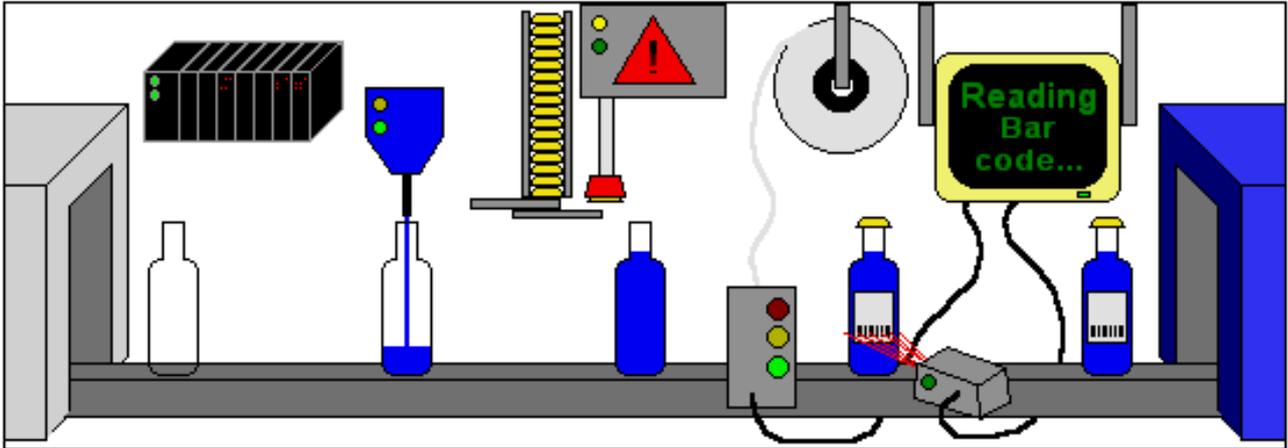


LES AUTOMATISMES INDUSTRIELS

Cours et Travaux dirigés



Classe de première industrie d'habillement (1^{ère} I.H)

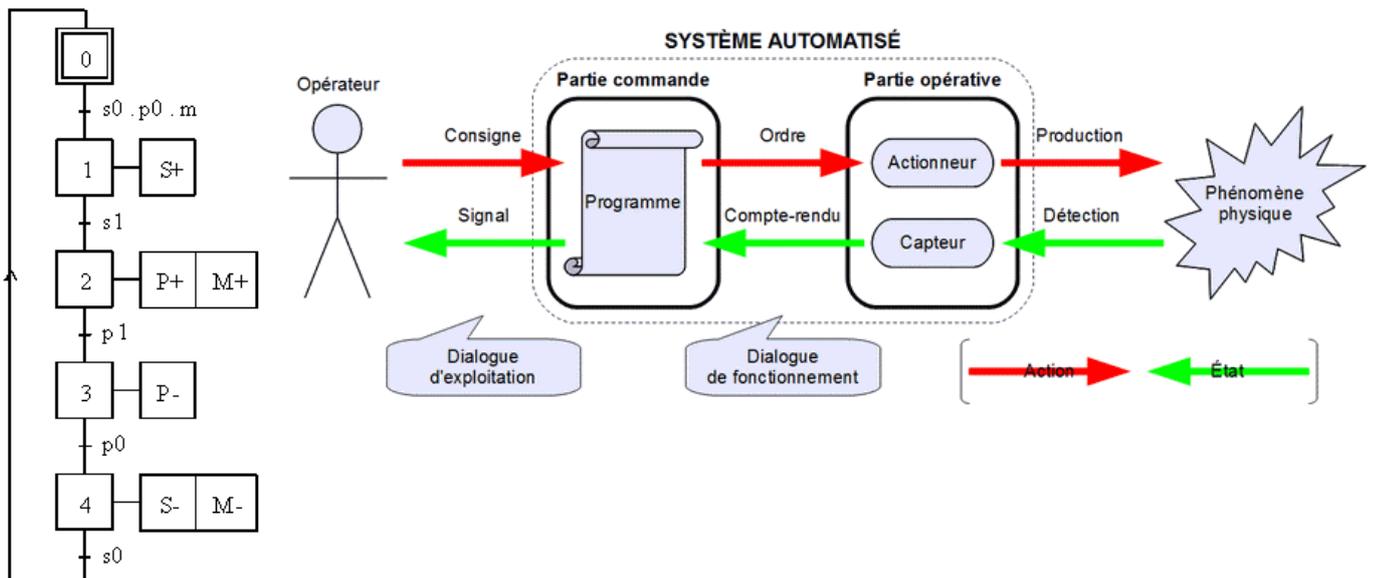
Décrire fonctionnellement un système automatisé de production(SAP) ; Faire le choix d'une technologie de commande ; Analyser un système de production ; Programmer un API.

Par

KAGHO JUSTIN DESIRE

Professeur des lycées d'enseignements techniques et professionnels

Avril/2016



PREPARER LE PROBATOIRE I.H

EN AUTOMATISMES INDUSTRIELS

Par

KAGHO Justin Désiré

Professeur des lycées d'enseignements techniques et professionnels

Tél : 675-43-54-54 / 690-35-97-93

E-mail : kaghojustin@yahoo.fr

FORMATION CONTINUE

PREFACE

La maîtrise des éléments du cours d'automatisme d'après le programme en vigueur au Cameroun vise à la formation des capacités générales. Tout apprenant en industrie d'habillement doit maîtriser l'environnement électromécanique de l'industrie textile ainsi que les éléments de protection contre les chocs électriques, les surintensités, les surtensions ...etc.

