacuum (éjecteur)

La pression d'air appliquée à l'entrée de l'éjecteur crée une chute de pression dans l'endroit où le passage est le plus restreint, car la vitesse du jet d'air est maximale à cet endroit. Si la ventouse est appuyée sur un objet, le vacuum créé par l'éjecteur diminue la pression d'air dans l'espace fermé entre la ventouse et l'objet.

La force de préhension de la ventouse est calculée comme suit : $F = (P_{atmosphère} - P_{vacuum}) \times S$. S est la surface circulaire de la ventouse. $P_{atmosphérique}$ est la pression atmosphérique et P_{vacuum} est la pression de vacuum. Ainsi, une ventouse d'un diamètre de 50 mm et dont la pression de vacuum est 20% de la pression atmosphérique peut développer une force de préhension de près de 40 Newton.

1.4 Fonctions logiques

Les systèmes automatisés complètement pneumatiques existent, car il est possible de réaliser le câblage de fonctions logiques. Cette section ne présente que les mécanismes. Les règles de la logique seront introduites dans les chapitres suivants.

L'opérateur logique ET est obtenu simplement par le mécanisme montré dans la figure 1-26. Lorsque la pression est appliquée à une seule entrée, la pièce mobile sera poussée contre le siège de l'ouverture, bloquant complètement le passage de l'air. Si la pression est appliquée aux deux entrées, l'air réussit à passer car seule une ouverture à la fois peut être fermée, l'autre laissant passer l'air, ce qui entraîne l'apparition d'une pression à la sortie Q.

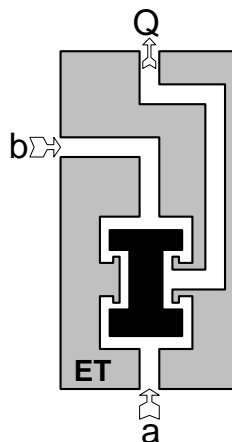


Figure 1-26 : Mécanisme de la fonction logique ET

Les diagrammes de la figure 1-26 montrent les quatre cas possibles. Lorsque l'entrée est égale à 0, il n'y a pas de pression appliquée et lorsque l'entrée est égale à 1, il a une pression appliquée à l'entrée. Le même principe s'applique à la sortie.

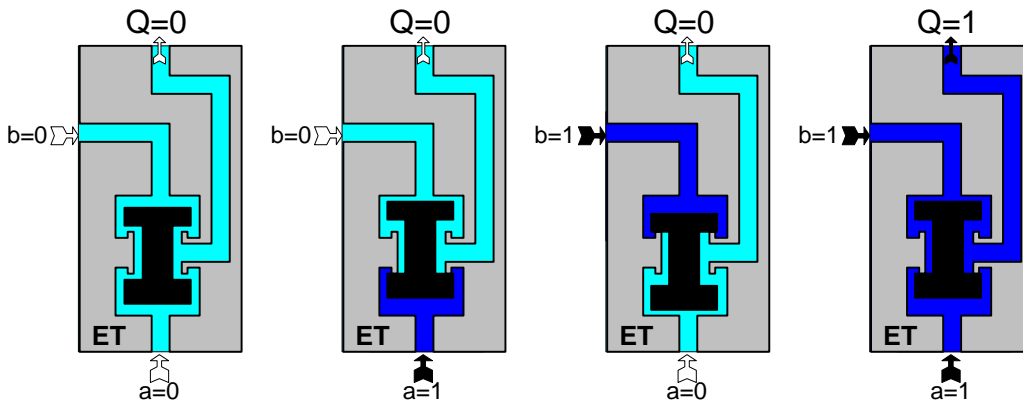


Figure 1-27: Les quatre cas possibles d'une fonction ET pneumatique

L'opérateur logique OU est obtenu par le mécanisme montré dans la figure 1-28. Lorsque la pression est appliquée à une seule entrée, la pièce mobile sera poussée contre le siège de l'autre ouverture, ce qui laisse le passage de l'air vers la sortie Q libre, donc une pression y sera présente. Si la pression est appliquée aux deux entrées, l'air réussi à passer car seule une ouverture à la fois peut être fermée, l'autre ouverture laissant passer l'air, ce qui entraîne encore l'apparition d'une pression à la sortie Q. Les diagrammes de la figure 1-29 montrent les quatre cas possibles.

