

***Module 12 : MONTAGE DE CIRCUITS  
PNEUMATIQUES  
RESUME THEORIQUE***

## Chapitre 1

### LES NORMES

#### 1.1 Structure d'un système automatisé

Tous les systèmes automatisés répondent, en général, à la même structure :

- une partie opérative
- une partie commande
- un pupitre (dialogue)

**La partie opérative** relie les actionneurs de type électrique, pneumatique ou hydraulique aux diverses éléments mécaniques pour effectuer des actions suivant une logique organisé.

**La partie commande** contrôle le déroulement du cycle. Elle fournit des signaux de commande de type électrique ou pneumatique vers les pré - actionneurs.

**Le pupitre** regroupe les boutons et voyants qui assurent la mise en marche, les arrêtes d'urgence et autres commandes du système.

#### 1.2 Description sommaire des principaux éléments

**Les actionneurs** représentent les organes visibles du mécanisme. Ils effectuent le travail et doivent être adaptés au milieu dans lequel ils travaillent. Parmi les principaux actionneurs utilisés dans les systèmes automatisés, on peut citer :

- Les vérins linéaires
- Les vérins rotatifs
- Les vérins sans tige
- Les moteurs pneumatiques et hydrauliques
- Les moteurs électriques

**Les pré - actionneurs** (distributeurs) : leur rôle est de diriger la pression vers l'actionneur et de réagir aux ordres en provenance de la partie de commande.

**La détection** (les capteurs) : leurs rôles consistent à contrôler l'exécution du travail. Ils délivrent une information à la partie de commande.

**La commande pneumatique** implique l'utilisation des modules séquenceur.

**La commande électrique** implique l'utilisation des automates programmables industriels (API).

### 1.3 Norme iso 1219-2 – schémas de circuits

Dans les systèmes pneumatiques, l'énergie est transmise et commandée par l'intermédiaire d'un fluide sous pression circulant dans un circuit.

Les schémas de circuits facilitent la compréhension, l'étude et la description des installations.

Afin d'éviter toute confusion et erreur lors du développement, de la production, de l'installation et de la maintenance, il apparaît indispensable que ces schémas soient liés à une représentation normalisée.

L'organisme international de normalisation (ISO), très répandue dans les secteurs industriels, a élaboré la norme ISO 1219 définissant les symboles graphiques hydrauliques et pneumatiques (ISO 1219-1) ainsi que la codification des schémas de circuits dans ces domaines (ISO 1219-2).

Les schémas doivent être clairs et doivent permettre de suivre les mouvements et commandes au cours du cycle.

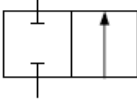

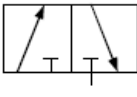

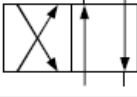

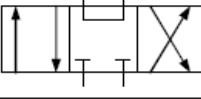

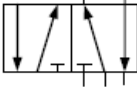

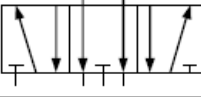

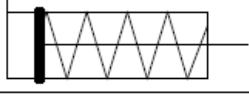

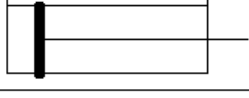

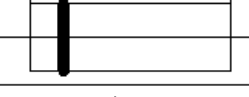




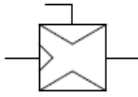
Les formats A3 et A4 sont préférables, cependant un même sous-ensemble, devra être représentée sur une même feuille.


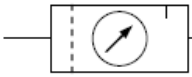

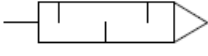



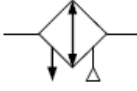
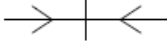

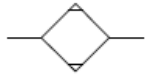
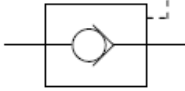


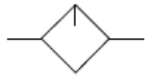




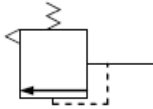

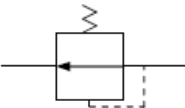

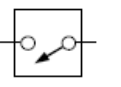
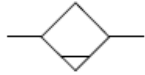

Les équipements et leurs connexions doivent être représentés intégralement soit par le symbole détaillé, soit par le symbole simplifié.

Sauf indication contraire il est recommandé de représenter les symboles dans leur position de départ.

Il est recommandé que les symboles des appareils hydrauliques et pneumatiques soient disposés du bas vers le haut et de gauche à droite :

- **Sources d'énergie** : en bas à gauche
- **Composants de commande classés en ordre séquentiel** : vers le haut et de gauche à droite
- **Actionneurs** : en haut de gauche à droite.

Désignation	Symbole	Commande	Symbole
Distributeur 2/2		Manuelle par poussoir	
Distributeur 3/2		Par levier	
Distributeur 4/2		Par commande électrique	
Distributeur 4/3		Mécanique par poussoir	
Distributeur 5/2		Par galet	
Distributeur 5/3		Par ressort	
Vérin simple effet		Par pression directe	
Vérin double effet		Par pression indirecte	
Vérin à double tige		Électropneumatique	
Moteur à un sens de rotation			
Moteur à deux sens de rotation			
Ventouse		Venturi	

Symbole	Nom	Rôle	Symbole	Nom	Rôle
	Compresseur	Assure la production d'air comprimé		Unité de conditionnement	Filtre, lubrifie et indique la pression
	Réservoir	Assure le stockage d'air comprimé		Silencieux	Limite les nuisances sonores des échappements
	Alimentation en air comprimé	Arrivée d'air comprimé. Ce symbole est placé aux divers endroits alimentés directement par le circuit principal d'air comprimé		Vanne	Autorise le passage de l'air comprimé si elle est ouverte
	Échappement	Met à l'air libre la pression d'une canalisation		Refroidisseur	Abaisse la T° de l'air comprimé
	Raccord rapide	Raccorde simplement et sans outillage 2 conduits d'air comprimé		Clapet anti-retour	Permet le passage de l'air dans un seul sens
	Sécheur déshydrateur	Enlève l'humidité de l'air		Clapet anti-retour piloté	Permet le passage de l'air comprimé dans un seul sens à condition d'avoir une pression de pilotage (pointillé)
	Filtre	Enlève les impuretés contenues dans l'air		Réducteur de débit	Réduit le débit dans le circuit placé en aval
	Lubrificateur	Huile l'air comprimé		Réducteur de débit variable	Permet de régler le débit dans le circuit placé en aval
	Manomètre	Indique la pression de l'air dans un circuit		Réducteur de débit unidirectionnel	Réduit le débit dans un seul sens de circulation de l'air
	Voyant pneumatique	Indique la présence d'air dans un circuit		Soupape de sécurité	Met un circuit à l'air libre lorsque la pression dépasse une limite
	Thermomètre	Indique la température de l'air comprimé		Régulateur de pression	Permet d'obtenir une pression constante dans le circuit placé en aval
	Débitmètre	Indique un débit d'air		Capteur	Ferme le circuit quand il est actionné
	Séparateur manuel	Dissocie l'air des autres composants (eau, poussières...)			
	Séparateur automatique				

Le pilotage des machines et des installations implique la mise en place d'un réseau logique souvent très complexe, d'états et de conditions de commutation. C'est l'action conjuguée des différents capteurs, processeurs, pré - actionneurs et actionneurs qui permet d'assurer le déroulement des enchaînements dans les systèmes pneumatiques.

## Structure des systèmes pneumatiques

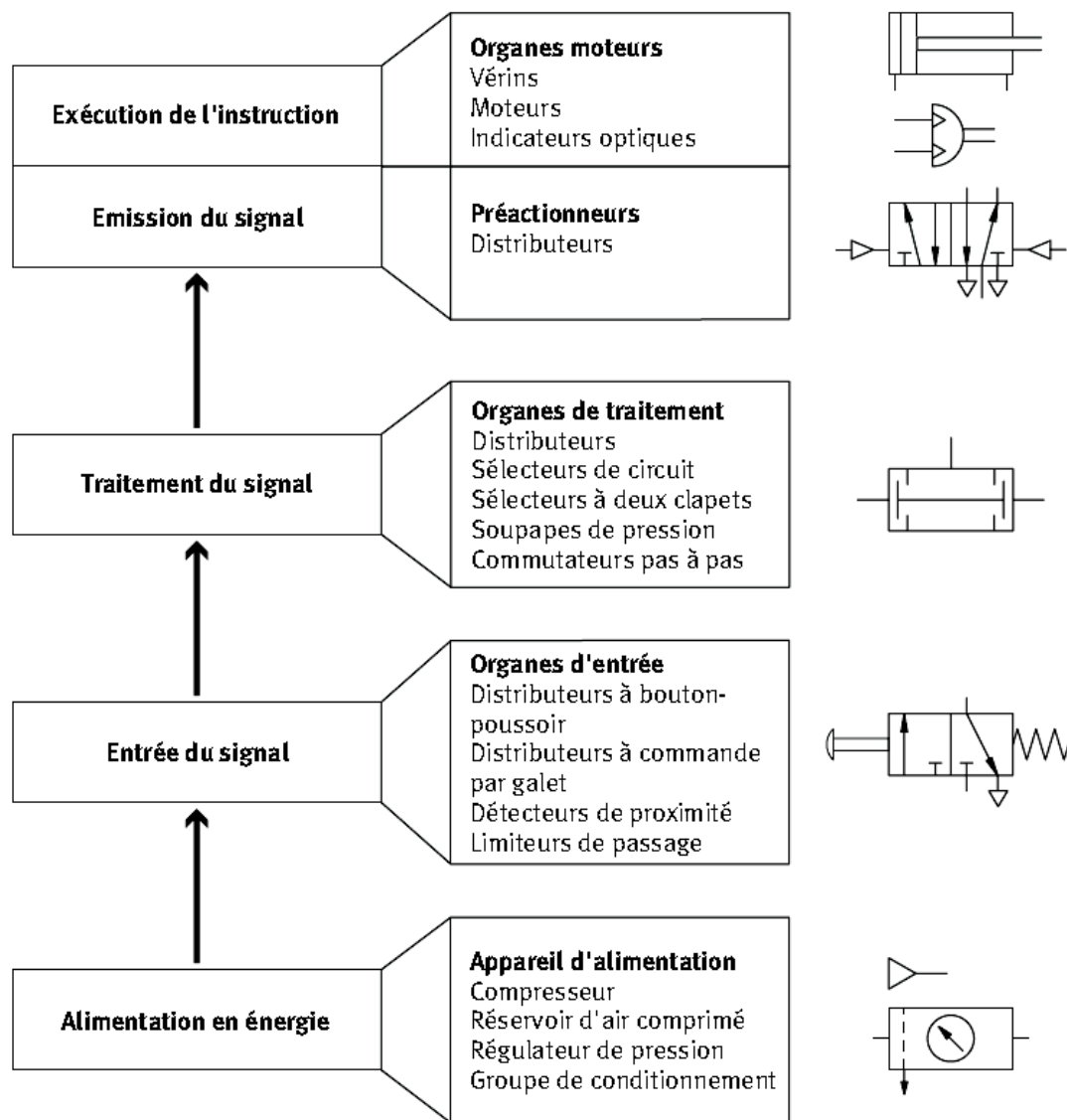
Cheminement du signal : de bas en haut

Chaîne de commande : C P A – Principe : capteur, processeur, acteur

E T S – Principe : entrée, traitement, sortie

Alimentation en énergie : par un tuyau ou un conduite

### 1.4 Structure des systèmes pneumatiques



## Chapitre 2

# STRUCTURE D'UNE INSTALLATION PNEUMATIQUE

## 2.1 Description d'une installation et de distribution d'air comprimé

Toute installation pneumatique assurant une production et une distribution d'air comprimé comprend :

- Un compresseur
- Un réservoir d'air
- Un système de traitement de l'air
- Un dispositif de sécurité et de régulation
- Un ensemble des circuits de distribution généralement réalisé en tube acier ou cuivre.

Dans les systèmes pneumatiques, l'air comprimé est utilisé comme source d'énergie. L'air comprimé utilisé dans les systèmes pneumatiques est au départ de l'air à la pression atmosphérique porté artificiellement à une pression élevée appelée pression d'utilisation.

La pression d'utilisation dans les systèmes pneumatiques est située entre 3 et 10 bars.

L'air comprimé est assuré par un compresseur, animé par un moteur électrique. Ce compresseur intégré est constitué d'un filtre, du système de compression de l'air, d'un refroidisseur - sécheur et d'un dernier filtre. La pression de sortie est de l'ordre de 10 bars. Un réservoir permet de réguler la consommation.

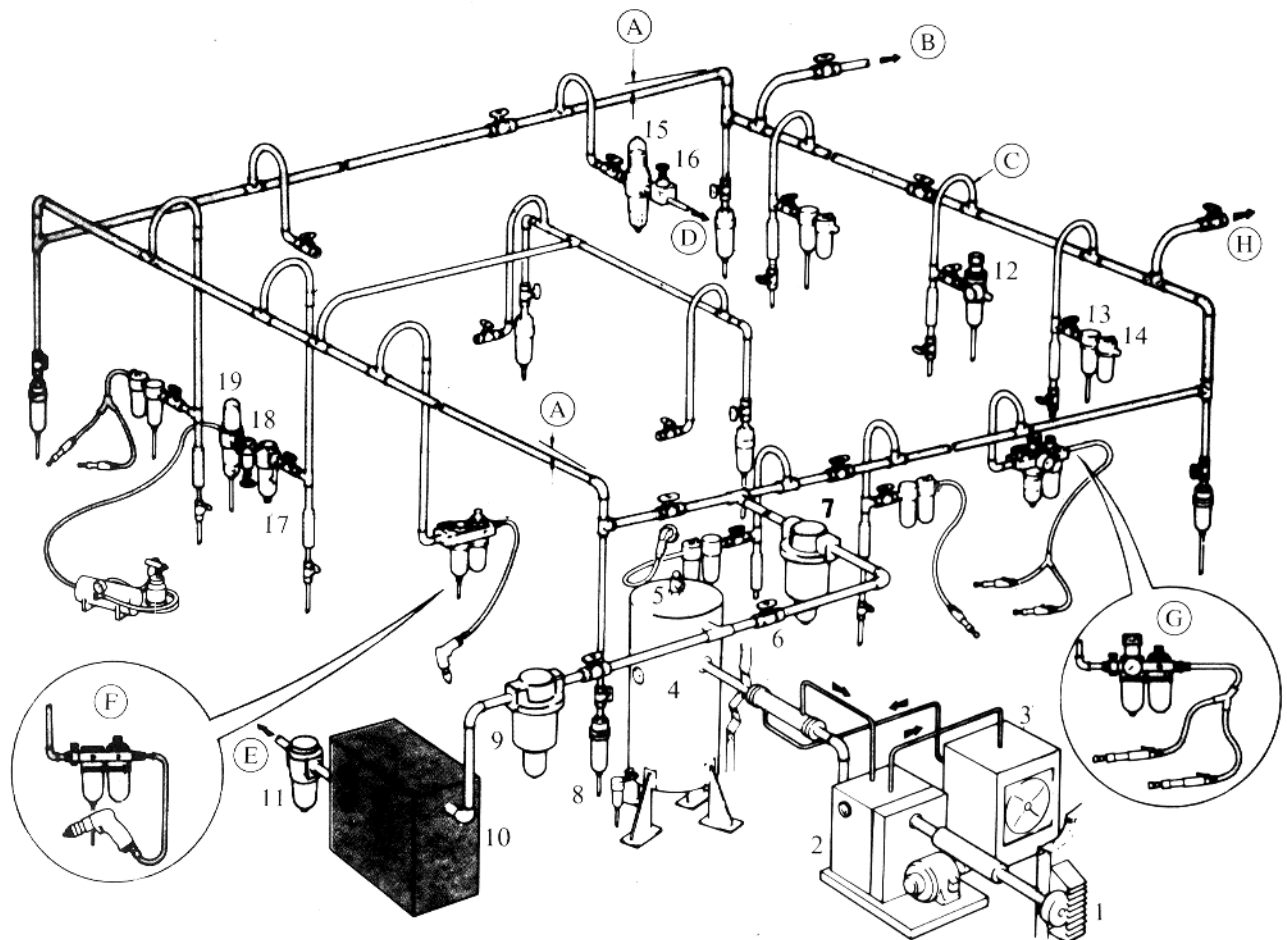
## 2.2 Mise en œuvre d'un réseau

Lorsque la consommation d'air est importante le compresseur, avec ses installations annexes, sera assez conséquent. De ce fait, un local souvent insonorisé et propre, sera réservé à cet effet. L'air comprimé produit doit donc être amené sur les lieux d'utilisation. Pour cela, un réseau de canalisation va parcourir les différents ateliers et sites d'utilisation.