Comment ne pas apprécier à sa juste valeur cet ouvrage qui vient combler un manque vivement ressenti au niveau des automatismes industriels en industrie d'habillement. Cet ouvrage répond aux sollicitations des apprenants qui auront désormais à leur portée un véritable outil d'initiation et de formation dans les systèmes automatisés de production.

L'ouvrage intitulé « AUTOMATISMES INDUSTRIELS » rédigé par une équipe de professeur du génie électrique et d'inspecteurs pédagogiques régionaux (IPR), est le fruit d'une longue expérience pédagogique. Il vient aussi répondre à de nombreuses attentes qui à coup sûr améliorent non seulement le niveau des apprenants mais aussi la qualité des enseignements.

Tous les aspects de ce support de cours y sont traités. Les auteurs abordent d'une manière progressive et avec efficacité les notions préliminaires. Un nombre limité de problèmes avec des solutions est clairement détaillé, permettant à l'élève d'acquérir une méthode efficace de travail, et de résoudre aisément des problèmes similaires. Ce support propose dans son ensemble un support de cours détaillé dans la mesure du possible.

Nous osons croire que cet ouvrage initié par un jeune enseignant dévoué sera une grande contribution à la formation de l'élève en classe de première I.H.

AVANT-PROPOS

Les difficultés qu'éprouvent les élèves des classes de première industrie d'habillement et même les enseignants à trouver dans les bibliothèques et librairies les documents d'automatismes industriels conformes au programme en vigueur nous ont conduits à produire cet ouvrage.

Afin qu'il soit un véritable outil pédagogique, cet ouvrage « automatismes industriels » est à la fois un cours et un recueil d'exercices.

Cet ouvrage traite des automatismes dans les technologies électriques, pneumatiques et électroniques. Les contenus relatifs aux différents éléments de compétences sont actualisés en :

- *Sécurité et danger du courant électriques ;*
- *Diagramme fonctionnel (GRAF CET) ;*
- *Logique combinatoire ;*
- *Systèmes de numérations.*

Nous souhaitons que cet ouvrage apporte une aide à la formation technique et professionnelle des élèves, et favorise l'évaluation des méthodes d'enseignement. Qu'il soit une source d'inspiration pour les enseignants d'automatisme en industrie d'habillement.

TABLE DES MATIERES

ELEMENTS DE COMPETENCES	PAGES
<i>PREFACE</i>	II
AVANT-PROPOS	III
TABLE DES MATIERES	IV
	01
PREMIERE PARTIE : GENERALITES	01
LECON 1 : LE SECTEUR ET SES DANGERS	01
Objectifs	01
I- LE SECTEUR	01
1- Le réseau électrique	02
2- Les prises de courant d'une maison	03
3- La tension du secteur et ses caractéristiques	03
II- LES DANGERS DU SECTEUR	04
1- pour les personnes	04
2- pour les installations et les habitations	05
III- LES SECURITES	05
1- pour les personnes	05
2- pour les installations et les habitations	06
LECON 2 : SYSTEMES AUTOMATISE DE PRODUCTION	08
I- DEFINITIONS	08
II- STRUCTURE DE SYSTEME AUTOMATISE DE PRODUCTION (SAP)	08
LECON 3 : ACTIONNEURS, PREACTIONNEURS ET CAPTEURS	10
I- EXEMPLES DE CAPTEURS	10
II- EXEMPLE D'ACTIONNEURS	11
DEUXIEME PARTIE : SYSTEMES DE NUMERATION ET CODES	12
LECON 4 : GENERALITES	12
I- NOTIONS	12
II- BIT	12
III- MOT	12
LEÇON 5 : SYSTEME DE NUMERATION	13
I- REPRESENTATION SOUS LA FORME POLYNOMIALE	13
II- ETUDE DE QUELQUES BASES	13
1- Base 2 (Système de numération binaire)	13
2- Base 8 (Système de numération octal)	14
3- Base 16 (Système de numération hexadécimal)	14
III- CONVERSION D'UNE BASE A UNE AUTRE	14
1- Passage d'une base "b" différente de 10 à la base 10	14
2- Passage du décimal à la base "b"	15
3- Conversion d'une base a une autre différente de la base 10	16
IV- TABLEAUX DES EQUIVALENCES	16
V- CONVERSION D'UN NOMBRE DECIMAL AYANT UNE PARTIE DECIMALE EN BINAIRE	19