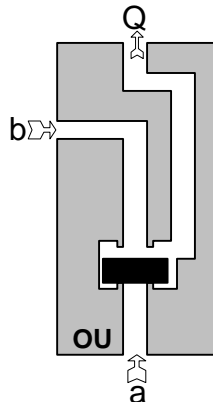


Figure 1-28: Mécanisme de la fonction logique OU

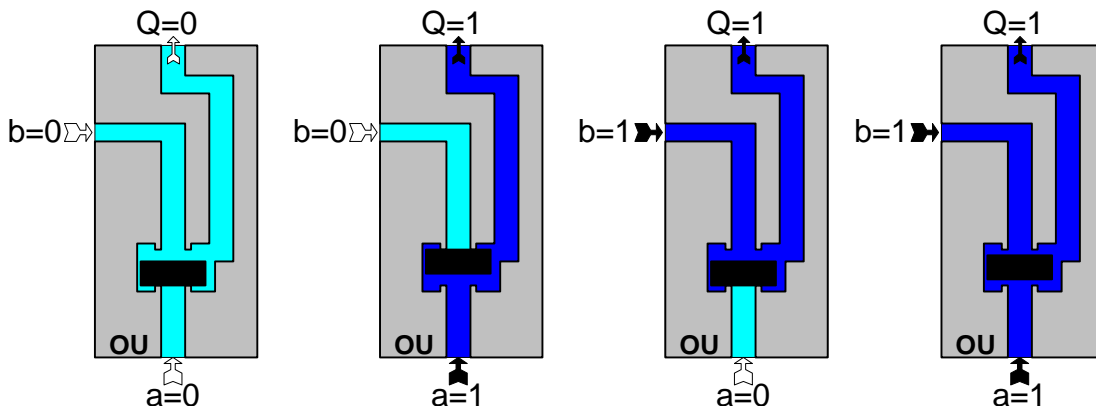


Figure 1-29: Les quatre cas possibles d'une fonction OU pneumatique

L'opérateur logique NON est obtenu par le mécanisme montré dans la figure 1-30. Lorsque aucune pression n'est appliquée à l'entrée « a » ($a=0$), la pièce mobile sera poussée contre le siège de l'ouverture vers l'air libre et la pression de la source P est envoyée directement à la sortie Q ($Q=1$). Si une pression est appliquée à l'entrée « a » ($a=1$), la pièce mobile sera poussée vers la gauche, contre le siège du côté de la source de pression. La sortie Q est alors branchée à l'air libre ($Q=0$) et ne subit aucune pression. Les diagrammes de la figure 1-31 montrent les deux cas possibles.