Quelques règles à respecter :

- Il faut prévoir pour le réseau principal une canalisation capable d'assuré d'éventuelles extensions. Cette canalisation doit être correctement dimensionnée.
- Il est impératif de prévoir, sur les canalisations, une légère pente et de placer à chaque point bas un réservoir avec purgeur afin de recueillir toute la condensation se trouvant dans les tuyaux.
- La conduite principale doit être réalisée en boucle fermée et les différents piquages, de diamètre plus petit, partiront de celle-ci. Le plus grand soin devra être apporté aux différentes étanchéités afin de réduire au maximum les fuites.

Réseau type d'air comprimé



- |  |   |
|--|---|
| 1. Filtre d'aspiration                   | 15. Filtre combiné AA + AC Section C      |
| 2. Compresseur                           | 16. Régulateur de précision Section E     |
| 3. Système de circulation d'eau          | 17. Filtre grade AO Section C             |
| 4. Réservoir d'air                       | 18. Régulateur de précision Section E     |
| 5. Soupape de sûreté                     | 19. Filtre combiné AA + AC Section C      |
| 6. Vanne d'isolement Section A           | * Ensembles de précision                  |
| 7. Filtre principale grade AO Section C  | A. Pente dans le sens d'écoulement        |
| 8. Purge automatique Section B           | B. Vers local des machines                |
| 9. Filtre grade AO Section C             | C. Courbe de prise d'air                  |
| 10. Sécheur Section C et H               | D. Vers instruments de mesure             |
| 11. Filtre grade AA Section C            | E. Air sec vers contrôle «régularisation» |
| 12. Filtre-régulateur Section D          | F. Ensemble F L Section A                 |
| 13. Filtre-régulateur Section D          | G. Ensemble F R L Section A               |
| 13. Filtre à purge automatique Section B | H. Vers extension future                  |
| 14. Lubrificateur Section F              |   |

Fig. 1

L'air comprimé doit être stabilisé. Le compresseur doit pour cela comporter un réservoir monté en aval. Ce réservoir sert à compenser les variations de pression lorsque le système prélève de l'air comprimé pour son fonctionnement. Dès que la pression dans le réservoir passe en deçà d'une certaine valeur, le compresseur se met en marche et remplit le réservoir jusqu'à ce que le seuil supérieur de pression soit atteint. Ceci permet en outre au compresseur de ne pas avoir à fonctionner en permanence.

## Chapitre 4

### COMPOSANTS PNEUMATIQUE

#### 4.1 Distributeurs

##### 4.1.1 Présentation générale

Les distributeurs sont les accessoires les plus utilisés dans les circuits pneumatiques, ils correspondent aux interrupteurs, contacteurs et relais des circuits électriques. Un distributeur est défini par les éléments suivants :

- nombre de position ;
- nombre d'orifices ou voies ;
- construction interne (tiroir, clapet, autre).

Les distributeurs à tiroir comptent généralement deux ou trois positions tandis que les distributeurs à clape n'en compte que deux.

Chaque rectangle ou carré correspond à une position du distributeur. À l'intérieur de chaque carré, des flèches indiquent le sens de la circulation du fluide pour chacune des positions du distributeur.

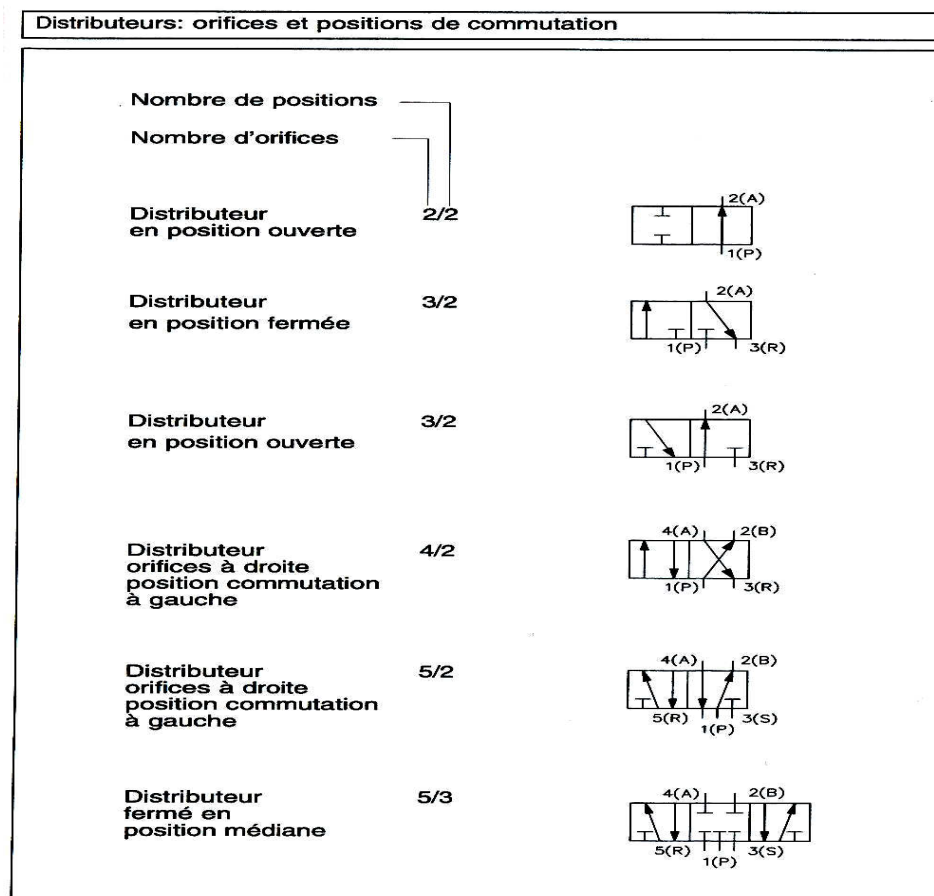
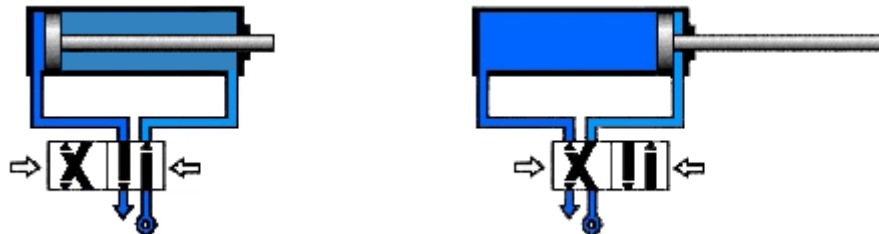


Fig. 1

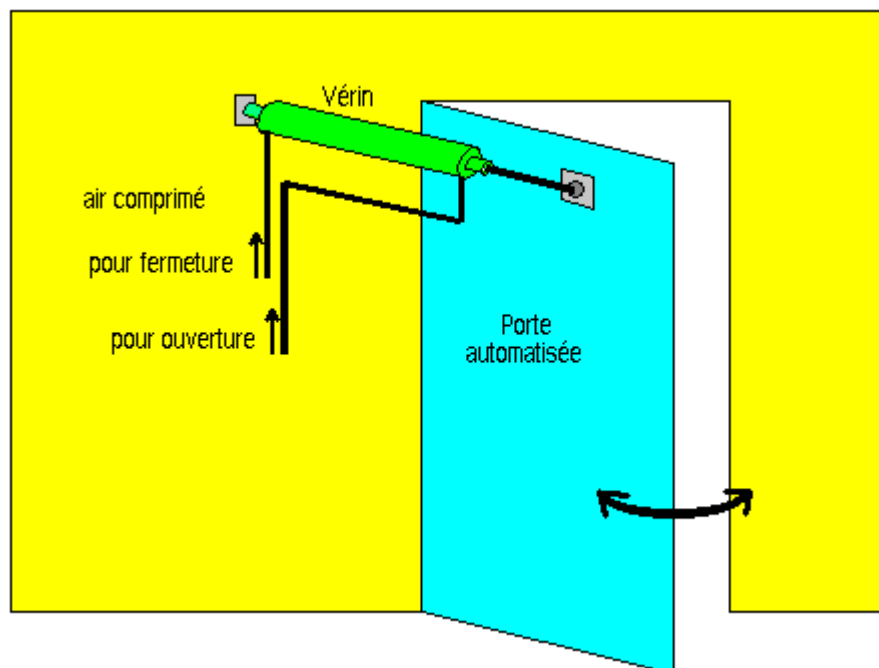
### Alimentation:

L'alimentation d'un vérin double effet est obtenue à l'aide d'un distributeur 4/2, 5/2 ou 5/3



### 5.3 Exemple d'utilisation d'un vérin simple effet:

Porte manoeuvrée par un vérin pneumatique:



### Détermination et calculs de dimensionnement:

Effort théorique disponible sur la tige, à sa sortie:

$$F = P \times S$$

Avec **F** l'effort (daN), **P** la pression (bar) et **S** la surface du piston (Cm<sup>2</sup>).

Rappel: 1 bar = 1 daN/cm<sup>2</sup>

**Effort pratique utilisable :**

Avec cette formule de calcul, les frottements dus aux joints du piston et aux joints de tige sont négligés.

Ainsi, afin d'évaluer l'effort réel obtenu, nous utilisons un coefficient appelé Taux de charge t.

1<sup>er</sup> cas: L'effort est obtenu lors d'un déplacement (effort dynamique):



Le taux de charge utilisé dans cette configuration est de 0,6.

2<sup>ème</sup> Cas: L'effort est obtenu sans déplacement (effort statique):



Le taux de charge utilisé dans cette configuration est de 0,8.

Voyons maintenant des applications de ces calculs dans 2 cas où l'on désire connaître l'effort fourni par un vérin:

**Application n°1**

Vérin de déplacement:

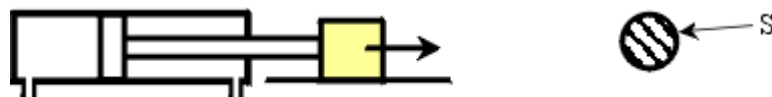
Course 200 mm

Pression 6 bar

Diamètre du piston 32 mm (D)

Diamètre de la tige 10 mm (d)

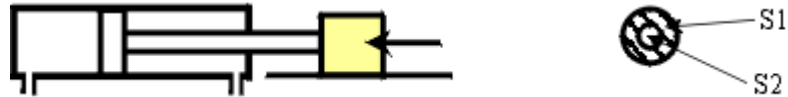
**Effort fourni lors de la sortie de tige:**



$$F = P \times S \times \tau = P \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \tau = 6 \times \frac{\pi \times 3,2^2}{4} \times 0,6$$

$$F = 29 \text{ daN}$$

**Effort fourni lors de la rentrée de tige:**



**S: Aire de la surface sur laquelle s'exerce la pression du fluide.**  
**S=S1-S2 (surface de piston - surface de tige)**

$$F = P \times S \times \tau = P \times \frac{\pi \times D^2}{4} - \frac{\pi \times d^2}{4} \times \tau$$

$$F = P \times \frac{\pi \times 3,2^2}{4} - \frac{\pi \times 1^2}{4} \times 0,6$$

$$F = 26 \text{ daN}$$

### Application n°2 :

Vérin de serrage:

Course 100 mm

Pression 6 bar

Diamètre du piston 50 mm (D)

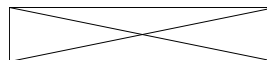
Diamètre de la tige 20 mm (d)

### Effort fourni lors du serrage:



$$F = P \times S \times \tau = P \times \frac{\pi \times D^2}{4} \times \tau = 6 \times \frac{\pi \times 5^2}{4} \times 0,8$$

$$F = 188,5 \text{ daN}$$



Nous verrons les formules et les configurations de base à connaître pour dimensionner un vérin pneumatique:

Et enfin nous rappellerons des bases de pneumatique:

Symbolique pneumatique générale & accessoire de ligne:

***Module 12 : MONTAGE DE CIRCUITS  
PNEUMATIQUES  
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

## TP1 – Mise en place d'une unité de traitement d'air

### 1.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires comment il faut mettre en place une unité de traitement d'air

### 1.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 1.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Embase double ;
- Filtre - régulateur ;
- Manomètre ;
- Lubrificateur ;
- Tuyauteries.

#### Forme commerciale des FRL

F : filtre

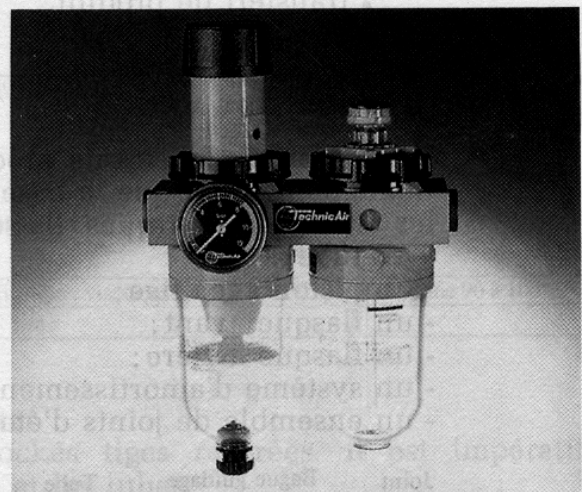
R : régulateur

L : lubrificateur

- Raccordementen: G 1/4, G 3/8, G 1/2, G 3/4.

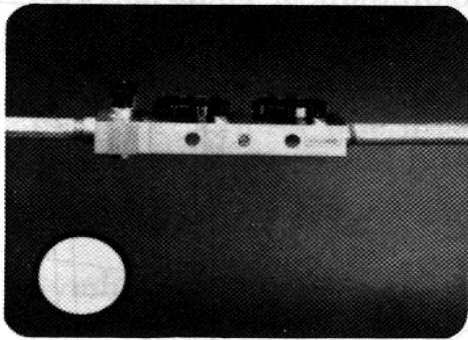
- Purge : au choix, manuelle ou automatique.

REFERENCES DES ENSEMBLES AVEC VANNE D'ISOLEMENT				
	Avec Micro-fog		Avec Brouillard	
G 1/4	FRL DM	2M/V	FRL D	2M/V
G 3/8	FRL DM	3M/V	FRL D	3M/V
G 1/2	FRL DM	4M/V	FRL D	4M/V
G 3/4	FRL DM	6M/V	FRL D	6M/V
				manuelle
G 1/4	FRL DM	2A/V	FRL D	2A/V
G 3/8	FRL DM	3A/V	FRL D	3A/V
G 1/2	FRL DM	4A/V	FRL D	4A/V
G 3/4	FRL DM	6A/V	FRL D	6A/V
				auto
REFERENCES DES ENSEMBLES AVEC VANNE D'ISOLEMENT ET EQUERRES DE FIXATION				
G 1/4	FRL DM	2M/V/E	FRL D	2M/V/E
G 3/8	FRL DM	3M/V/E	FRL D	3M/V/E
G 1/2	FRL DM	4M/V/E	FRL D	4M/V/E
G 3/4	FRL DM	6M/V/E	FRL D	6M/V/E
				manuelle
G 1/4	FRL DM	2A/V/E	FRL D	2A/V/E
G 3/8	FRL DM	3A/V/E	FRL D	3A/V/E
G 1/2	FRL DM	4A/V/E	FRL D	4A/V/E
G 3/4	FRL DM	6A/V/E	FRL D	6A/V/E
				auto

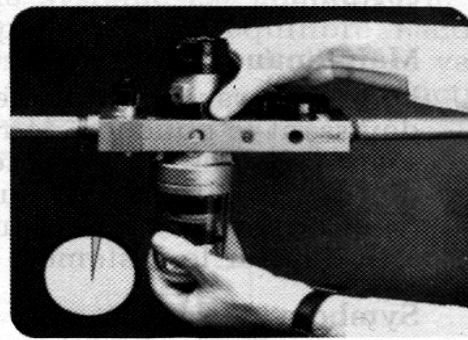


### 1.4. Description du TP

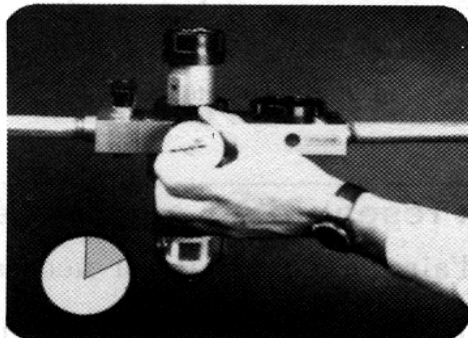
Le stagiaire doit savoir réaliser les travaux de montage des composants concernés, d'interpréter les indications du manomètre et de réglage du lubrificateur et de la pression.