ELEMENTS DE COMPETENCES	PAGES
LECON 6: LES CODES	20
I- LE CODE DCB	20
II- CODE BINAIRE REFLECHI (OU CODE GRAY)	21
III- CODE ASCII	21
IV- LE CODE A BARRES	23
LECON 7 : LES OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES	26
I- OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES EN BASE 2	26
1- ADDITION BINAIRE	26
2- SOUSTRACTION BINAIRE	26
II- OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES EN BASE 16 ET AUTRES	27
1- Opération de multiplication	
2- Addition en hexadécimal	
3- <i>Soustraction en Hexadécimal</i>	
TROISIEME PARTIE : LOGIQUE COMBINATOIRE	29
LECON 8 : LES PORTES LOGIQUES	30
I- GENERALITES	31
II- FONCTIONS LOGIQUES FONDAMENTALES	31
LECON 9 : REPRESENTATION DES FONCTIONS LOGIQUES	35
I- REPRESENTATION ALGEBRIQUE	35
II- REPRESENTATION SOUS FORME D'UNE TABLE DE VERITE	35
III- REPRESENTATION SOUS FORME D'UN LOGIGRAMME	36
LECON 10: SIMPLIFICATION DES FONCTIONS LOGIQUES	40
I- METHODE DE SIMPLIFICATION ALGEBRIQUE	40
1- Théorème de Boole	40
2- Théorème de DEMORGAN	40
II- METHODE DE SIMPLIFICATION PAR TABLEAU DE KARNAUGH	41
QUATRIEME PARTIE : LOGIQUE SEQUENTIELLE	47
LECON 11 : LES COMPOSANTS PNEUMATIQUES	48
I- LE VERIN	48
1- Vérin simple effet	49
2- Vérin double effet	50
II. <i>LES DISTRIBUTEURS</i>	50
III. <i>MISE EN OEUVRE D'UNE COMMANDE DE VERIN</i>	53
IV. <i>COMPOSANTS PNEUMATIQUES</i>	53

ELEMENTS DE COMPETENCES		PAGES
LECON 10 : LE GRAFCET - DESCRIPTION GENERALE		62
I-	GENERALITES	62
II-	DÉFINITION	62
III-	DIFFERENTS TYPES DE GRAFCET	63
IV-	GESTION DE L'ARRÊT D'URGENCE	65
	▪ GRAFCET FONCTIONNEL HIERARCHISE	66
	▪ GRAFCET TECHNOLOGIQUE HIERARCHISE	66
	▪ Arrêt à gauche automatiquement en Sg.	66
V-	REGLES D'EVOLUTIONS DU GRAFCET	68
VI-	CAHIER DES CHARGES	68
VII-	ELEMENT DE BASE DU GRAFCET	69
VIII-	MISE EN EQUATION DU GRAFCET	71

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

LECON 1 : LE SECTEUR ET SES DANGERS

Objectifs :

1. connaître la phase, le neutre et la terre d'une prise et le code des couleurs associées ;
2. savoir identifier la phase, le neutre et la terre ;
3. connaître les caractéristiques techniques du secteur ;
4. connaître les dangers du secteur ;
5. connaître les règles de sécurités élémentaires.

I_ Le secteur

1°) Le réseau électrique

Le courant électrique est produit dans les centrales électriques (hydroélectriques, nucléaires,.....) par des alternateurs.

Pour limiter les pertes par effet joule, la tension alternative produite est transportée vers les lieux d'habitation par des lignes à haute tension de 200000 à 500000 volts puis par des lignes moyennes tension.

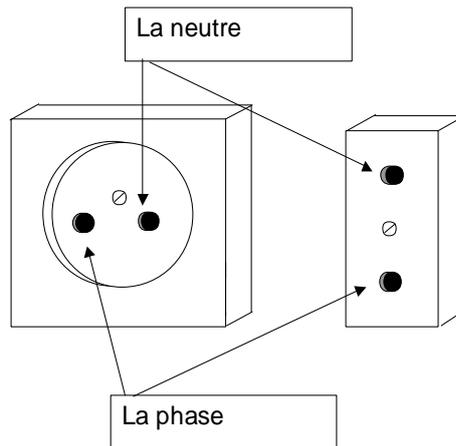
Avant d'être distribuée aux usagers, elle est abaissée de 20000V à 220V par des transformateurs.

2°) Les prises de courant d'une maison

Il existe deux sortes de prises :

_ les prises simples qui comportent deux alvéoles qui sont les deux bornes femelles.

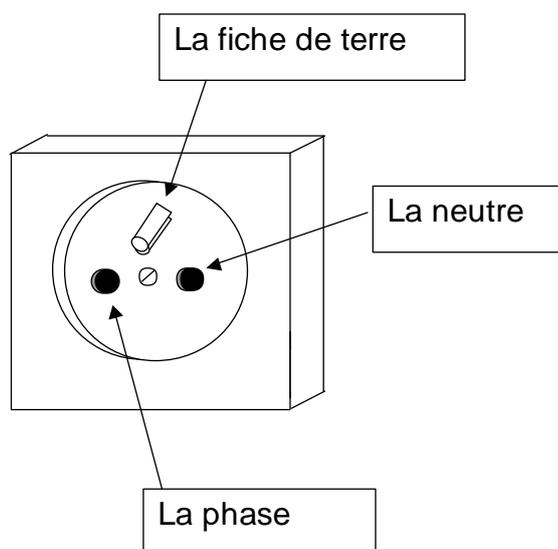
L'une s'appelle la phase et l'autre se nomme le neutre.



La phase correspond au fil électrique qui amène le courant.

Le neutre correspond au fil électrique qui renvoie le courant.

_ Les prises avec fil de terre. Elles ressemblent aux précédentes mais, en plus, elles ont une **borne mâle appelée fiche de terre**. Comme son nom l'indique, elle est reliée à la Terre par un fil électrique.