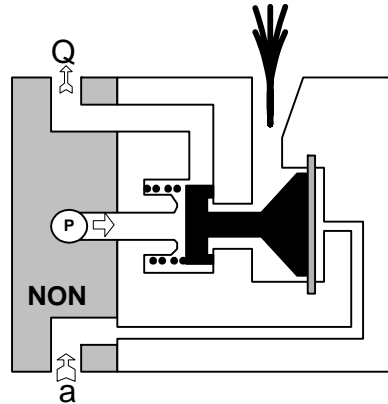


Figure 1-30 : Mécanisme de la fonction logique NON

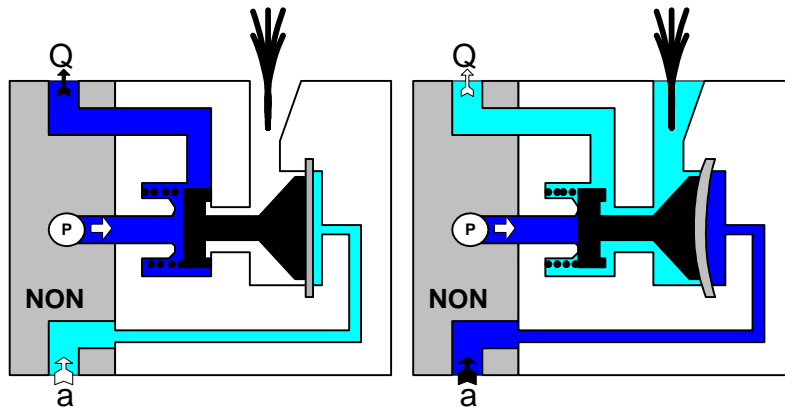


Figure 1-31 : Les deux cas possibles d'une fonction NON pneumatique

L'opérateur d'inhibition (utilisé dans les détecteurs à seuil de pression) est obtenu par le mécanisme montré dans la figure 1-32. Lorsque aucune pression n'est appliquée à l'entrée « a » ($a=0$), la pièce mobile sera contre le siège de l'ouverture à l'air libre, ce qui connecte l'entrée « b » à la sortie « Q ». Donc, si aucune pression n'est appliquée en « b » ($b=0$), la sortie « Q » ne subit aussi aucune pression ($Q=0$). Si une pression est appliquée en « b » ($b=1$), alors la sortie « Q » reçoit cette pression ($Q=1$). Si une pression est appliquée en « a » ($a=1$), la pièce mobile est appliquée contre l'orifice de l'entrée « b » et la sortie « Q » est connectée à la prise d'air extérieure. Donc la sortie « Q » ne reçoit plus de pression ($Q=0$), quel que soit l'état de la pression à l'entrée « b ». Les diagrammes de la figure 1-33 montrent les quatre cas possibles.

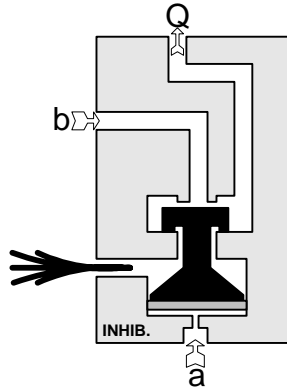


Figure 1-32 : Mécanisme de l'opérateur d'inhibition

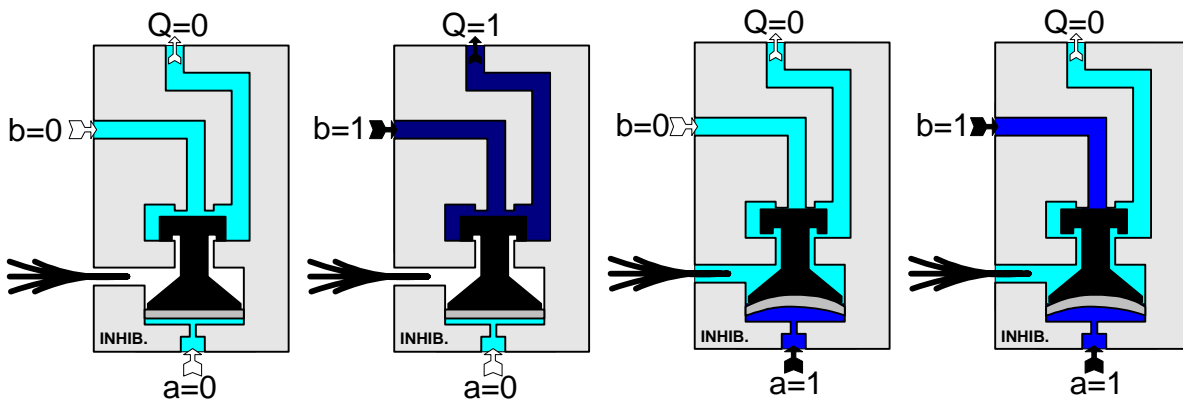


Figure 1-33 : Les quatre cas possibles d'une fonction d'inhibition pneumatique

La cellule de mémoire est une fonction assez importante en automatisme. Elle comprend deux entrées et deux sorties (une des sorties est l'inverse logique de l'autre). Un signal pneumatique appliqué à l'entrée « a » ($a=1$ et $b=0$) fait apparaître une pression pneumatique à la sortie « S » ($S=1$). Un signal pneumatique appliqué à l'entrée « b » ($a=0$ et $b=1$) fait disparaître la pression à la sortie « S » ($S=0$). L'état de « S » reste inchangé (à 0 ou à 1) si aucune des entrées ne reçoit un signal pneumatique ($a=0$ et $b=0$). Cette fonction de mémorisation est très utile pour contrôler correctement un automatisme séquentiel.

Ces différentes fonctions sont représentées sur des plans et des schémas par des symboles comme ceux montrés dans la figure 1-34.