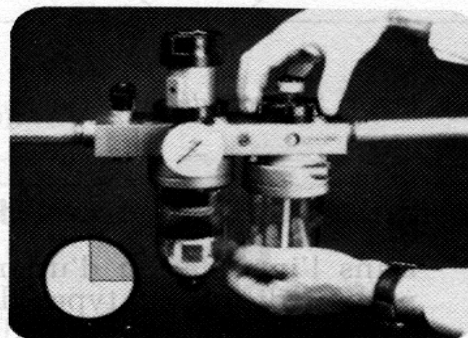
Embase double installée



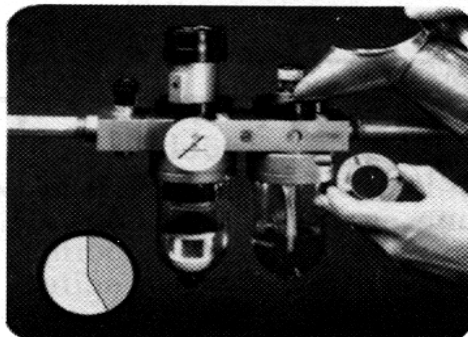
Introduction du filtre-régulateur



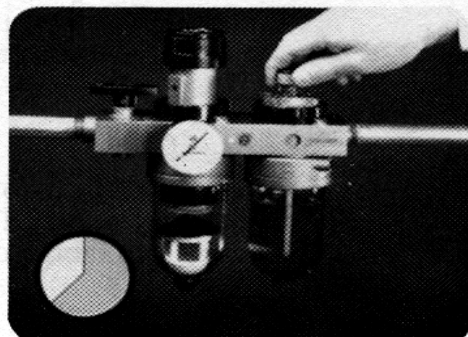
Vissage du manomètre



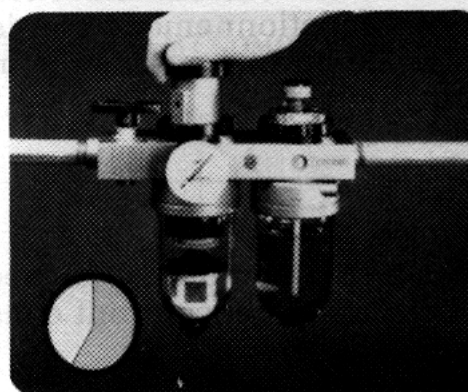
Introduction du lubrificateur



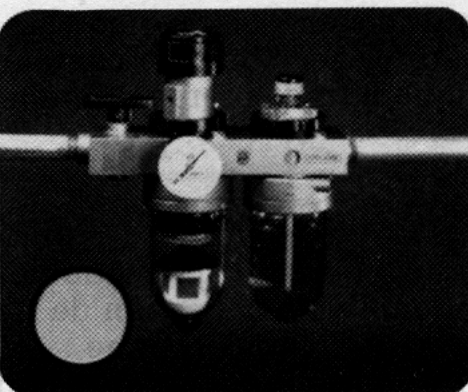
Remplissage du lubrificateur



Réglage du lubrificateur



Réglage de la pression



Ensemble FRL en service

## TP2 – Pilotage direct d'un vérin

### 1.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les moyens de pilotage direct des vérins à simple effet et des vérins à double effet.

### 1.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 1.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à simple effet ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 4/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 à commande manuelle et rappel par ressort.

### 1.4. Description du TP

#### A. Vérin à simple effet

Le vérin doit assurer le serrage tant que le bouton n'a pas été relâché. Dès le relâchement du bouton, le dispositif de serrage doit s'ouvrir (fig. TP1-1).

#### B. Vérin à double effet

La tige de piston d'un vérin à double effet doit sortir lorsqu'on actionne un bouton-poussoir et rentrer dès que l'on relâche ce bouton.

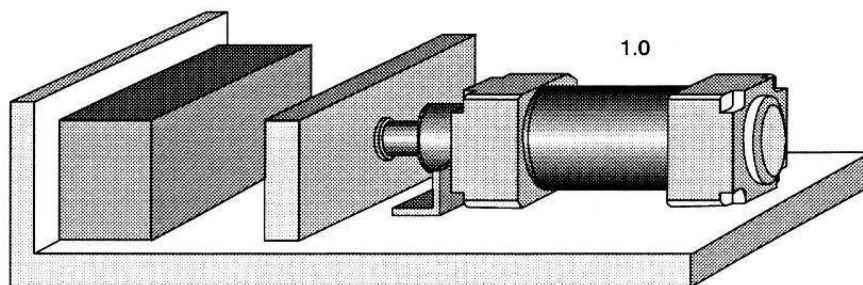


Fig. TP2-1

### 1.5. Déroulement du TP

#### A. Vérin à simple effet

Le pilotage d'un vérin simple effet est assuré par un distributeur 3/2. Etant donné que le vérin est de faible puissance, la commande peut être confiée à un distributeur 3/2 à commande manuelle et ressort de rappel (fig. TP2-2).

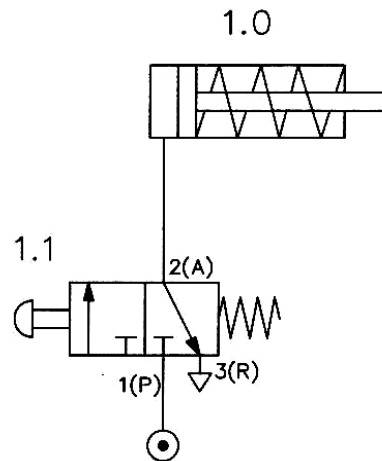


Fig. TP2-2

Lorsqu'on actionne le bouton, de l'air afflue par l'orifice 1(P) et se dirige vers 2(A) et la chambre du vérin en traversant le distributeur. La pression établie pousse le piston et comprime le ressort de rappel du vérin. Dès qu'on relâche le bouton, le ressort ramène le distributeur 3/2 en position initiale et fait revenir la tige de piston, chassant l'air du vérin vers l'extérieur par l'orifice 3(R) du distributeur.

Etant donné que ce vérin est le seul organe de travail (ou actionneur), on le désignera par 1.0.

### B. Vérin à double effet

D'un alésage de 25 mm ce vérin ne nécessite qu'une faible quantité d'air pour son pilotage. On peut utiliser comme préactionneurs les distributeurs à force musculaire à bouton-poussoir suivants :

- distributeur 5/2 (fig. TP1-3)

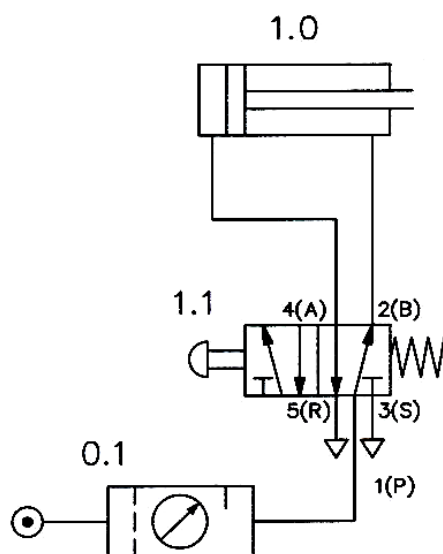


Fig. TP2-3

- distributeur 4/2 (fig. TP1-4)

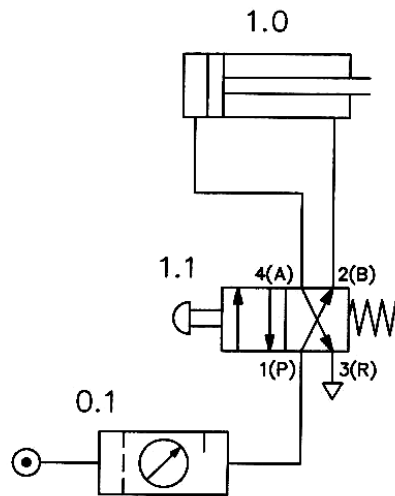


Fig. TP2-4

En position initiale, le bouton-poussoir n'est pas actionné, le côté tige de piston du vérin est soumis à une pression et la tige de piston du vérin est rentrée.

Dès que le bouton-poussoir est actionné, l'air comprimé passe de 1(P) vers 4(A), le côté tête du piston est soumis à une pression et la tige de piston sort. L'air refoulé est évacué à l'air libre par les orifices 2(B) et 3(S). Dès que le bouton-poussoir est relâché, le distributeur commute et la tige de piston rentre. Le vérin est mis à l'échappement par l'orifice 5(R).

Lorsque le bouton-poussoir est relâché, le sens de déplacement change immédiatement et la tige de piston rentre. Une modification du sens de déplacement n'est donc pas possible tant que la tige de piston n'a pas atteint sa position initiale ou sa position de fin de course.

## TP3 – Pilotage indirect d'un vérin

### 3.1. Objectif visé

Apprendre aux stagiaires les moyens de pilotage indirect des vérins à simple effet et des vérins à double effet.

### 3.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 3.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à simple effet ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande pneumatique et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 4/2 à commande pneumatique et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 à commande pneumatique et rappel par ressort.

### 3.4. Description du TP

Les vérins à sortie et à rentrée rapides et les vérins à grand alésage ont besoin d'une grande quantité d'air. Pour leur pilotage, on doit utiliser un préactionneur à gros débit nominal. Dès que la force à appliquer pour le pilotage d'un vérin devient trop importante, il faut recourir à un pilotage indirect. Pour cela, on utilise un autre distributeur, plus petit, chargé d'émettre un signal grâce auquel peut être libérée la puissance nécessaire à la commande du préactionneur.

#### A. Vérin à simple effet

Un vérin à simple effet, à grand alésage, doit sortir lorsqu'on actionne un bouton-poussoir et rentrer dès que le bouton est relâché (fig. TP2-1).

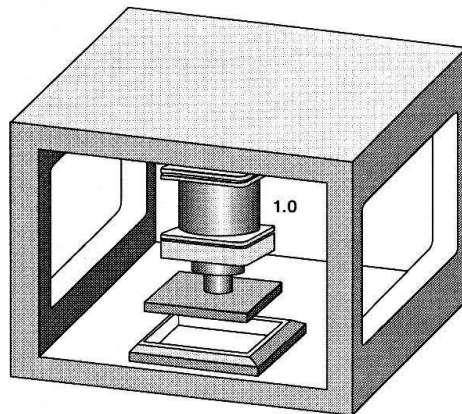


Fig. TP3-1

## B. Vérin à double effet

Un vérin à double effet doit sortir lorsqu'on actionne un bouton-poussoir et rentrer lorsqu'on libère le bouton. Le vérin a un alésage de 250 mm et, par conséquence, nécessite une grande quantité d'air.

### 3.5. Déroulement du TP

#### A. Vérin à simple effet

En position initiale (fig. TP3-2), la tige de piston du vérin à simple effet 1.0 est rentrée, le préactionneur 1.1 est inactif en raison de l'action du ressort de rappel et l'orifice 2(A) est mis à l'échappement à l'air libre.

Lorsqu'on actionne le bouton-poussoir, le distributeur 1.2 ouvre le passage et envoie une pression à l'orifice de commande 12(Z) du préactionneur 1.1 qui se déplace en repoussant le ressort et ouvre à son tour le passage. La pression qui vient alors s'appliquer sur le piston provoque la sortie de la tige du vérin à simple effet. Le signal reste présent au niveau de la canalisation 12(Z) tant que le bouton-poussoir reste actionné. Lorsque la tige du vérin est arrivée en fin de course, elle ne pourra quitter cette position qu'après que le bouton-poussoir ait été relâché.

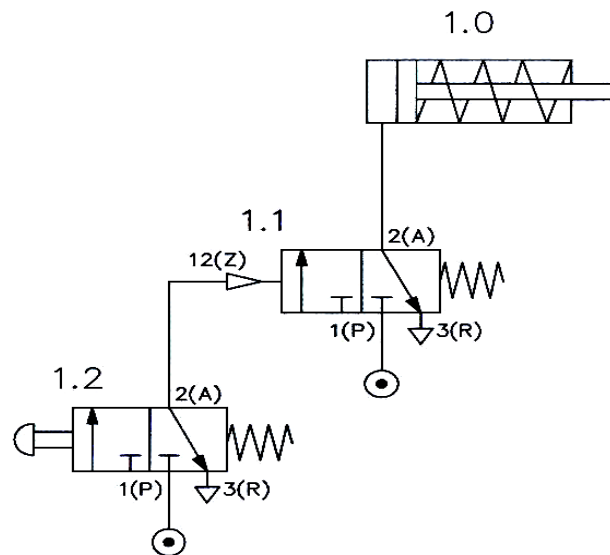


Fig. TP3-2

Lorsqu'on relâche le bouton-poussoir, le distributeur revient en position initiale et l'orifice de commande du préactionneur est délesté à l'air libre, ce qui provoque l'effacement du signal. Le préactionneur revient lui aussi en position initiale. Le retour de la tige du vérin côté piston est délestée à l'air libre par le biais du préactionneur.

#### B. Vérin à double effet

Pour le pilotage de vérins dont la consommation est importante, il est conseillé de faire appel à un préactionneur à fort débit. Etant donné que la force d'actionnement peut être importante, il conviendra d'opter pour un pilotage indirect.

On peut utiliser comme préactionneurs les distributeurs à commande pneumatique suivants :

- distributeur 5/2 (fig. TP2-3) ;

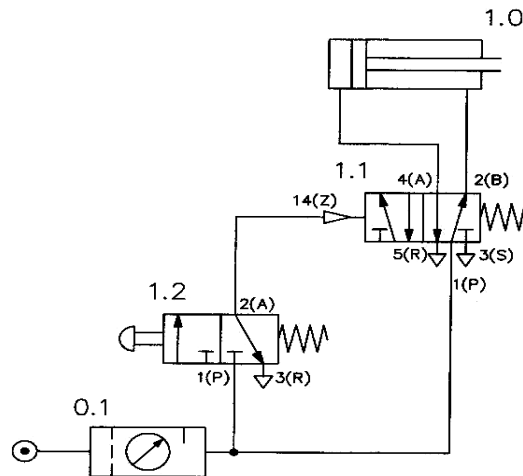


Fig. TP3-3

- distributeur 4/2 (fig. TP3-4).

Une action sur le bouton-poussoir provoque la mise en action du distributeur 1.2 qui libère le passage et un signal apparaît à l'entrée 14(Z) du distributeur 1.1. Ce dernier commute, le côté tête du piston est soumis à une pression et la tige de piston du vérin 1.0 sort. Dès que le bouton-poussoir est relâché, l'entrée de signal du distributeur 1.1 est délestée à l'air libre. Le distributeur 1.1 revient alors en arrière et la tige de piston rentre.

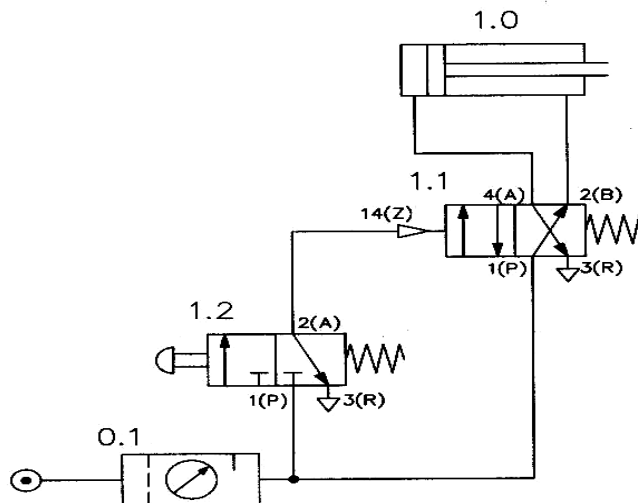


Fig. TP2-4

Dès que le bouton-poussoir est relâché, le sens de déplacement est immédiatement inversé et la tige de piston rentre. Il est possible de modifier le sens de déplacement même si la tige du piston n'a pas encore atteint sa position initiale ou sa position de fin de course. Etant donné que le distributeur 1.1 n'est pas à mémoire, la position de commutation change dès l'action sur le bouton-poussoir 1.2.

## TP4 – Fonctions logiques ET et OU

### 4.1. Objet du TP :

Les sélecteurs de circuit et les sélecteurs à deux clapets sont utilisés comme modules logiques (processeurs). Ils disposent tous deux respectivement de deux entrées et d'une sortie. La sortie du sélecteur de circuit (opérateur OU) est active si au moins un des deux signaux d'entrée (X ou Y) est actif. La sortie du sélecteur à deux entrées (opérateur ET) est active si les deux signaux d'entrée (X et Y) sont actifs.

### 4.2. Durée :

Le travail pratique proposé est d'une durée totale de 3 heures.

### 4.3. Equipement :

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande à galet et rappel par ressort (capteur de position « fin de course ») ;
- Distributeur pneumatique 5/2 à commande pneumatique et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Sélecteurs à deux entrées et une sortie (circuit logique ET et circuit logique OU)

### 3.4. Description du TP :

#### A. Fonction logique ET

Un poste de transfert doit prélever des pièces sur un convoyeur à bande (fig. TP3-1). La tige de piston du vérin 1.0 sort lorsque un distributeur 3/2 à galet est actionné par la pièce et qu'un distributeur à bouton-poussoir est actionné par l'opérateur. Dès que le bouton-poussoir est relâché, le vérin 1.0 revient à sa position initiale.