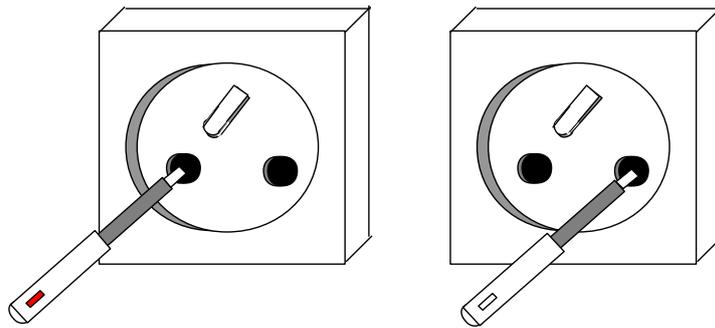
Le fil de terre permet d'évacuer le courant électrique dans la Terre.

Pour pouvoir identifier les fils électriques, on a créé un code des couleurs. Généralement :

1. la phase est, le plus souvent, rouge.
2. Le neutre est bleu ;
3. le fil de terre est jaune rayé de vert.

Cependant, la couleur de la phase n'est pas obligatoire. Elle peut varier selon les installations électriques. Ainsi, parfois, on lui attribue les couleurs : noir, marron, ou autres couleurs sauf bleu et jaune-vert.

Lorsque la prise est montée, on ne peut plus utiliser ce code. Dans ce cas, pour trouver la phase, on utilise un tournevis spécial appelé tournevis-testeur. Celui-ci contient une petite lampe ou DEL qui s'allume lorsqu'il est introduit dans la phase. (voir schéma)



Remarque : Il ne faut pas utiliser n'importe quel tournevis . Le tournevis-testeur est isolé.

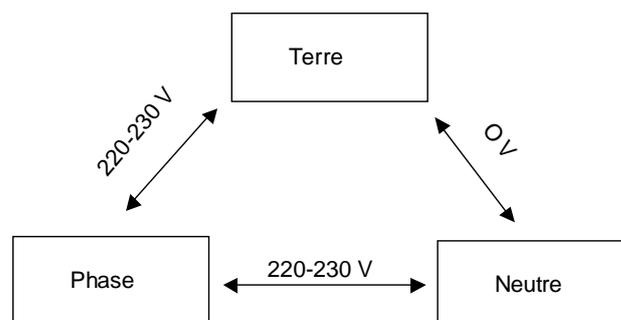
3°) La tension du secteur et ses caractéristiques

La tension du secteur est une **tension alternative sinusoïdale** dont les caractéristiques sont :

- tension efficace : $U_{\text{eff}} = \sim 220\text{-}230\text{V}$ donc l'amplitude vaut : $U_{\text{max}} = \sim 310\text{V}$
- _ fréquence : $F = 50\text{ Hz}$ donc la période vaut : $T = 20\text{ ms}$

Si on mesure les tensions entre les différentes bornes d'une prise, on trouve que :

- _ la tension entre la phase et le neutre vaut 220-230 V
- _ la tension entre le neutre et le Terre vaut 0 V
- _ La tension entre la phase et la Terre vaut 220-230 V



II Les dangers du secteur

Les dangers du secteur sont de deux ordres :

1°) pour les personnes

Le corps humain (surtout s'il est humide) peut être traversé par un courant électrique. Il s'agit alors d'une électrisation. Il résiste

_ pour des courants dont l'intensité est de l'ordre de 25 à 30 mA.

_ et pour des tensions de l'ordre de 30 V.

La tension du secteur de 220-230V est dangereuse et peut être mortelle.

Exemple :

Intensité (mA)	Effet pour un passage de l'ordre de 0,5 s
Moins de 0,5	Aucun
0,5 à 7	Picotements
7 à 15	Contractions musculaires
15 à 30	Tétanisation des muscles
30 à 100	Paralysie respiratoire
Plus de 100	Fibrillation ventriculaire (arrêt cardiaque)

2°) pour les installations et les habitations

Le **risque majeur** pour une installation ou une habitation est **le court-circuit**. Il provoque un **échauffement des conducteurs et parfois des étincelles**.

Si ce court-circuit se produit à côté des produits inflammables (papier peint, peinture, moquette, rideaux), il peut éventuellement être à l'origine d'un incendie. Chaque année des incendies ont pour cause des courts-circuits.

Un court-circuit peut se produire si :

- _ un contact direct se fait entre la phase et le neutre ;
- _ un contact direct se fait entre la phase et la Terre ;
- _ deux fils électriques dénudés se touchent ou sont proches l'un de l'autre ;

.....etc....

Remarques :

1°) Si on branche trop d'appareils électriques sur une même prise, celle-ci peut s'échauffer et prendre feu. On parle alors de surcharge.

2°) Pour éteindre un incendie dû à l'électricité, il ne faut pas jeter de l'eau dessus.

III Les sécurités

1°) pour les personnes

Quelques conseils :

- _ Ne pas utiliser d'appareils électriques avec les mains mouillées ou les pieds nus sur le sol ;
- _ Ne pas utiliser d'appareils électriques les jours d'orage ;
- _ Ne jamais débrancher un appareil électrique en tirant sur le câble ;
- _ Ne jamais laisser des fils électriques dénudés ;
-etc.....