SYMBÔLE DES FONCTIONS (symbole logique) ET DES CELLULES (symbole technologique) (Pratiquement on repère une cellule par le symbole logique)									
OU		ET		OUI		NON		MEMOIRE	
fonction	cellule	fonction	cellule	fonction	cellule	fonction	cellule	fonction	cellule
						(ou signal b pour la IN)		Symbole général	

Figure 1-34 : Symboles des fonctions de logique pneumatique

2 Technologie hydraulique

La technologie hydraulique est basée sur la pression de l'huile. L'élément de base est le distributeur, qui fonctionne exactement comme dans le cas pneumatique.

Les capteurs hydrauliques sont simplement des détecteurs de présence mécanique. Les détecteurs de proximité impliqueraient d'envoyer de l'huile à une pression de quelques milliers de « psi » dans l'environnement, ce qui n'est pas vraiment logique. Les actionneurs hydrauliques sont principalement des vérins et des moteurs hydrauliques. Les ventouses ne s'appliquent pas ici. Il suffit donc de lire les parties pertinentes de la section 1-1 en remplaçant le mot air par le mot huile.

Les fonctions logiques sont obtenues par le branchement des distributeurs entre eux, puisque les modules logiques mentionnés dans la section précédente n'existent pas en hydraulique.

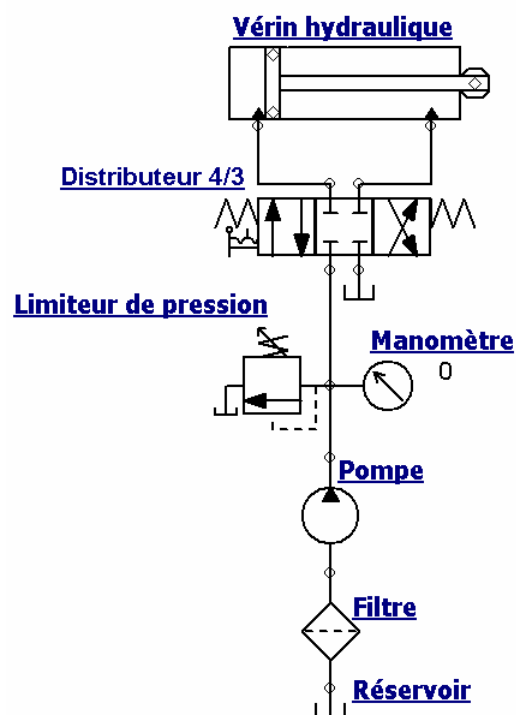


Figure 1-35 : Exemple de circuit hydraulique

3 Technologie électromécanique

La technologie électromécanique est basée sur le courant électrique. Les détecteurs devront envoyer un courant électrique et les actionneurs devront réagir à la présence d'un courant électrique. Le contrôleur logique devra aussi être constitué d'organes utilisant le courant électrique pour réaliser des fonctions logiques.

3.1 Les contacts électriques

L'organe de communication de cette technologie est le contact électrique. C'est un contact électrique qui selon qu'il est ouvert ou fermé bloquera ou laissera passer le courant. Ces contacts font partie intégrante des capteurs et des actionneurs de cette technologie.

Les contacts peuvent être classés en plusieurs catégories. Un contact peut être à simple ou à double action. Un contact à simple action ne fait qu'ouvrir ou fermer des contacts, alors qu'un contact à double action ouvre un contact et en ferme un autre en même temps. Un contact unipolaire ouvre et ferme un seul circuit à la fois. Un contact bipolaire travaille sur plusieurs circuits à la fois. Un contact à simple rupture est un contact dont un seul point se débranche (lame pivotante). Un contact à double rupture se débranche en deux points simultanément, ce qui donne un pouvoir de coupure de tension ou de courant plus élevé.

	SIMPLE ACTION		DOUBLE ACTION	
	Simple rupture	Double rupture	Simple rupture	Double rupture
Unipolaire				
Bipolaire				

Figure 1-36 : Types de contacts électromécaniques

Un contact peut être normalement ouvert ou normalement fermé. Un contact normalement ouvert est un contact représenté comme dans la figure 1-37 (par exemple). Lorsque le contact n'est pas actionné, le courant ne passe pas car le circuit est ouvert. Le contact devra être actionné par un mécanisme quelconque pour se fermer et faire ainsi passer le courant.