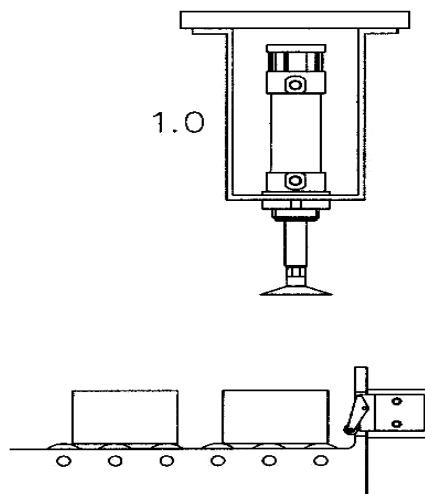


Fig. TP4-1

## B. Fonction logique OU

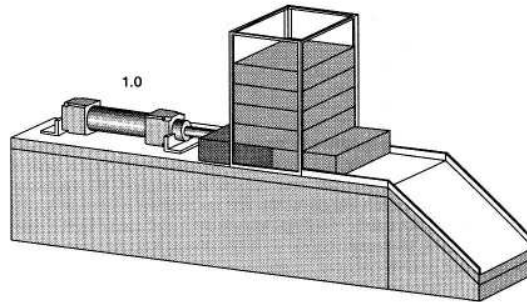


Fig. TP4-2

Un vérin à double effet est chargé de prélever des pièces dans un magasin de pièces (fig. TP3-2). Lorsqu'on actionne un bouton-poussoir ou une pédale, la tige du piston sort jusqu'au capteur de position « fin de course » (un capteur 3/2 à galet) et revient aussitôt.

## 4.5. Déroulement du TP :

### A. Fonction logique ET

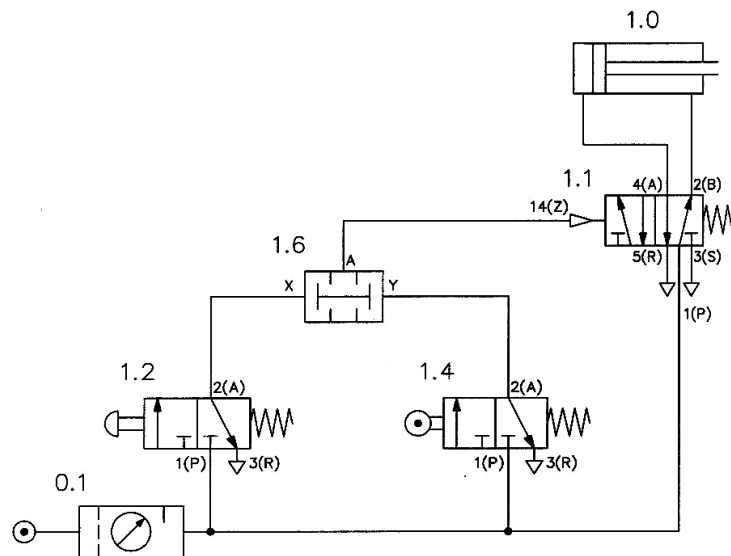


Fig. TP4-3

Les entrées X et Y du sélecteur à deux entrées (1.6) (fonction logique ET) sont reliées aux orifices de travail 2(A) des deux distributeurs 3/2, l'un à bouton-poussoir et l'autre à galet (fig. TP3-3). Lorsqu'on appuie sur l'un des boutons-poussoirs, le passage se libère dans le distributeur correspondant. Un signal est alors présent à l'une des entrées du sélecteur à deux entrées mais étant donné qu'une seule des entrées est active, la condition ET n'est pas remplie et la sortie du sélecteur à deux entrées reste fermée. Si l'on actionne simultanément le second bouton-poussoir, un signal est également présent à la seconde entrée, la condition ET est remplie et un signal se manifeste à la sortie du sélecteur à deux entrées. Le préactionneur 1.1 est activé, le piston du vérin est soumis à une pression et la tige du vérin sort.

Lorsqu'on relâche l'un des deux boutons-poussoirs, la condition ET n'est plus remplie et le signal de sortie du sélecteur à deux entrées disparaît. La pression de signal de l'entrée de commande du préactionneur 1.1 s'échappe à l'air libre par le biais du distributeur revenu à sa position initiale. Le côté tige de piston est alors soumis à une pression qui fait rentrer la tige du vérin.

Le sélecteur à deux entrées peut éventuellement être remplacé par la pose en série de deux distributeurs 3/2 à bouton-poussoir (fig. TP3-4). Le flux du signal passe par les distributeurs à bouton-poussoir 1.2 et 1.4 pour se diriger vers le préactionneur 1.1. Ce dernier ne commute que si la condition ET est remplie, c'est-à-dire si les deux distributeurs à bouton-poussoir sont actionnés simultanément. Dès que l'on relâche un des boutons-poussoirs, le signal disparaît au niveau du préactionneur et la tige du vérin rentre.

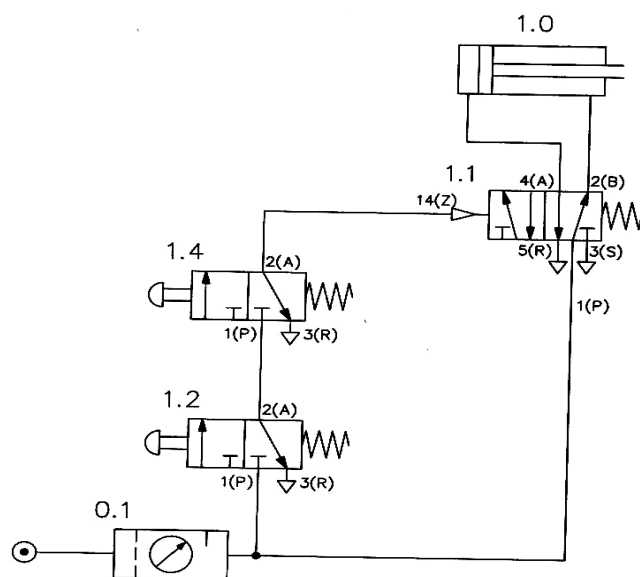


Fig. TP4-4

### A. Fonction logique OU

#### 1 étape

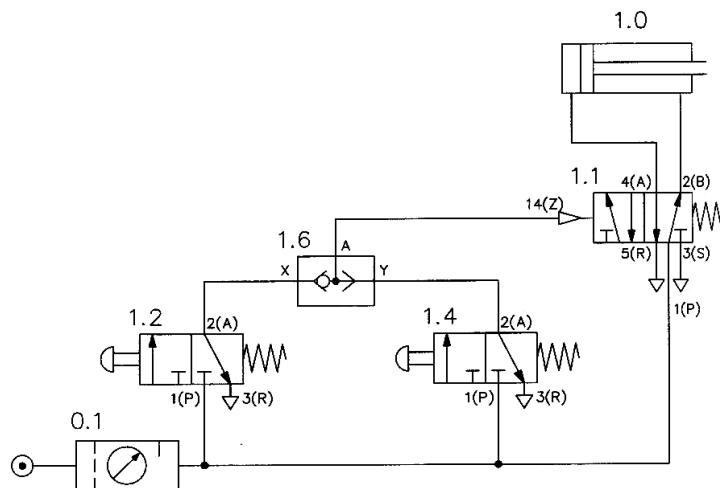


Fig. TP4-5

Les entrées X et Y (fonction OU) du sélecteur de circuit (1.6) sont reliées aux orifices de travail des deux distributeurs 3/2 à bouton-poussoir (fig. TP3-5). Lorsqu'on actionne l'un des boutons-poussoirs, le passage se libère dans le distributeur correspondant, ce qui provoque l'apparition d'un signal à l'entrée du sélecteur de circuit. La condition OU est de la sorte réalisée et le signal est transmis à la sortie du sélecteur de circuit. Pour éviter que la pression de signal ne s'échappe par l'échappement du distributeur non actionné, on fait en sorte d'obturer la conduite dans le sélecteur de circuit. Le signal fait commuter le préactionneur 1.1. Le côté tête de piston du vérin est soumis à une pression et la tige du vérin sort.

Lorsqu'on actionne le second bouton-poussoir, la fonction OU est également remplie et le signal reste présent au niveau du préactionneur. Lorsqu'on relâche les deux boutons-poussoirs, la pression de signal chute en s'échappant des distributeurs à bouton-poussoir et le préactionneur revient à sa position initiale. La pression passe alors sur le côté tige du piston et provoque la rentrée de la tige.

II étape - Solution du problème posé

La détection de fin de course avant de la tige de piston est maintenant assurée par un capteur à galet (fig. TP3-6). En outre, le préactionneur utilisé est un distributeur à commande par impulsions (bistable).

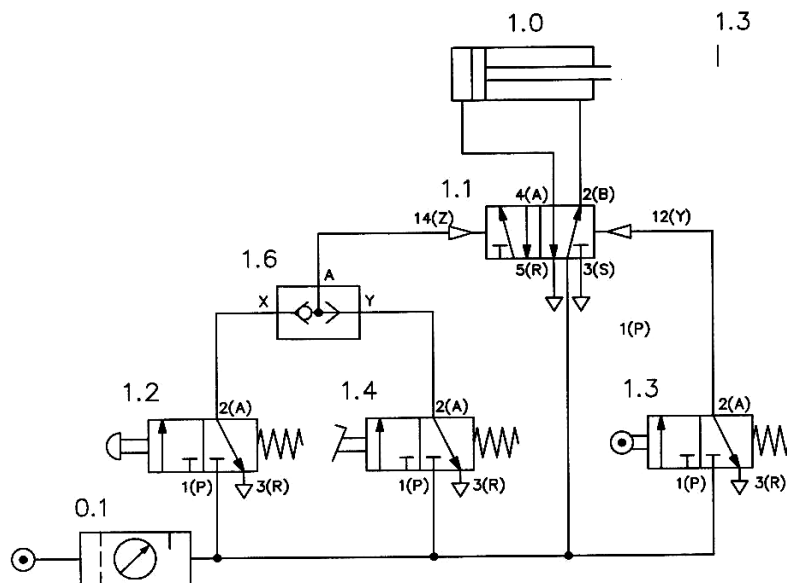


Fig. TP4-6

Dès que la tige de piston a atteint la position de fin de course avant, le capteur 1.3 à galet génère un signal qui provoque la commutation du préactionneur 1.1. Un tel dispositif est appelé commande en fonction du déplacement : la position de la tige de piston est détectée par un capteur de position « fin de course ». Etant donné que le signal à l'entrée 14(2) du distributeur 5/2 reste actif jusqu'à l'apparition d'un signal à la sortie 12(Y), il suffit d'une très courte action sur les boutons-poussoirs pour provoquer la sortie de la tige du piston.

Le capteur de position « fin de course » 1.3 étant à ce moment-là libéré, il est possible d'inverser le sens de déplacement en actionnant le bouton-poussoir ou la pédale, même si la tige de piston n'est pas encore revenue à sa position initiale.

III étape - Extension du problème posé

On peut également détecter la position de fin de course arrière de la tige de piston. Il suffit pour cela d'ajouter un second capteur de position « fin de course » (fig. TP4-7).

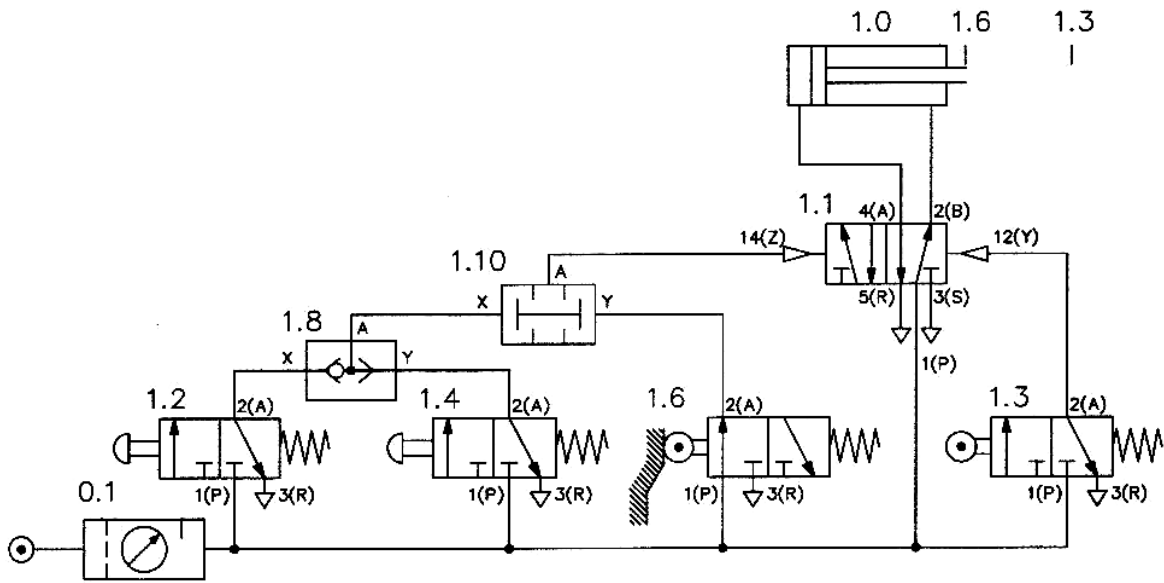


Fig. TP4-7

Le montage ultérieur du sélecteur à deux entrées 1.10 et du détecteur de position 1.6 permet de garantir que la tige de piston ne pourra ressortir que si elle est tout d'abord bien rentrée jusqu'en position de fin de course. Une nouvelle sortie ne peut s'effectuer que si l'un des deux capteurs à bouton-poussoir et le détecteur de position « fin de course » 1.6 sont actionnés. Après avoir atteint la position de fin de course avant (capteur de position « fin de course » 1.3), la tige de piston peut continuer à rentrer même si les capteurs à bouton-poussoir sont encore actionnés car le détecteur de position « fin de course » 1.6 n'est pas actionné.

## TP5 – Circuit mémoire et commande en fonction de la vitesse

### 5.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les distributeurs bistables « à mémoire » et les familiariser avec les moyens de commande de la vitesse de déplacement de la tige d'un vérin.

### 5.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 5.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande à galet et rappel par ressort (capteur de position « fin de course ») ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Réducteur de débit unidirectionnel.

### 5.4. Description du TP

Pour prélever des pièces dans un magasin de pièces (fig. TP4-1), la tige de piston d'un vérin à double effet doit sortir jusqu'en position de fin de course lorsqu'on actionne un bouton-poussoir puis revenir automatiquement en position initiale. L'arrivée en position de fin de course est détectée par un capteur à galet. La sortie de la tige du piston ne s'interrompt pas lorsqu'on relâche le bouton-poussoir. La vitesse de déplacement du piston doit pouvoir être réglée dans les deux sens.

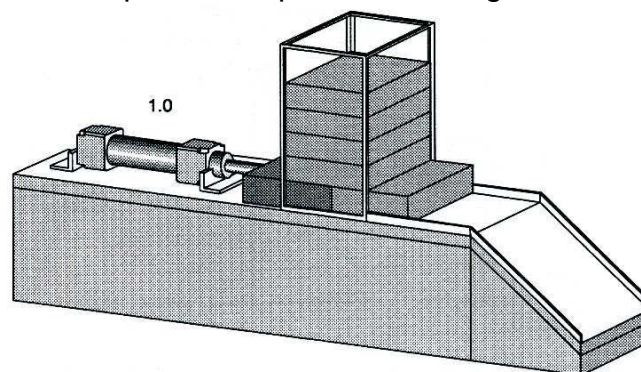


Fig. TP4-1

### 5.5. Déroulement du TP

Les distributeurs 5/2 et 4/2 à impulsions utilisés dans le cas présent ont la particularité de mémoriser l'état de commutation. Le distributeur reste dans sa position jusqu'à ce qu'un nouveau signal de commande vienne modifier cette

position. Cette caractéristique est indépendante de la durée d'application du signal sur le préactionneur.

Par ailleurs, la vitesse de déplacement de la tige du piston peut être commandée en réglant le débit volumique au niveau des réducteurs de débit unidirectionnels. Étant donné que le débit d'air est freiné au refoulement, on parle de réduction du débit d'échappement.

En position initiale, le préactionneur 1.1 est au repos, le piston est soumis à une pression côté tige, cette dernière restant alors en position rentrée.

Une action sur le bouton-poussoir 1.2 provoque la commutation du capteur qui libère le passage et permet l'établissement d'un signal à l'entrée 14(Z) du préactionneur 1.1. Ce dernier commute, le côté tête de piston du vérin est mis sous pression et la tige du piston sort. Alors que l'alimentation en air se fait sans résistance au niveau du réducteur de débit unidirectionnel 1.01, le délestage de la chambre côté tige de piston est, lui, freiné par le réducteur de débit 1.02.