Dans une maison, deux dispositifs électriques servent à la protection des personnes :

- a) le disjoncteur différentiel. Il permet de couper automatiquement le courant lorsqu'il y a surcharge ou court-circuit mais également lorsqu'un courant s'écoule par le fil de terre.
- b) Le fil de terre. Il permet au courant résiduel de s'écouler vers la Terre au lieu de rester dans les appareils électriques.

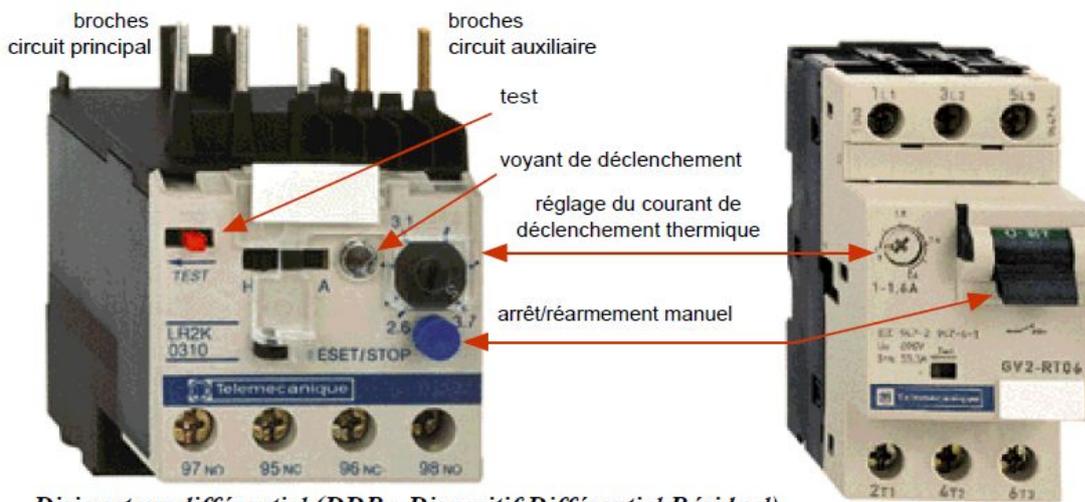
Le disjoncteur différentiel et le fil de terre protègent les personnes.

2°) pour les installations et les habitations

On protège les installations et les habitations en utilisant :

- a) pour le **câblage des fils électriques isolés** et adaptés à l'utilisation désirée
- b) **des fusibles** qui empêchent l'intensité du courant de dépasser la valeur déterminée (10A ; 16A ; 32A...)
- c) **un disjoncteur** qui sert d'interrupteur en cas de surintensité ou de court-circuit.

Diamètre, section et protection des fils et câbles à employer suivant leur usage			
Circuit	Section minimale des fils en cuivre (en mm ²)	Protection maximale à installer en Ampères (A)	
		Fusible	Disjoncteur
Eclairage et prises de courant	1,5	10	16
Prises de courant de 16A	1,5	Non	16
	2,5	16	20
Circuits spécialisés (lave-linge, lave-vaisselle, four)	2,5	16	20
	4 (four)		
Chauffe-eau électrique	2,5	16	20
Cuisinières, plaques de cuisson monophasées	6	32	32
VMC domestiques	1,5	Non	2
Volets roulants	1,5	10	10 ou 16

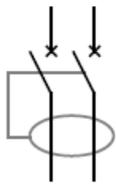


Disjoncteur différentiel (DDR : Dispositif Différentiel Résiduel)

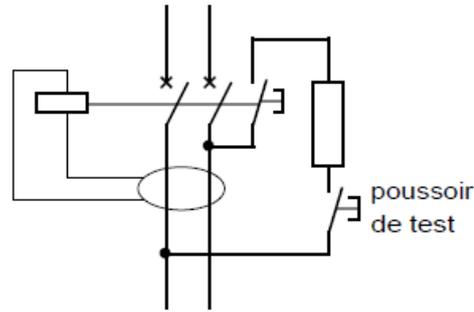
Schémas :

symbole général

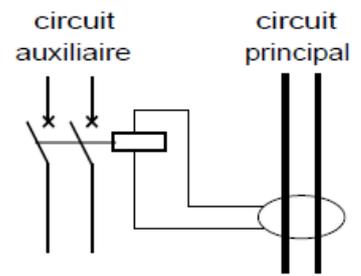
(2 pôles)



DDR avec système de test



DDR à circuits séparés



Fonction : protection des personnes en régime TT contre les contacts indirects ; protection complémentaire des équipements.

RESUME

LES DANGERS DE L'ÉLECTRICITE :

- ☞ **ELECTROCUTION**
- ☞ **ELECTRISATION**
- ☞ **BRULURES**
- ☞ **PERTE DES YEUX PAR ARC ELECTRIQUE**
- ☞ **CHUTE LIEE AU CHOC ELECTRIQUE**
- ☞ **INCENDIE, EXPLOSION**

LECON 2 : SYSTEMES AUTOMATISE DE PRODUCTION

III- DEFINITIONS

Un système est dit automatisé s'il exécute le même cycle de travail pour lequel il a été programmé.

Un système automatisé est formé d'éléments en interaction les uns avec les autres, dans un but précis : **produire des biens qui doivent satisfaire un besoin.**

Un système automatisé est un ensemble d'appareils et de machines permettant d'accomplir des tâches bien définies sans ou avec peu d'intervention humaine.