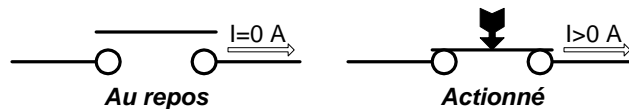


Figure 1-37 : Contact normalement ouvert

Un contact normalement fermé est un contact représenté comme dans la figure 1-38 (par exemple). Lorsque le contact n'est pas actionné, le courant passe car le circuit est fermé. Le contact devra être actionné par un mécanisme quelconque pour s'ouvrir et couper le passage du courant.

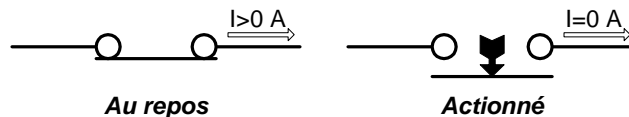


Figure 1-38 : Contact normalement fermé

Il est à noter que sur un schéma électrique, les contacts électriques sont représentés à leur état de repos.

3.2 Les capteurs

Les capteurs utilisés en technologie électromécanique sont généralement des détecteurs de position, de pression, de température, de niveau, etc. En fait, on peut détecter tout ce qui est capable d'ouvrir ou de fermer un contact selon un mécanisme quelconque.

a) Détecteurs de position

Les détecteurs de position, nommés aussi « interrupteurs de fin de course » sont des capteurs mesurant la présence d'un objet par contact avec un organe de commande qui peut être un galet, ou autres dispositifs mécaniques du genre. Le contact est généralement maintenu à sa position de repos par un ressort.

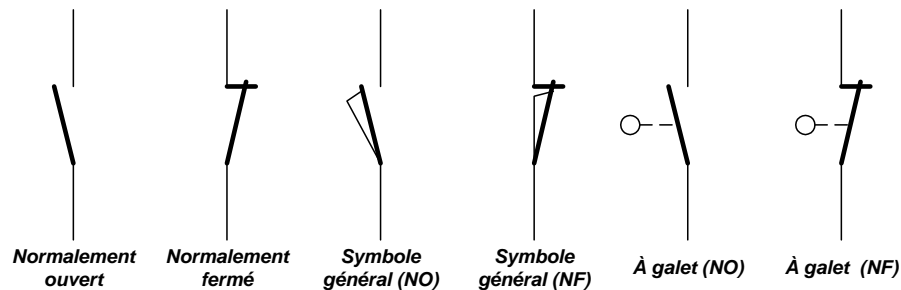


Figure 1-39 : Symboles des divers type de contacts

Divers symboles identifient le type de détecteur de position, en fonction de la nature du système mécanique.

b) Détecteurs de pression

Les détecteurs de pression (ou pressostat) utilisent un organe mécanique pour provoquer la commutation si la pression est suffisante.

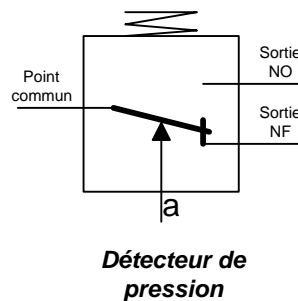


Figure 1-40 : Détecteur de pression

L'entrée de pression « a » pousse la lame du contact pour faire commuter le contact du détecteur lorsque la pression dépasse un certain seuil. Ce seuil mécanique est ajusté en modifiant la tension du ressort dans une vis. On peut utiliser ces détecteurs pour détecter qu'un vacuum est suffisant.

c) Détecteurs de température

Les détecteurs de température (ou thermostat) utilisent un bilame pour commander un contact. Le bilame est un organe mécanique composé de deux métaux différents. Le changement de température d'un métal provoque son expansion ou sa contraction, selon que la température augmente ou diminue. Les deux métaux soudés n'ayant pas la même dilatation avec la température, des contraintes internes entraînent la flexion du bilame et cette flexion est suffisante pour ouvrir ou fermer un contact.

d) Boutons et sélecteurs

Les boutons poussoirs et sélecteurs permettent aux opérateurs de donner des signaux de commande à l'automatisme. Les boutons poussoirs existent en plusieurs versions. Ils peuvent

être momentanés ou à enclenchement. Un interrupteur momentané exige que l'opérateur appuie sur le bouton tant qu'il désire que le contact soit activé. Dans le cas d'un interrupteur à enclenchement, l'opérateur doit appuyer sur le bouton à deux reprises.