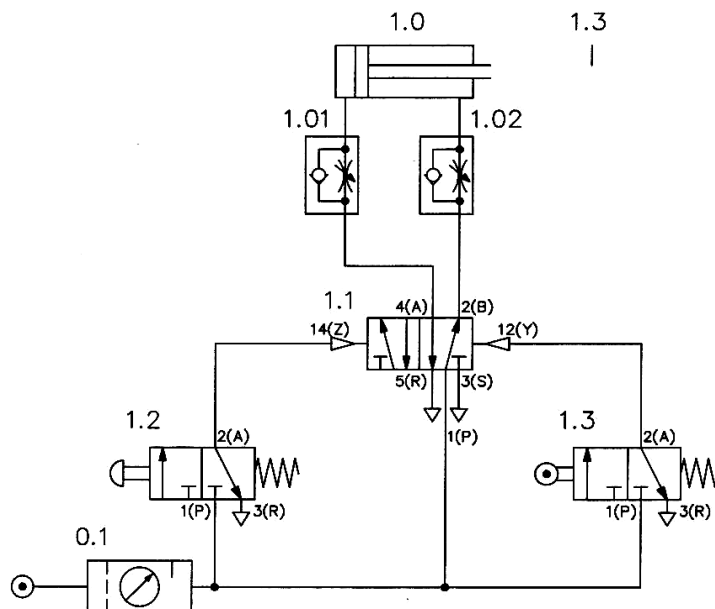


Fig. TP5-2

Ce procédé permet de réduire la vitesse de sortie de la tige du vérin. Lorsqu'on relâche le capteur à bouton-poussoir 1.2, le préactionneur 1.1 conserve le même état puisqu'il s'agit d'un distributeur à mémorisation de signal. Une action sur le capteur à galet 1.3 permet l'envoi d'un signal à l'entrée 12(Y) du préactionneur. Ce dernier commute et provoque la mise sous pression du côté tige du piston et, par conséquent, la rentrée de la tige. L'air d'échappement est freiné par le réducteur de débit unidirectionnel 1.01. Lorsqu'on relâche le capteur à galet 1.3, le préactionneur 1.1 ne change pas d'état puisqu'il conserve le signal en mémoire.

Les réducteurs de débit unidirectionnels permettent ici de ne pas entraver le passage à l'alimentation. Par contre, ils freinent l'air d'échappement, ce qui entraîne une réduction de la vitesse de déplacement du piston. Étant donné que le débit

d'échappement n'est pas le même de part et d'autre du piston, les réducteurs doivent être réglés différemment si l'on veut obtenir une vitesse égale à la sortie et à la rentrée de la tige.

**Remarque**

L'arrivée en fin de course de la tige de piston déclenche le capteur de position « fin de course » 1.3. Si le bouton-poussoir 1.2 reste à l'état actionné, il ne peut y avoir de commutation au niveau du distributeur 1.1. Il y a alors un signal aux deux pilotages 12(Y) et 14(Z) et c'est le signal émis le premier 14(Z) qui prévaut. Le signal présent à l'orifice de commande 12(Y) est sans effet. La tige de piston reste sortie. Sa rentrée ne sera pas possible qu'après le relâchement du bouton-poussoir 1.2 et, par conséquent, la mise hors pression du pilotage 14(Z).

Le même circuit peut être commandé manuellement de deux endroits différents (fig. TP4-3).

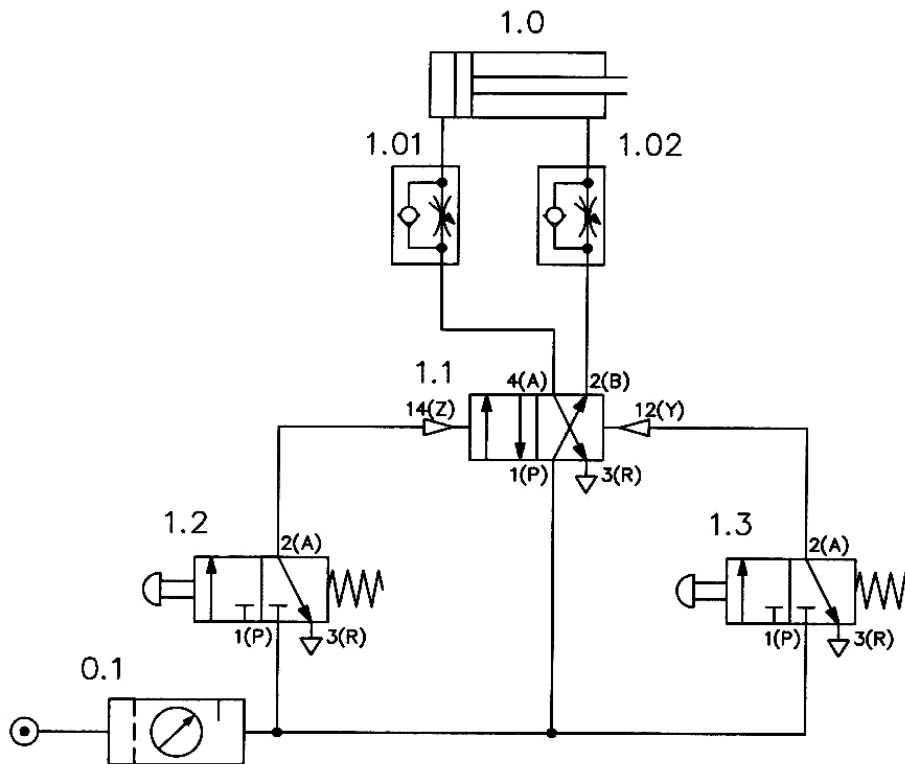


Fig. TP4-3

## TP6 – Soupape d'échappement rapide

### 6.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande de la vitesse de déplacement de la tige d'un vérin.

### 6.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 6.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 à commande pneumatique et rappel par ressort ;
- Sélecteur à deux entrée et une sortie (circuit logique ET) ;
- Soupape d'échappement rapide ;
- Réducteur de débit unidirectionnel.

### 6.4. Description du TP

Une action simultanée sur deux distributeurs à commande par bouton-poussoir fait sortir l'étampe d'une machine à plier des barres plates (fig. TP6-1). L'étampe est mue par un vérin double effet. Pour que la vitesse de sortie soit relativement rapide, on fait appel à une soupape d'échappement rapide. La vitesse de rentrée de la tige doit être réglable. Il suffit de relâcher l'un des deux boutons-poussoirs pour que l'étampe revienne à sa position initiale.

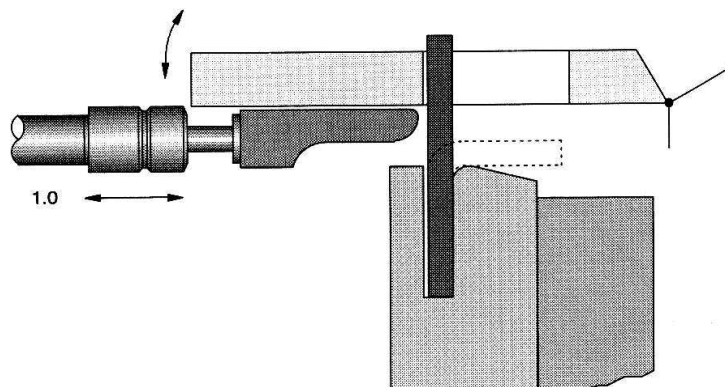


Fig. TP6-1

### 6.5. Déroulement du TP

En position initiale, aucun distributeur n'est activé (fig. TP6-2). La sortie à l'air libre de la soupape d'échappement rapide est fermée, le côté tige de piston du vérin 1.0 est soumis à une pression et la tige de piston reste rentrée.

Lorsqu'on actionne les capteurs 1.2 et 1.4, un signal apparaît aux pilotages X et Y du sélecteur à deux clapets 1.6. La condition ET est remplie et le signal est transmis à l'orifice de commande 14(Z) du préactionneur 1.1.

Ce dernier commute, la chambre côté tête de piston du vérin est alimentée en pression et la tige du vérin sort. Du fait de l'inversion du distributeur 1.1, l'entrée 1(P) de la soupape d'échappement rapide 1.02 est mise hors pression. L'air refoulé du côté tige du piston pendant la sortie du vérin ouvre la soupape d'échappement rapide et s'écoule par l'orifice 3(R) directement à l'air libre. Ceci permet de supprimer la résistance à l'écoulement au niveau du distributeur 1.1 et des canalisations. La tige du vérin peut donc sortir plus rapidement.

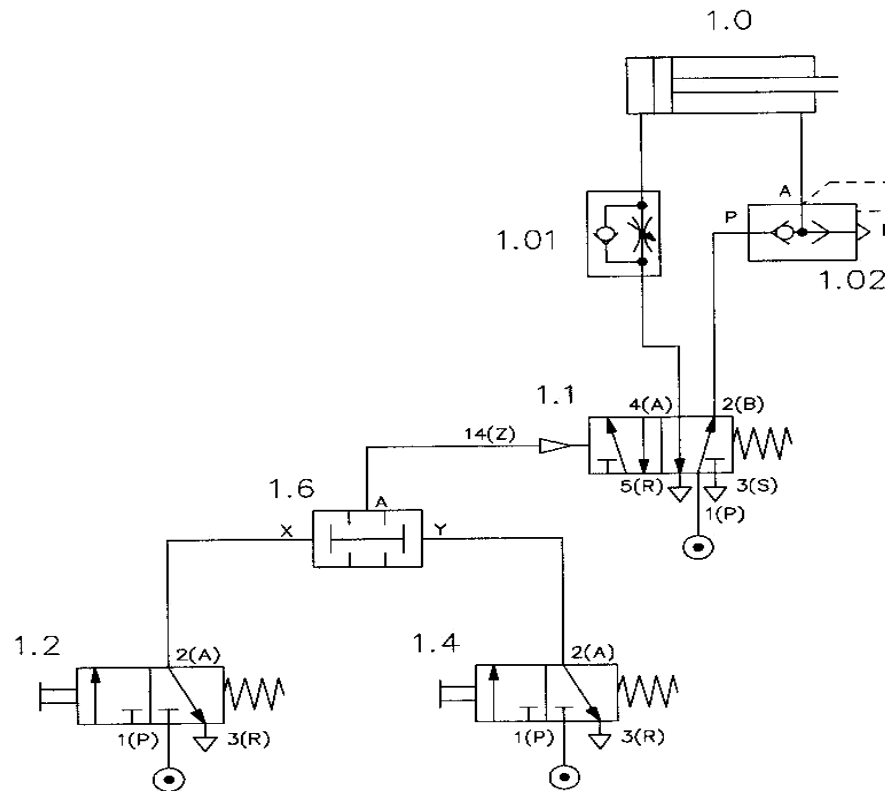


Fig. TP6-2

Lorsqu'on relâche un des boutons-poussoirs, la condition ET n'est plus remplie au niveau du sélecteur à deux clapets 1.6. Le préactionneur 1.1 commute, la soupape d'échappement rapide 1.02 se ferme et la tige du vérin rentre. Le réglage de la vitesse de rentrée du vérin s'effectue au niveau de l'étranglement du réducteur de débit unidirectionnel 1.01.

## TP7 – Commande en fonction de la pression

### 7.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande du déplacement de la tige d'un vérin en fonction d'une pression.

### 7.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 7.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Soupape de séquence ;

### 7.4. Description du TP

L'opération consiste à estamper une pièce à l'aide d'une matrice actionnée par un vérin à double effet (fig. TP7-1). La matrice doit sortir et frapper la pièce lorsqu'on actionne un bouton-poussoir. Une fois atteinte une pression pré-réglée, le vérin doit revenir automatiquement. La pression d'estampage maximum doit pouvoir être réglée.

### 7.5. Déroulement du TP

Si la tige du piston ne se trouve pas en position initiale lors de la mise en service (fig. TP7-2), il faudra procéder à une mise en référence en actionnant manuellement le distributeur 5/2 piloté (au moyen de la commande manuelle auxiliaire).

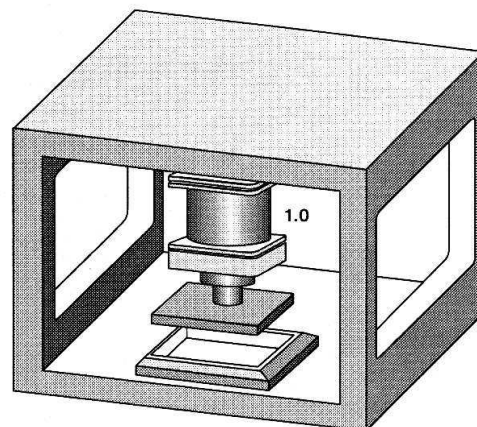


Fig. TP7-1

En position initiale, tous les distributeurs sont à l'état non activé, le piston, côté tige du vérin, est soumis à une pression et la tige du piston reste rentrée.

Le fait d'actionner le bouton-poussoir permet d'ouvrir le passage du capteur 1.2 et d'envoyer un signal au distributeur 1.1 (entrée 14(Z)). Ce dernier commute, la tête du piston est soumise à une pression et la tige du piston sort. Le préactionneur 1.1 (distributeur à impulsions) conserve sa position même lorsqu'on relâche le bouton-poussoir 1.2. Dès que la tige du piston atteint la pièce, le mouvement est stoppé et la pression commence à monter sur la tête du piston, s'accompagnant d'une augmentation de la pression sur la matrice.

La conduite de commande de la soupape de séquence 1.3 est reliée à la conduite de puissance. Dès que la pression du vérin atteint la valeur de consigne de la soupape de séquence, le distributeur 3/2 commute, envoyant un signal au préactionneur 1.1 (entrée 12(Y)). Ce dernier commute à son tour, le côté tige du piston reçoit une pression et la tige rentre. A ce moment, la pression de commande de la soupape de séquence décroît en deçà de son seuil et la soupape de séquence revient à sa position initiale.

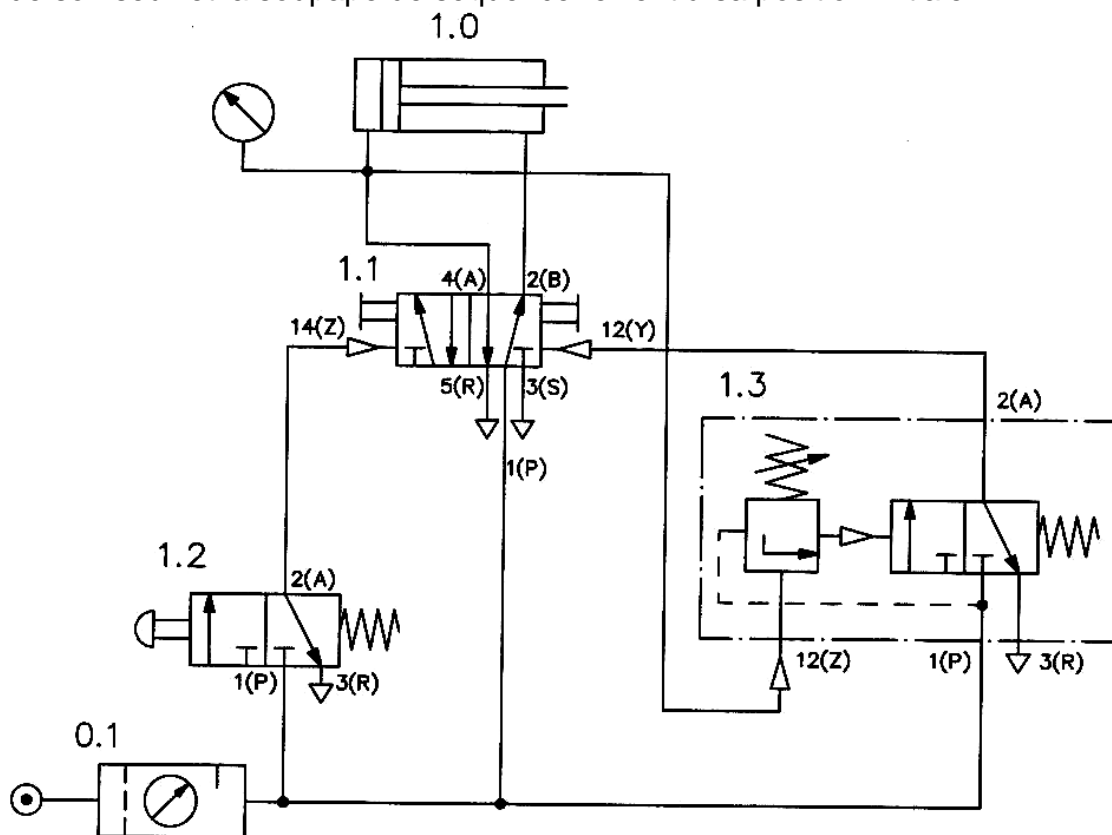


Fig. TP7-2

Pour obtenir une commutation absolument fiable, la pression d'enclenchement réglée au niveau de la soupape de séquence doit être inférieure à la pression d'alimentation.