Exemples : Distributeur automatique de boissons

Distributeur automatique de billets

Barrière ou portail automatique

Arrosage

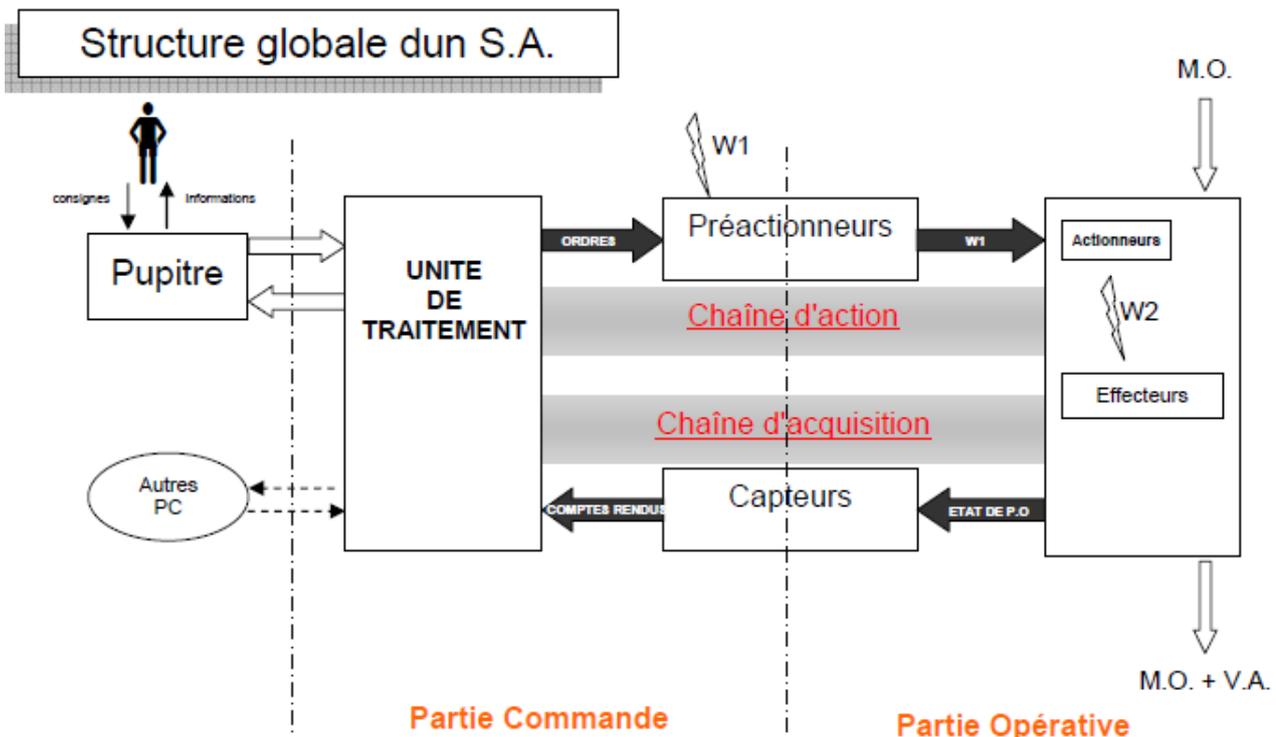
Électroménager programmable

Chaîne de montage d'automobiles

Un système **automatisé** ou **automatique** est un système réalisant des opérations et pour lequel l'homme n'intervient que dans la programmation du système et dans son réglage.

Les buts d'un système automatisé sont de réaliser des tâches complexes ou dangereuses pour l'homme, effectuer des tâches pénibles ou répétitives ou encore gagner en efficacité et en précision.

IV- STRUCTURE DE SYSTEME AUTOMATISE DE PRODUCTION (SAP)



- **LA PARTIE OPERATIVE (P.O.)** est la partie du système automatisé qui apporte la **VALEUR AJOUTÉE** à la **MATIERE D'OEUVRE**.
- **LA CHAÎNE D'ACTION** est constituée des **PREACTIONNEURS** qui distribuent la **PUISSANCE** aux **ACTIONNEURS**. (Si la puissance de l'actionneur est faible on peut se passer de préactionneur ex : ampoule...)
- **L'EFFECTEUR** est l'élément terminal de la chaîne d'action. Il agit directement sur la MO et concrétise la valeur ajoutée. Il est en général lié à l'actionneur par une chaîne cinématique. (Ex d'effecteurs : Pince, Outil, ...)
- **L'ACTIONNEUR** Convertir une énergie d'entrée (énergie de puissance transmise par le préactionneur) en une énergie de sortie adaptée à l'exécution de la tâche opérative par l'effecteur. (Ex d'actionneurs : Moteur, Verin,...)
- - **LA CHAÎNE D'ACQUISITION** est constituée des **CAPTEURS** qui envoient des **COMPTES RENDUS** sur l'**ÉTAT DE LA P.O.** à l'**UNITÉ DE TRAITEMENT**.
- **L'UNITÉ DE TRAITEMENT** est l'organe principal de la PC partie du système automatisé et gère le processus ordonné des tâches de la partie opérative. C'est elle qui renferme le **PROGRAMME** qui traite les informations reçues de la PO par les capteurs ou du **PUPITRE** par l'opérateur et qui envoie les **ORDRES** à la PO (par 'intermédiaire des préactionneurs). (Ex d'unités de traitement : API, Ordinateur, Carte dédiée,...)
- **LE PUPITRE** est l'organe servant d'Interface Homme Machine (HMI). L'opérateur envoie des **CONSIGNES** à l'unité de traitement et reçoit en retour des **INFORMATIONS** (Ex d'éléments de pupitre : Bouton, Voyant, Clavier, Ecran,...)