3.3 Les actionneurs

Les actionneurs qui utilisent la technologie électromécanique sont les contacteurs, les distributeurs à commande électrique (voir en section 0-1-B) et les relais.

a) Les relais

Les relais d'automatismes sont utilisés pour commander de petites charges électriques (moins de 10 A). Ils sont aussi utilisés pour servir de mémoire, ou pour constituer des fonctions logiques plus complexes (voir chapitre suivant).

Le relais est constitué d'une bobine qui génère un champ magnétique lorsqu'elle est traversée par un courant électrique. Deux bornes extérieures (C et D) permettent de connecter la bobine avec d'autres éléments électriques.

Une lame mobile, permet d'ouvrir et de fermer des contacts. Lorsqu'il n'y a pas de champ magnétique, i.e., qu'il n'y a pas de courant dans la bobine, la lame mobile est à sa position de repos et ferme le contact normalement fermé. Dans la figure ci-contre, la lame établit une connexion entre le point commun E et la borne A (borne du contact NF). Lorsqu'un courant circule dans la bobine, un champ magnétique apparaît et attire la lame. Le contact normalement fermé s'ouvre et le contact normalement ouvert se ferme. Dans la figure, la lame établirait une connexion entre le point commun E et la borne B (borne du contact NO). Cette situation dure tant qu'un courant traverse la bobine. La coupure de ce courant entraîne le retour de la lame à sa position de repos.

Un relais peut contenir de un à quatre circuits de commutation interne.

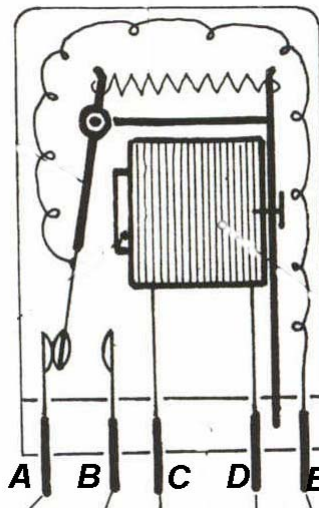


Figure 1-41 : Relais d'automatisme

b) Les contacteurs

Les contacteurs sont utilisés pour commuter de moyennes ou grosses charges électriques. Dès que l'on envisage commander un moteur, quelle que soit sa puissance, on devrait utiliser un contacteur.

Un contacteur est un relais de haute puissance modulaire comportant des contacts à double rupture pour s'assurer de pouvoir couper des tensions et des courants élevés.

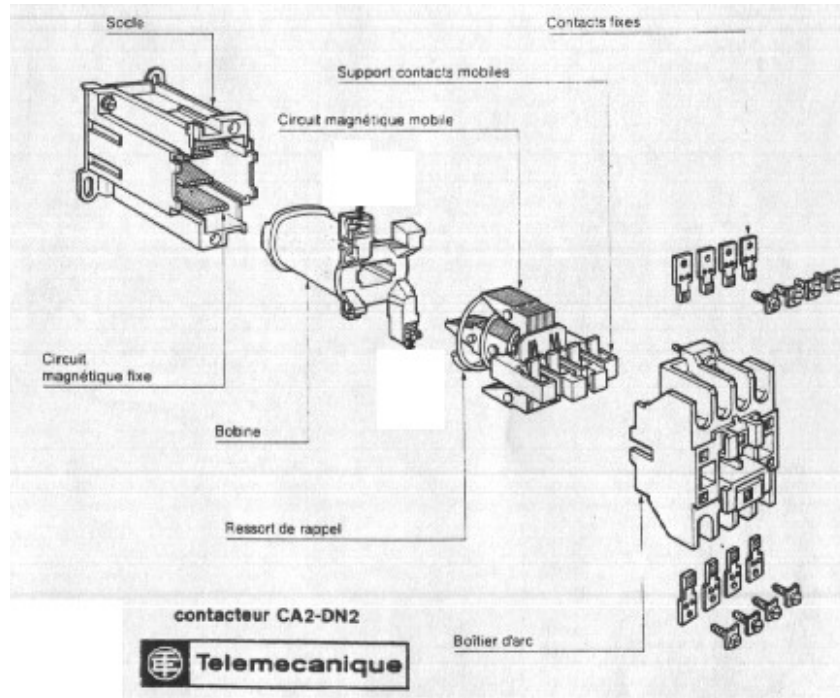


Figure 1-42 : Schéma d'un contacteur

Les contacteurs sont souvent équipés de contacts de basse puissance dits « contacts auxiliaires » permettant d'accéder de façon électrique à l'état du contacteur (ouvert ou fermé). Ces contacts auxiliaires permettent une gestion par un contrôleur extérieur et sont aussi souvent utilisés dans les logiques d'inter verrouillage (interlock).