Au cas où la tige de piston rencontrerait un obstacle, elle rentrerait aussitôt, avant d'atteindre la position d'estampage.

Le schéma de commande peut être amélioré en utilisant un capteur 3/2 à galet qui prépare le fonctionnement du régulateur de pression (fig. TP7-3).

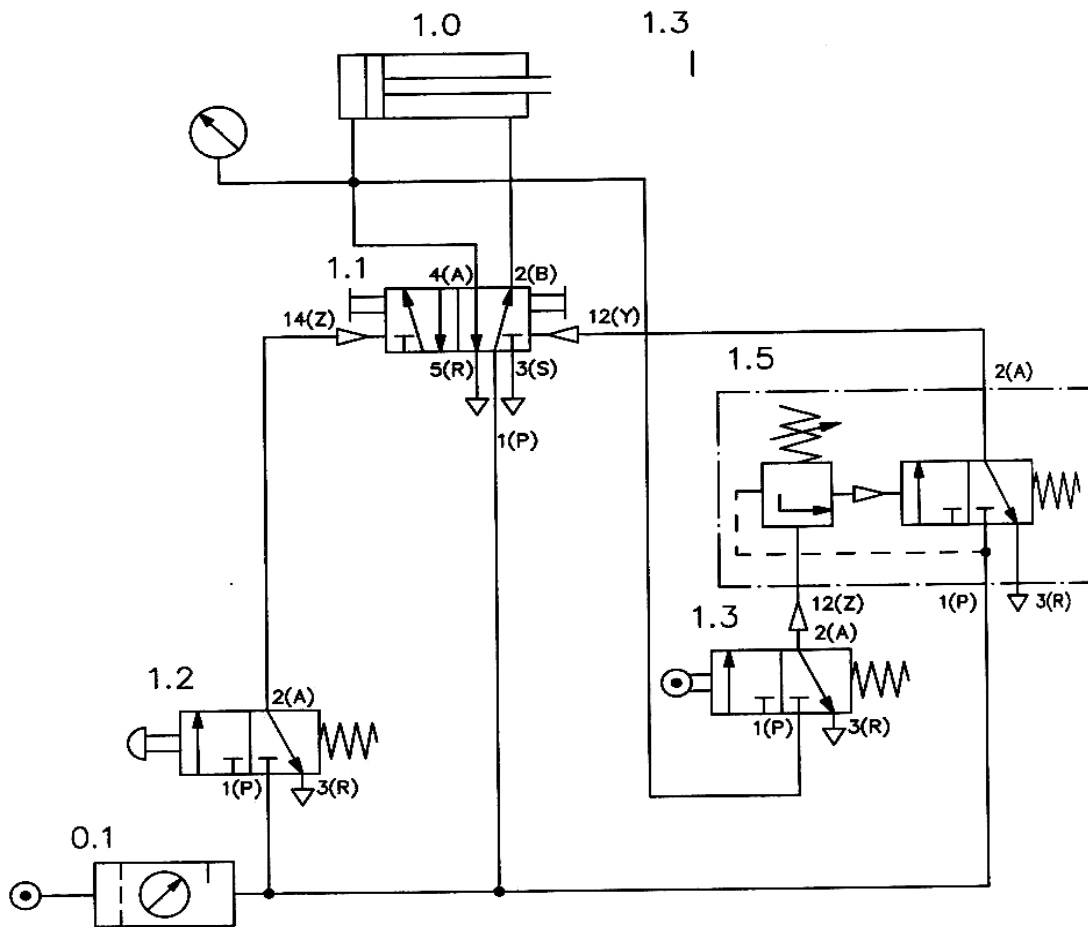


Fig. TP7-3

En position initiale, les distributeurs 1.2 et 1.3 ne sont pas actionnés, la chambre côté tige du piston du vérin 1.0 est sous pression et la tige du piston reste à l'état rentré. Si besoin est, le circuit doit pouvoir être ramené à l'état initial au moyen de la commande manuelle du préactionneur 1.1. Une action sur le capteur 1.2 provoque l'apparition d'un signal au pilotage 14(Z) du préactionneur 1.1. Ce dernier commute, la chambre côté tête du piston du vérin 1.0 est mise sous pression et la tige du vérin sort. Lorsqu'on relâche le bouton-poussoir 1.2, la position de commutation du distributeur à impulsions 1.1 ne change pas car ce dernier est doté d'une mémoire.

Le capteur de position « fin de course » 1.3 est actionné peu avant l'arrivée de la tige du vérin en bout de course (position d'estampage). L'action sur le capteur à commande par galet 1.3 libère le passage entre l'alimentation 1(P) et la soupape de séquence 1.5. Pendant le processus d'estampage, la pression commence à monter dans la chambre côté tête du piston. L'aiguille du manomètre se déplace vers la droite. Lorsque la pression atteint la valeur prédéterminée au niveau de l'orifice de commande 12(Z) de la soupape de séquence, le distributeur 3/2 de celle-ci commute. Le préactionneur 1.1 s'inverse et la tige du vérin rentre. Ce faisant, elle libère au passage le capteur de position « fin de course » 1.3 et le signal s'efface à l'entrée 12(Y) du distributeur 1.1. Enfin, la soupape de séquence se désactive.

## TP8 – Module de temporisation

### 8.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande du déplacement de la tige d'un vérin en fonction du temps.

### 8.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 1 heure.

### 8.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Sélecteur à deux entrée et une sortie (circuit logique ET) ;
- Temporisateur ;
- Réducteur de débit unidirectionnel.

### 8.4. Description du TP

On utilise un vérin à double effet pour comprimer et coller des composants (fig. TP8-1). Lorsqu'on actionne un bouton-poussoir, la tige du piston du vérin de la presse sort lentement. Dès que la position de pressage est atteinte, la pression de pressage doit être maintenue pendant environ 6 secondes. Une fois cette durée écoulée, la tige de piston revient automatiquement à sa position initiale. Pour recommencer l'opération, il est indispensable que la tige de piston soit revenue dans sa position initiale. Il ne doit pas y avoir de démarrage de cycle (verrouillage) pendant une durée d'environ 5 secondes correspondant au temps mis pour enlever la pièce usinée et mettre en place les pièces suivantes. La vitesse de rentrée de la tige doit être rapide tout en étant réglable.

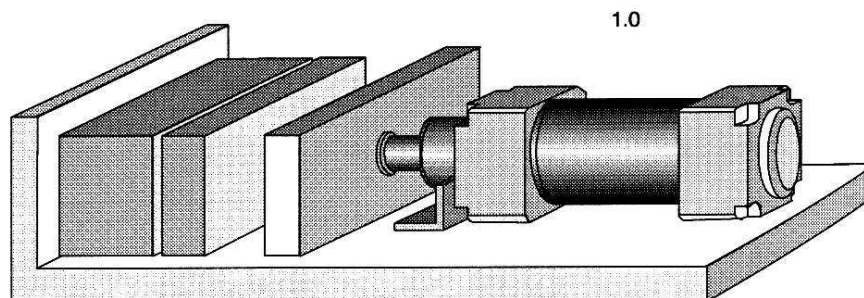


Fig. TP8-1

### 8.5. Déroulement du TP

En position initiale, le distributeur à commande par galet 1.4 est actionné par la tige du vérin et le temporisateur 1.6 est enclenché, c'est à dire que l'orifice de travail 2(A) fournit un



En arrivant à sa position initiale, la tige du vérin actionne le distributeur à commande par galet 1.3, ce qui libère le passage de l'air d'alimentation vers le temporisateur 1.5 et la pression monte dans le réservoir. La vitesse de montée en pression peut être réglée au moyen du réducteur de débit intégré. Lorsque la pression de commutation est atteinte, le distributeur 3/2 intégré commute et un signal apparaît au pilotage 12(Y) du préactionneur 1.1. Le distributeur 1.1 commute et la tige du vérin rentre. Dès que le capteur de fin de course 1.3 est libéré, le temporisateur 1.5 revient à sa position de sortie.

En atteignant sa position initiale, la tige du vérin actionne le capteur de fin de course 1.4. La pression commence à monter dans le réservoir d'air du temporisateur 1.6 et finit par atteindre la pression de commutation au bout d'un temps  $t_2 = 5$  secondes. Le distributeur intégré 3/2 commute. Tout le système se retrouve de la sorte à son état initial et un nouveau cycle peut démarrer.

La vitesse de déplacement de la tige du vérin est réglée au niveau des étranglements des réducteurs de débit unidirectionnels 1.01 et 1.02 (réduction à l'échappement).

## TP9 – Déplacement coordonné

### 9.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande du déplacement coordonné de deux ou plusieurs vérins.

### 9.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 3 heures.

### 9.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande par galet et rappel par ressort ;

### 9.4. Description du TP

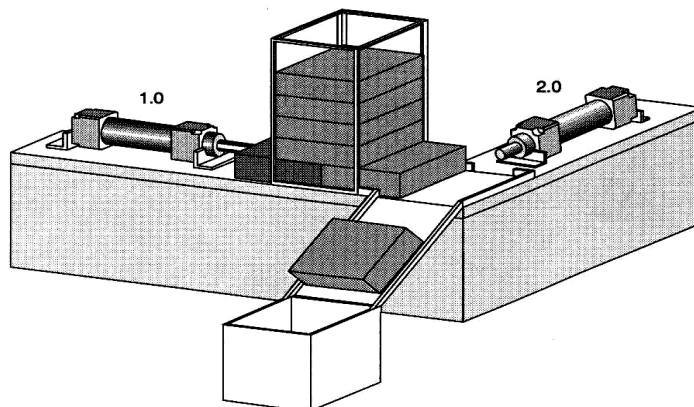


Fig. TP8-1

Le transfert de pièces d'un magasin de pièces sur un toboggan s'effectue au moyen de deux vérins à double effet (fig. TP9-1). Lorsqu'on actionne un bouton-poussoir le premier vérin pousse la pièce hors du magasin puis le second vérin reprend la pièce pour la pousser sur le toboggan. Dès leur tâche accomplie, les vérins reviennent à leur position initiale l'un après l'autre, d'abord le premier, puis le second. Pour assurer un transfert sans risque des pièces, il est indispensable de pouvoir détecter les positions initiales et de fin de course des tiges de piston.

### 9.5. Déroulement du TP

Le cycle de déplacement peut être déterminé au moyen du diagramme des phases (fig. TP9-2) et décomposé en quatre étapes:

- |  |   |                      |
|--|---|----------------------|
| - Les distributeurs 1.2 et 1.4 actionnés | ⇒ | Sortie du vérin 1.0  |
| - Le distributeur 2.2 actionné           | ⇒ | Sortie du vérin 2.0  |
| - Le distributeur 1.3 actionné           | ⇒ | Rentrée du vérin 1.0 |
| - Le distributeur 2.3 actionné           | ⇒ | Rentrée du vérin 2.0 |

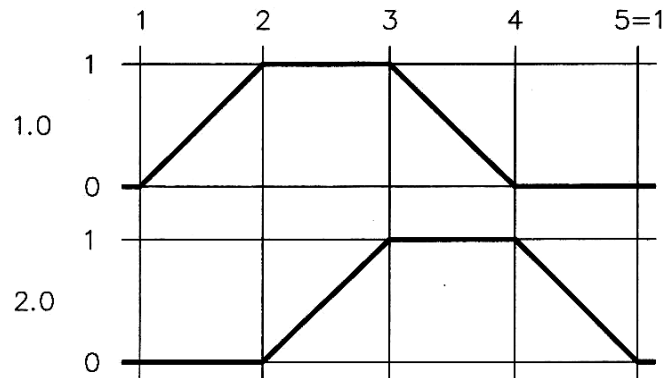


Fig. TP9-2

La détection des positions de rentrée et sortie de la tige du piston se fait au moyen de distributeurs à commande par galet (fig. TP9-3). L'entrée manuelle du signal se fait par le biais d'un distributeur à bouton-poussoir.

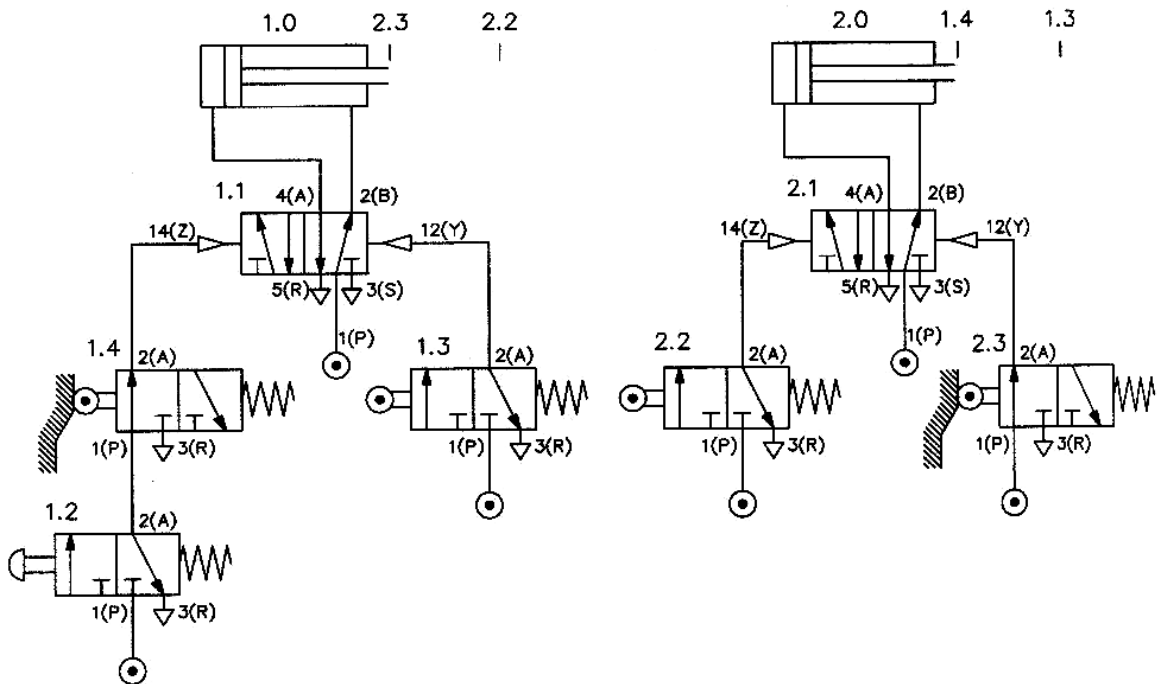


Fig. TP9-3

Une action sur le bouton-poussoir 1.2 provoque la commutation du distributeur 5/2 (1.1) et la sortie de la tige du vérin 1.0 qui pousse la pièce hors du magasin. En fin de course, la tige du vérin actionne le capteur 2.2, ce qui provoque la mise en action du distributeur 5/2 (2.1) et la sortie de la tige du vérin 2.0. La pièce est alors poussée sur le tobogan. Lorsque le vérin 2.0 atteint sa position de fin de course, il provoque la commutation du capteur 1.3 qui entraîne à son tour la commutation du distributeur 1.1 et la rentrée du vérin 1.0. En revenant à sa position initiale, ce dernier actionne le capteur 2.3 qui fait commuter le distributeur 2.1. Le vérin 2.0 rentre et actionne le capteur 1.4 en arrivant à sa position initiale.

Après être revenu à la position initiale du système, il suffit maintenant d'appuyer à nouveau sur le bouton-poussoir 1.2 pour redémarrer un cycle.

## TP10 – Contradiction d'effet

### 10.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande du déplacement coordonné de deux ou plusieurs vérins.

### 10.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

### 10.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande par galet et rappel par ressort ;
- Réducteur de débit unidirectionnel.

### 10.4. Description du TP

Le cycle de déplacement peut être déterminé au moyen du diagramme des phases (fig. TP10-1) et décomposé en quatre étapes:

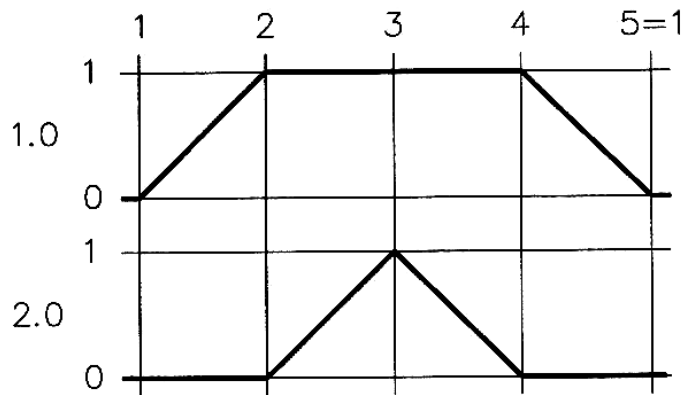


Fig. TP10-1

### 10.5. Déroulement du TP

Il peut arriver que deux signaux soient présents simultanément au pilotage d'un distributeur, on dit alors qu'il y a contradiction d'effet, ce qui empêche la commutation du distributeur. Il existe plusieurs solutions pour remédier à ce problème. Auparavant, il faut arriver à déterminer les endroits où il y a contradiction d'effet (fig. TP10-2).