3) Conséquences de l'automatisation

Avantages de l'automatisation	Inconvénients de l'automatisation
<ul style="list-style-type: none"> - améliorer les conditions de travail (effectuer des tâches pénibles, dangereuses et répétitives) - sécurité - précision - réduire les coûts de fabrications (produit plus compétitif) - augmenter la productivité (réduire le temps de travail nécessaire à la production, donc augmenter les cadences de travail) - flexibilité (une machine peut s'adapter à plusieurs productions) - confidentialité (une machine ne peut pas parler) - un S.A. peut travailler 24h sur 24h - Pas de grèves !!!!! 	<ul style="list-style-type: none"> - incidence sur l'emploi (licenciement – chômage : la mise en place d'une machine se substituant à 10 salariés n'aboutit pas à la création de 10 emplois) - investissement pour l'achat de machines - coût de maintenance - pannes - consommation d'énergie - formation d'un personnel plus qualifié (technicien de maintenance, de contrôle...)

LECON 3 : actionneurs, préactionneurs et capteurs

- Les **capteurs**, qui transforment les variations de grandeurs physiques en signaux électriques (température, luminosité, présence, position,...)
- Les **actionneurs**, qui transforment l'énergie reçue en énergie utile (vérin, moteur, voyant,...)

I- Exemples de **capteurs**



Capteur de proximité à ultrasons



Capteur de niveau de liquide



Bouton poussoir



Capteur d'humidité



Cellule photoélectrique



Détecteur de gaz



Détecteur de choc

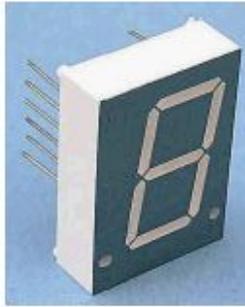
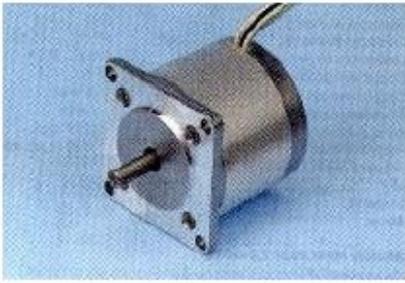


Détecteur de mouvement



Bouton d'arrêt d'urgence

II- Exemples d'**actionneurs**



Moteur pas à pas Afficheur 7 segments

Voyants



Électro-vanne

Vérin rotatif

Ventilateur

Buzzer



Vérin



Résistance
chauffante

DEUXIEME PARTIE : SYSTEMES DE NUMERATION ET CODES

LECON 4 : GENERALITES

IV- Notions

Dans le cadre de notre étude, nous considérons les codes sous une représentation binaire. C'est à dire que nous représenterons tout code avec un ensemble de '0' et de '1'. Ces deux symboles représentent les formes possibles d'un bit.

V- Bit

Bit : Le mot fut utilisé pour la première fois par Claude Shannon dans un article publié en 1948. On attribue cependant son origine à John Wilder Tukey, mathématicien américain, qui inventa également le mot *software*.

Bit est une contraction des mots *binary digit*, ou également *binary unit*. Un bit peut prendre deux valeurs possibles, '0' ou '1'. Il est à la base des codes que nous allons présenter.

VI- Mot

Un mot est un ensemble de bits agencés de sorte à représenter un objet dans un code. Le mot '0110000' représente le caractère 'o' (zéro) en code Ascii (voir le chapitre 7), ou le nombre 48 dans la représentation dite décimale des entiers.

Il existe plusieurs systèmes de numération en technologie numérique dont les plus courants sont:

- Le système décimal ou **base 10**
- Le système binaire ou **base 2**
- Le système octal ou **base 8**
- Le système hexadécimal ou **base 16**

LECON 2 : BASE D'UN SYSTEME DE NUMERATION

La base d'un système de numérisation est le nombre d'éléments qu'utilise ce système.
Exemple:

- La base 2 utilise deux chiffres {0,1}
- La base 10 utilise dix chiffres {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9}
- La base **n** utilise **n** chiffres qui vont de 0 à n-1: {0, 1, 2...n-1}

I- Représentation sous la forme polynomiale

Tout nombre "X" écrit en base "b" peut être décomposé en puissance de b.

Exemple: Soit le nombre $X_1: (a_n a_{n-1} \dots a_0 a_{-1} a_{-2} \dots a_{-n})_b$

Ce nombre peut être décomposé en puissance de **b** de la manière suivante:

$$X_1 = a_n b^n + a_{n-1} b^{n-1} + \dots + a_0 b^0 + a_{-1} b^{-1} + a_{-2} b^{-2} + \dots + a_{-n} b^{-n}$$

Partie entière

Partie décimale

Exemple2:

$$X_2 = (1984,34)_{10} = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 4 \times 10^{-2}$$

$$X_3 = (3725,401)_8 = 3 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 4 \times 8^{-1} + 0 \times 8^{-2} + 1 \times 8^{-3}$$

Soit: $X = a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0$

"**a₀**" est le chiffre de rang zéro. On l'appelle aussi le chiffre le moins significatif.