Les contacteurs font partie d'une chaîne d'éléments reliant les moteurs électriques aux sources d'alimentation électrique. La figure 1-43 montre ces éléments importants. La source d'alimentation électrique est représentée par les symboles « L1 », « L2 » et « L3 ».

De cette source triphasée, on passe par un « sectionneur porte-fusibles » identifié « Q1 ». Ce sectionneur permet d'ouvrir le circuit et d'être ainsi isolé de la source. L'électricien qui travaille sur le circuit cadenasse le sectionneur pour éviter une fermeture intempestive du sectionneur et l'électrocution qui s'en suivrait. Les fusibles sont des dispositifs de protection qui permettent une coupure de l'alimentation en cas de court-circuit.

Suite au sectionneur, on retrouve le contacteur « KM1 » permettant de commander la marche ou l'arrêt du moteur triphasé. Ce contacteur est commandé par une bobine non montrée sur ce schéma de puissance mais qui apparaîtrait sur le schéma de commande accompagnant ce schéma.

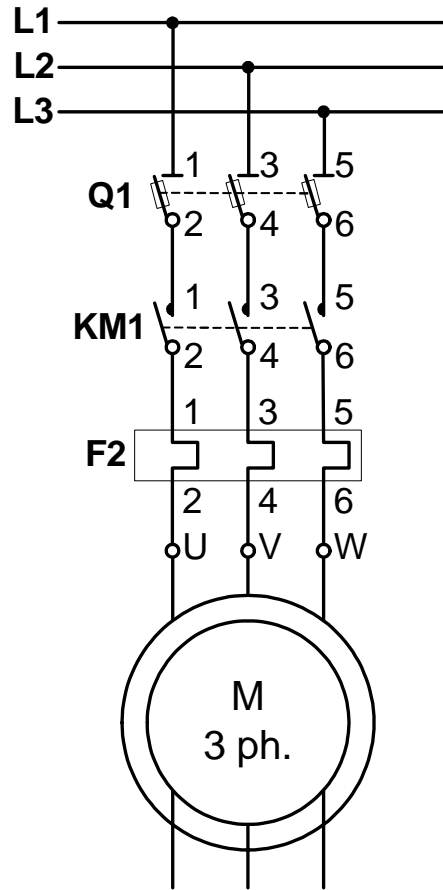


Figure 1-43 : Circuit de connexions d'un moteur triphasé

Élément généralement associé au contacteur, le « relais de protection thermique » « F2 » est un dispositif permettant de couper l'alimentation électrique au moteur en cas de surcharge. Un moteur surchargé consomme un courant plus élevé que ce qui est requis et il a tendance à chauffer, ce qui risque de l'endommager. L'intensité du courant ne fera pas brûler les fusibles, qui ne réagissent qu'à de grands courants. Le relais de protection thermique protégera le moteur dans ces cas de simple surcharge. Il est choisi en fonction du courant limite à partir duquel le relais de protection thermique devra agir. En cas de court-circuit, les fusibles réagissent très rapidement et les relais de protection thermique ne se déclenchent pas, car ils exigent un certain temps avant d'agir, ce qui permet des surchauffes de durée limitée des moteurs.

Ces éléments sont essentiels pour chaque moteur qui doit être commandé et le « Code de l'Électricité » est très clair sur la façon de réaliser ces installations.

Les moteurs électriques seront abordés dans un autre cours (GPA-668 : Capteurs et Actionneurs).

Les fonctions logiques réalisées avec les systèmes électromécaniques seront abordées dans le chapitre suivant.

Tous ces éléments seront maintenant assumés comme étant connus pour les chapitres suivants. Les effets du choix technologique apparaîtront sur le GRAFCET, le GEMMA et le choix de la technologie de la partie commande.