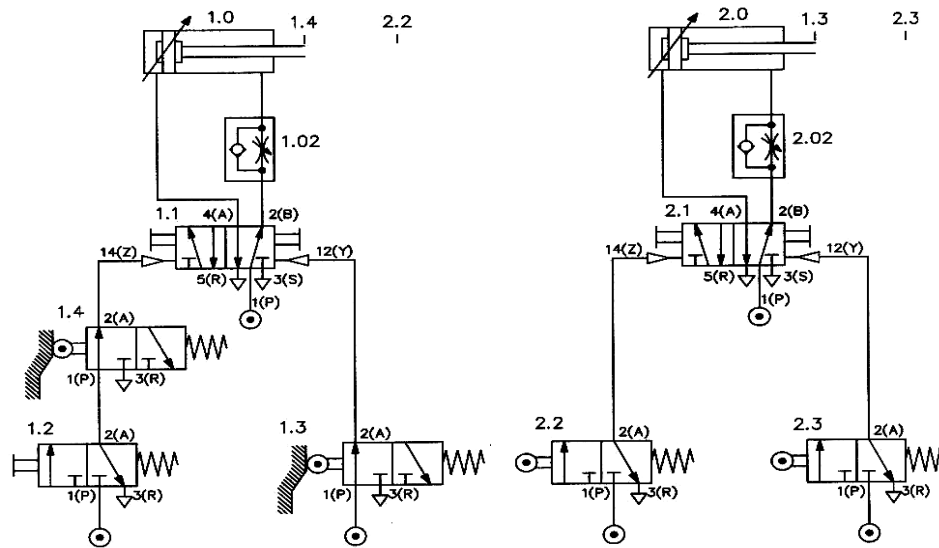


Fig. 10-2

Les contradictions d'effet se manifestent aux étapes 1 et 3. Un signal généré par l'activation du capteur 1.3 est présent au pilotage 12(Y) du distributeur 1.1 lorsque celui-ci est en position initiale. Lorsqu'on actionne le bouton-poussoir 1.2, on obtient également un signal au pilotage 14(Z) du distributeur 1.1. On peut éviter cette contradiction d'effet en utilisant des capteurs à galet escamotable. Ces capteurs ne peuvent être actionnés par la tige de piston que dans un seul sens et sont disposés de sorte à ne pouvoir être actionnés que peu avant que la tige n'atteigne les positions initiale et de fin de course.

A l'étape 3, la contradiction d'effet se manifeste au niveau du distributeur 2.1. En fin de course de sortie, la tige de piston du vérin 1.0 actionne le capteur 2.2. La tige de piston du vérin 2.0 sort et actionne le détecteur de fin de course 2.3 qui délivre alors le signal provoquant la rentrée immédiate de la tige de piston. Si à ce point, le capteur 2.2 est encore activé, deux signaux s'opposent au niveau du distributeur 2.1 et ce dernier ne pourra pas commuter. Dans ce cas il est également possible d'éviter cet incident si le capteur 2.2 dispose d'un galet escamotable (fig. TP10-3).

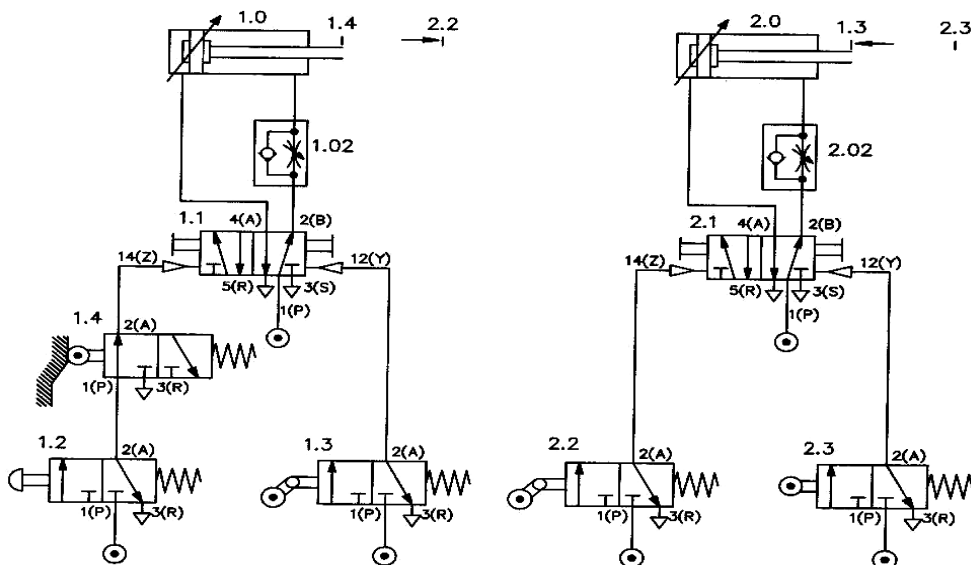


Fig. TP10-3

## TP11 – Coupure du signal à l'aide d'un distributeur d'inversion

### 11.1. Objectif visé

Approfondir les connaissances des stagiaires sur les moyens de commande du déplacement coordonné de deux ou plusieurs vérins.

### 11.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 5 heures.

### 11.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- Unité d'alimentation en air comprimé ;
- Vérin à double effet ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande manuelle et rappel par ressort ;
- Distributeur pneumatique 5/2 bistable à commande pneumatique ;
- Distributeur pneumatique 3/2 à commande par galet et rappel par ressort ;
- Réducteur de débit unidirectionnel.

### 11.4. Description du TP

#### Variante I

Les problèmes de contradiction d'effet dans le cas précédent peuvent aussi se résoudre par la procédure de suppression du signal à l'aide d'un distributeur d'inversion. Le principe en est le suivant: un signal ne peut demeurer au niveau du distributeur d'inversion que pendant le temps nécessaire à l'activation du distributeur à impulsions. Ce procédé permet de délester, via le distributeur d'inversion, la conduite de commande responsable de l'envoi du signal indésirable.

Si l'on veut éviter les contradictions d'effet, il existe un moyen qui consiste à remplacer le distributeur à galet escamotable par un distributeur d'inversion. Dans ce cas, il faut veiller à effacer en temps voulu au niveau des distributeurs 5/2 à impulsions 1.1 et 2.1 les signaux susceptibles de créer une contradiction. On procédera pour ce faire à une purge des conduites d'alimentation des capteurs de fin de course 1.3 et 2.2, ce, avant que le signal antagoniste n'apparaisse.

#### Variante II

A l'aide d'un dispositif d'avance, des pièces sont extraites d'un magasin et transférées sur un toboggan (fig. TP11-1). Le vérin 1.0 sort les pièces du magasin et le vérin 2.0 les envoie sur le toboggan. La tige du vérin 2.0 doit attendre pour rentrer que le vérin 1.0 soit lui-même rentré. Le cycle démarre par l'action sur un bouton de démarrage. La position de la tige du vérin est détectée par un capteur.

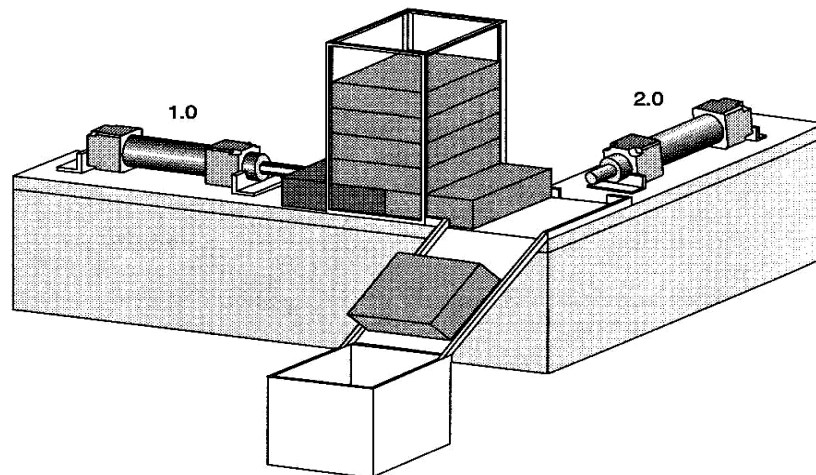


Fig. TP11-1

Le cycle comprend trois étapes (fig. TP11-2). Il peut y avoir contradiction d'effet en deux endroits. A l'étape 1, le vérin 1.0 sort pour rentrer aussitôt à l'étape 2. C'est la raison pour laquelle il peut y avoir aux pilotages 14(Z) et 12(Y) du distributeur 1.1 une contradiction d'effet que l'on peut cependant éviter en faisant appel à un distributeur d'inversion. En position initiale, le capteur 1.4 est actionné par le vérin 2.0. Le capteur à bouton-poussoir 1.2 n'étant actionné que pendant un court instant pour le déclenchement du signal de démarrage, on peut également l'utiliser pour supprimer le premier signal contradictoire.

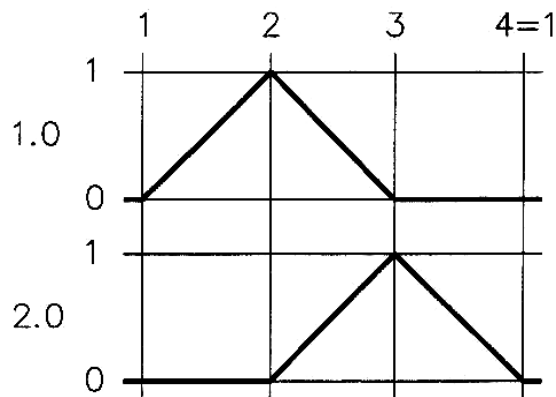


Fig. TP11-2

La seconde contradiction d'effet se manifeste au niveau du vérin 2.0 et du distributeur 2.1 à l'étape 3. Ici, la tige du vérin doit rentrer dès qu'elle a atteint sa position de fin de course avant. Le premier des deux signaux ne doit donc être présent au niveau du distributeur 2.1 que pendant un court instant.

## 10.5. Déroulement du TP

### Variante I

Le distributeur d'inversion 0.3 permet d'alimenter les conduites S1 et S2 en air comprimé ou bien de les délester à l'air libre (fig. TP11-3). En position initiale, les

deux tiges de piston sont rentrées, les capteurs de fin de course 1.3 et 1.4 sont actionnés et les entrées de signaux 12(Y) des distributeurs 5/2, 1.1 et 2.1 sont soumises à une pression.

Une action sur le bouton-poussoir du capteur 1.2 provoque l'actionnement du distributeur d'inversion 0.3. La conduite S1 est alimentée en air comprimé et la conduite S2 est mise à l'échappement. Le capteur 1.3 reste enclenché mais le pilotage 12(Y) du distributeur 1.1 est sans pression. Le pilotage 14(Z) du distributeur 1.1 est mise sous pression, le distributeur commute et la tige de piston du vérin 1.0 sort, provoquant la commutation du fin de course 1.4 et la mise à l'échappement du pilotage 14(Z) du distributeur d'inversion.

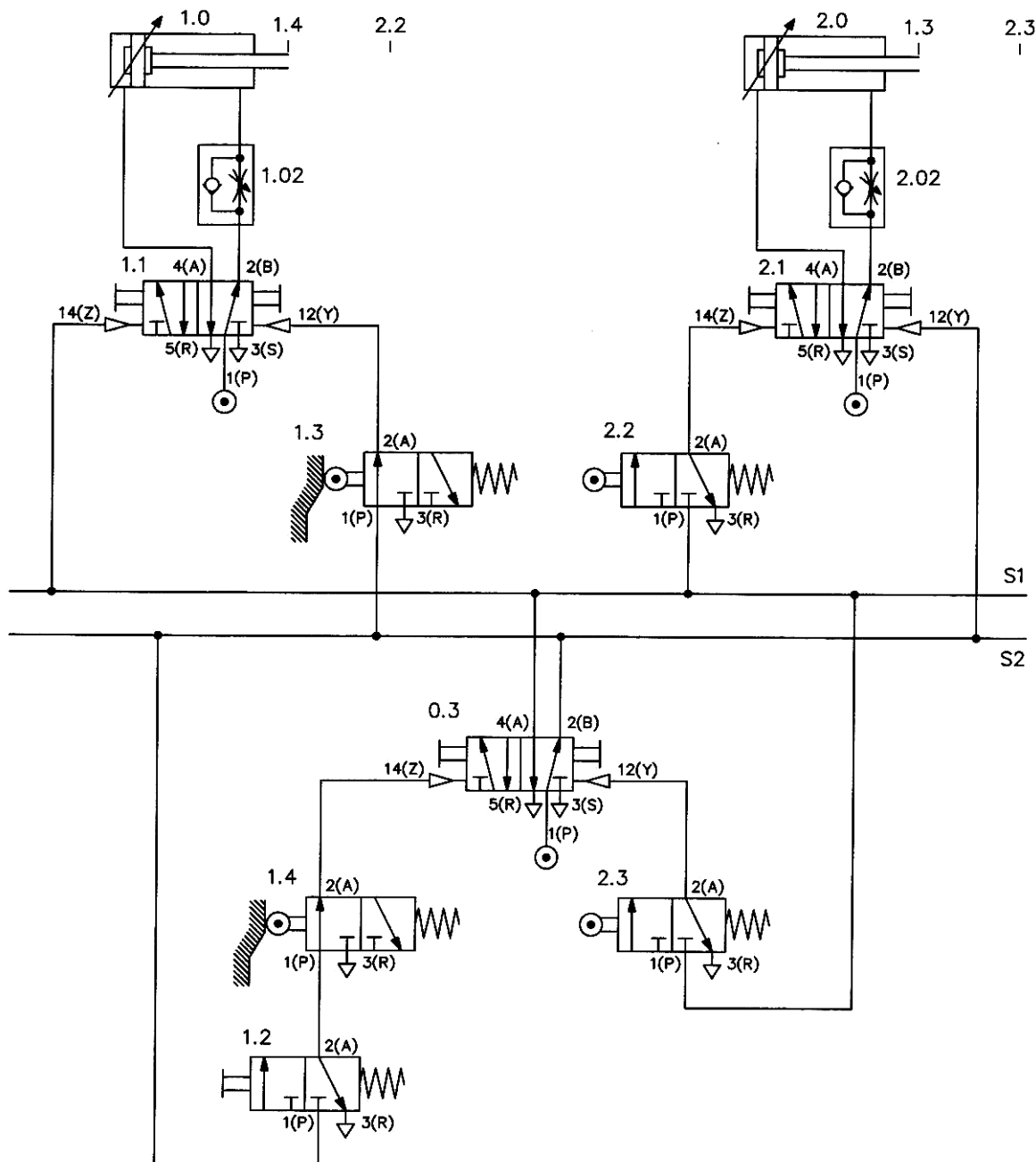


Fig. TP11-3

L'arrivée en fin de course provoque l'actionnement du capteur de fin de course 2.2, le distributeur 2.1 commute et la tige du piston du vérin 2.0 sort.

Dès qu'elle a quitté sa position initiale, la tige de piston actionne le capteur 1.3 et, par conséquent, la mise à l'échappement de l'orifice 12(Y) du distributeur 1.1. En fin de course, c'est le capteur 2.3 qui est actionné. Le distributeur d'inversion 0.3 commute, la conduite S2 est alimentée en pression de réseau et la conduite S1 est hors pression. Le distributeur 2.1 commute et la tige de piston du vérin 2.0 rentre.

En arrivant à sa position initiale, elle actionne le capteur 1.3, ce qui provoque la commutation du distributeur 1.1 et la rentrée de la tige du vérin 1.1. En atteignant sa position initiale, la tige du vérin actionne le capteur 1.4 et tout le système revient à son état initial.

Pour redémarrer un cycle, il faut à nouveau actionner le capteur 1.2.

### Variante II

Pour éviter les contradictions d'effet, le circuit prévu pour la réalisation des 3 étapes comportera trois conduites (fig. TP11-4). Les conduites S1 à S3 représentent les étapes 1 à 3. A l'étape 1, la tige du vérin 1.0 sort. Le signal au pilotage 14(Z) du distributeur 1.1 est transmis par la conduite S1. L'étape 2 comporte deux déplacements: la rentrée de la tige du vérin 1.0 et la sortie de la tige du vérin 2.0.

C'est maintenant la conduite S2 qui alimente les pilotages 12(Y) du distributeur 1.1 et 14(Z) du distributeur 2.1. A l'étape 3, la tige du vérin 2.0 rentre sous l'impulsion du signal fourni par le pilotage 12(Y) du distributeur 2.1. Cette entrée est alimentée par la conduite S3.

On ne peut redémarrer le cycle que si les capteurs 1.2 et 1.4 sont actionnés. Dans ce cas, il faut tout d'abord que le capteur 1.3 soit actionné et génère un signal au pilotage 12(Y) du distributeur d'inversion 0.3. Ce dernier commute et alimente la conduite S2 tout en délestant la conduite S1. La tige du vérin 1.0 rentre et celle du vérin 2.0 sort. La détection des fins de course se fait par le biais des capteurs 2.3 et 2.5 montés en série en amont du pilotage 12(Y) du distributeur d'inversion 0.4. Le distributeur 0.4 commute, la conduite S2 est délestée et la conduite S3 est alimentée. Dès que le capteur 1.4 est actionné par la rentrée de la tige du vérin 2.0, les conditions de démarrage du cycle sont réunies. L'action sur le bouton-poussoir du capteur 1.2 provoque un redémarrage du cycle.

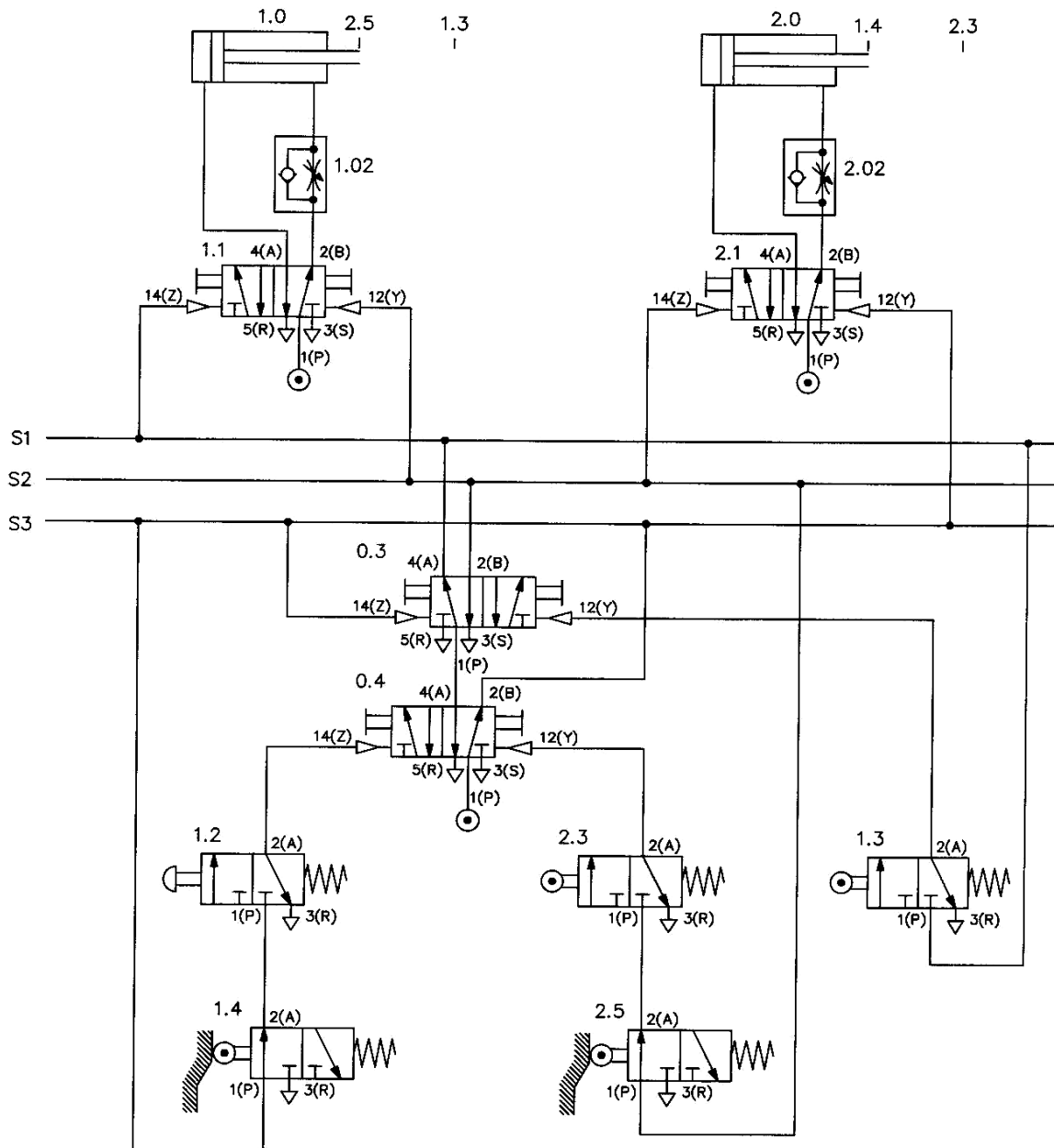


Fig. TP11-4

***Module 12 : MONTAGE DE CIRCUITS  
PNEUMATIQUES***

***EVALUATION DE FIN DE MODULE***

O.F.P.P.T.  
EFP

**MODULE 12 : MONTAGE DE CIRCUITS PNEUMATIQUES**

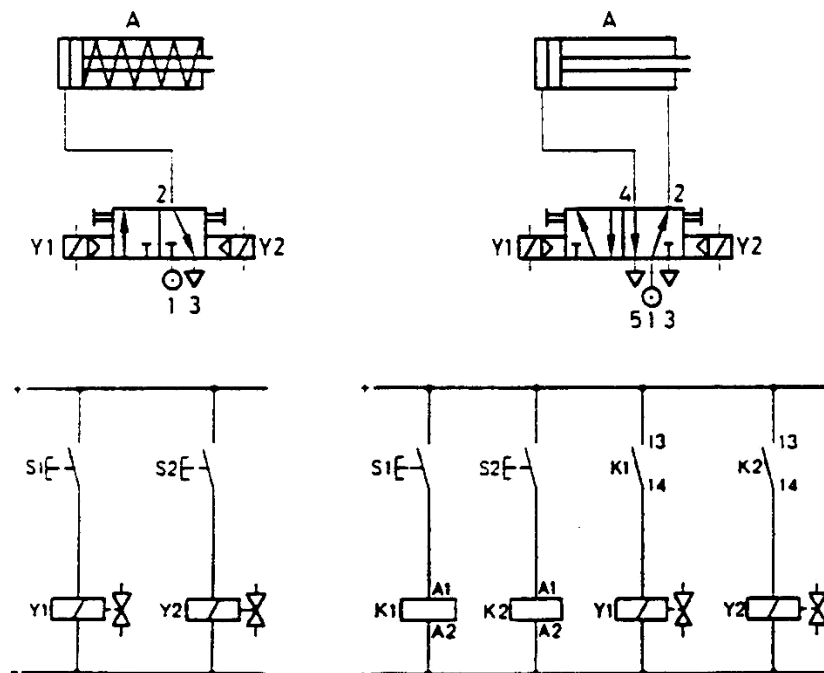
**FICHE DE TRAVAIL**

Stagiaire : \_\_\_\_\_ Code : \_\_\_\_\_  
Formateur : \_\_\_\_\_

Durée : 3 heures

**(Exemple)**

1. Modifier le schéma ci-dessous de manière à obtenir une commande du vérin à simple effet avec une temporisation du départ de la sortie de la tige et du vérin à double effet avec une temporisation du retour.



2. Présenter les deux schémas dessinés et la liste du matériel nécessaire pour l'exécution.
3. Réaliser les schémas et vérifier le fonctionnement.

O.F.P.P.T.  
E.F.P.

Filière : *Electromécanique*

Examen de fin de module

Niveau : *Qualification*

---

## FICHE D'EVALUATION

Stagiaire : .....

<b>N°</b>	<b>Description</b>	<b>Barème</b>	<b>Note</b>
1	Modification des schémas	12	
2	Présentation du schéma et liste du matériel	8	
3	Réalisation et vérification des schémas	20	
	<b>TOTAL</b>	40	

COMMISSION :

1.

2.

ANNEXE

1 Abaque des débits et pertes de charge dans les tuyauteries

Comment utiliser l'abaque ci-dessous ?

Quatre paramètres interviennent dans la recherche :

- la pression de l'air en bars,
- le débit en  $dm^3/s$ ,
- le diamètre nominal de la tuyauterie en mm,
- la perte de charge en mb ( $1 \text{ mbar} = 10^{-3} \text{ bars}$ ).

Exemple 1

Pression relative: 10 bars. Débit : 60  $dm^3/s$ . Canalisation: 20 mm (diamètre intérieur).  
Quelle sera la perte de charge constatée pour 30 mètres de tuyauterie ?

Solution:

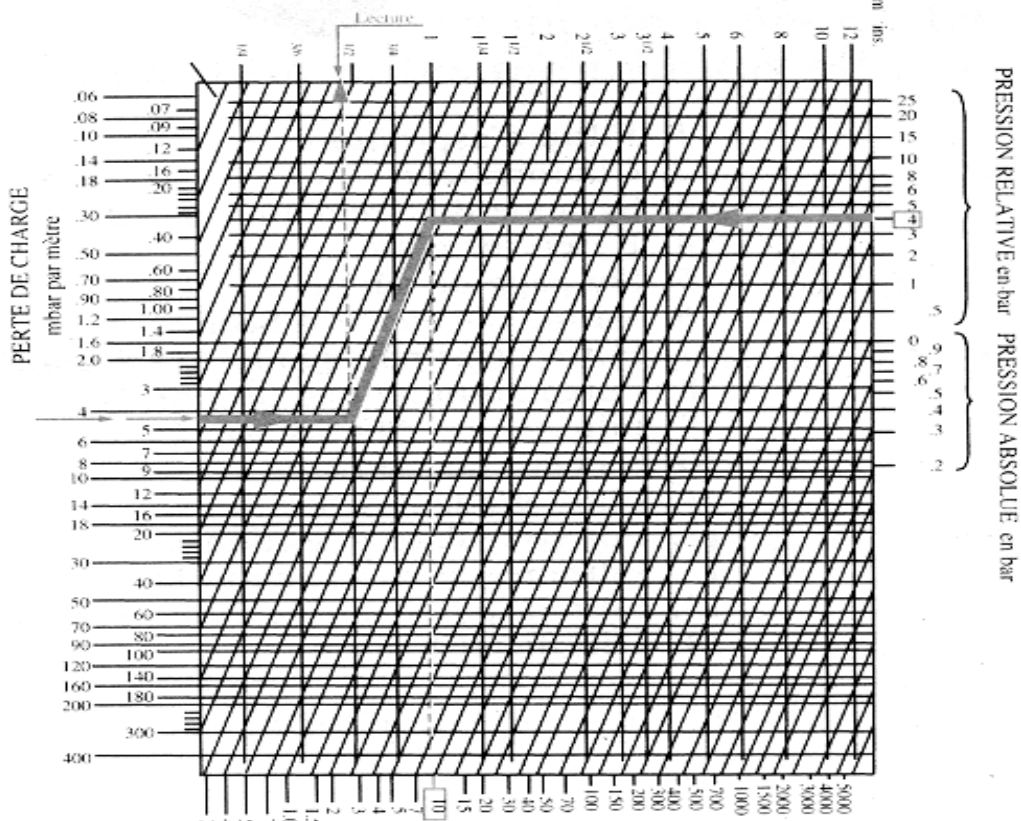
A partir du point indiquant 10 bars (échelle de droite), tracer une ligne horizontale vers la gauche.

Couper la ligne indiquant 60  $dm^3/s$  (échelle du bas).

A partir de ce point de rencontre, suivre la ligne oblique jusqu'à l'intersection avec la ligne diamètre 20 (échelle du haut).

De ce point, tracer une ligne horizontale vers la gauche et lire la perte de charge. Ici : 17 mb par mètre, soit pour 30 m: 0,5 bar.

DIMENSIONS NORMALES, SERIE MOYENNE, NORME ISO 65



**Exemple 2**

Débit :  $10 \text{ dm}^3/\text{s}$ . Pression relative : 4 bars.  
Chute de pression maxi: 140 mb pour 30 mètres de canalisation.  
Quel sera le diamètre de tuyauterie recommandé ?

**Solution :**

A partir du point indiquant 4 bars {échelle de droite}, tracer une ligne horizontale jusqu'à l'intersection avec la ligne verticale représentant  $10 \text{ dm}^3/\text{s}$  {échelle du bas}.

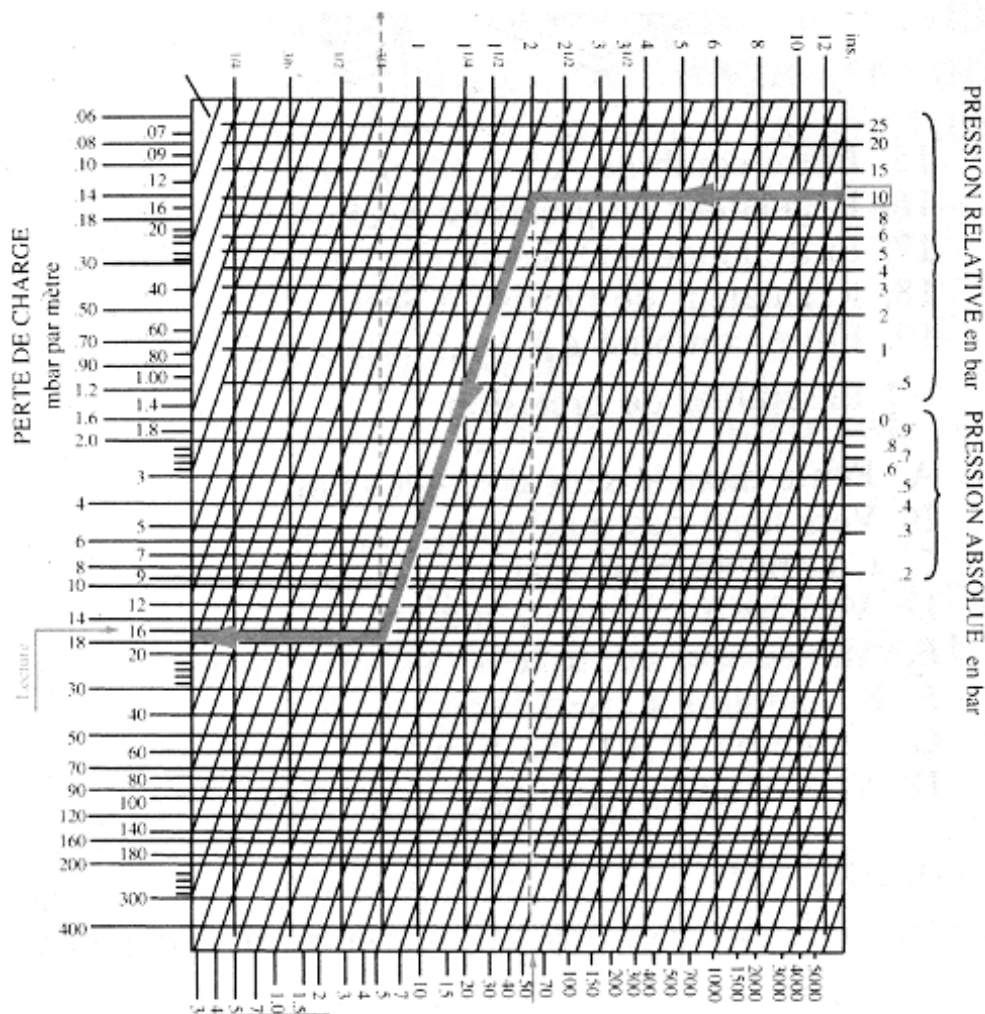
A partir de ce point, suivre la ligne oblique jusqu'à la rencontre avec la ligne horizontale représentant la perte de charge {échelle de gauche} soit :  $140 \text{ mb} / 30 = 4,5 \text{ mb} / \text{mètre}$

De cette intersection, remonter à la verticale vers l'échelle située en haut de l'abaque. La lecture donne un dia- mètre compris entre 10 et 15 mm.

On prendra donc: 15 mm comme dia- mètre de tuyau.

Nota: Voir dimensions standard des tuyauteries.

DIMENSIONS NORMALES, SERIE MOYENNE, NORME ISO 65



## **BIBLIOGRAPHIE**

Ouvrage	Auteur	Edition
Pneumatique industrielle	J. M. Bleux	NATHAN 2001
Pneumatique		FESTO
Electropneumatique		FESTO
Circuits pneumatiques (Guide d'apprentissage)	Jacques Boivin	CEMEQ, 1996