"**a_n**" est le chiffre de rang "**n**" ou le chiffre le plus significatif.

Exemple:

Le nombre $N = 47839_{10}$

"4" est de rang 4 ou de poids 10^4

"9" est de rang 0 ou de poids 10^0

"8" est de rang 2 ou de poids 10^2

II- Etude de quelques bases

1- Base 2 (Système de numération binaire)

C'est la base la plus utilisée en électronique numérique, elle comporte deux chiffres 0 et 1 appelé **bits**.

Le chiffre le plus significatif est appelé **bits** de poids le plus fort **MSB** (Most Significant Bit).

Le chiffre le moins significatif est appelé **bit** de poids le plus faible **LSB** (Least Significant Bit).

Soit le nombre $N = (1_{MSB} 0 1 1 0 1 1_{LSB})_2$

2- Base 8 (Système de numération octal)

Cette base utilise 8 chiffres {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}.

Exemple $N = (3473,5)_8$

3- Base 16 (Système de numération hexadécimal)

Cette base utilise 16 éléments qui sont {0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F}

Avec

A = 10	D = 13
B = 11	E = 14
C = 12	F = 15

Exemple:

$$N = (1F2)_{16}$$

III- Conversion d'une base à une autre

4- Passage d'une base "b" différente de 10 à la base 10

Il s'agit simplement d'écrire le nombre à convertir sous la forme polynomiale dans sa base "b" puis d'effectuer les calculs pour obtenir la valeur en base 10.

a- Conversion binaire - décimale

Exemple 1:

Convertir le nombre $X_1 = (1101)_2$

Résolution:

$$X_1 = (1101)_2 = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 8 + 4 + 0 + 1$$

$$X_1 = (1101)_2 = (13)_{10}$$

Exemple 2:

Convertir le nombre $X_2 = (1001,101)_2$

Résolution:

$$X_2 = (1001,101)_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} = 9 + 0,5 + 0,125$$

$$X_2 = (1001,101)_2 = (9,625)_{10}$$

b- Conversion octale - décimale

Exemple 1:

Convertir $X_1 = (342)_3$

Résolution:

$$X_1 = 3 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 2 \times 8^0 = 192 + 32 + 2 = 226$$

$$X_1 = (342)_3 = (226)_{10}$$

Exemple 2:

Convertir $X_2 = (745,05)_8$

Résolution:

$$X_2 = 7 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 5 \times 8^0 + 0 \times 8^{-1} = 448 + 32 + 5 + 0 + 0,078125$$

$$X_2 = (745,05)_8 = (482,078125)_{10}$$

c- Conversion hexadécimale - décimale

Exemple 1:

$$X_1 = (1F2)_{16} ? ()_{10}$$

Exemple 2:

$$X_2 = (1AOB,CD)_{16} ? ()_{10}$$

b- Deuxième méthode:

Elle consiste à regrouper les bits par bloc de 4 à partir de la droite en suite convertir la valeur de chaque bloc en hexadécimal (cas de la conversion binaire hexadécimal).

Le regroupement se fera par bloc de 3 bits lorsqu'il s'agira de la conversion octale.

IV- Tableaux des équivalences:

Décimal	Binaire	Hexadécimal
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Décimal	Binaire	Octal
0	000	0
1	001	1
2	010	2
3	011	3
4	100	4
5	101	5
6	110	6
7	111	7

Exercice 1:

Convertir en hexadécimal les nombres binaires suivants

$$N_1 = (\underbrace{0010}_2 \underbrace{0010}_2 \underbrace{0101}_5)_2 = (225)_{16}$$

$$N_3 = (\underbrace{1101}_D \underbrace{1000}_8 \underbrace{1011}_B)_2 = (D8B)_{16}$$

Exercice 2:

Convertir en octal les nombres binaires suivants:

$$X_1 = (\underbrace{100}_5 \underbrace{011}_3)_2 = (53)_8$$

$$X_2 = (\underbrace{11}_3 \underbrace{110}_6 \underbrace{101}_5 \underbrace{000}_0)_2 = (3650)_8$$

$$X_3 = (\underbrace{1}_1 \underbrace{101}_5 \underbrace{101}_5 \underbrace{10}_4)_2 = (15,54)_8$$

Exemple: Conversion hexadécimale - binaire

$$(1F2)_{16} = (0001\ 1111\ 0010)_2$$

V- CONVERSION D'UN NOMBRE DECIMAL AYANT UNE PARTIE DECIMALE EN BINAIRE

Le principe de conversion de la partie entière ne change pas. La partie décimale se convertit par multiplication successive de cette dernière par la base "2". On conservera à chaque fois la partie entière du résultat obtenu qui doit toujours être inférieure à la base "2".

Exemples:

Convertir $(13,25)_{10} = (?)_2$

$$(13)_{10} = (1101)_2$$

$$0,25 \times 2 = 0,5$$

$$0,5 \times 2 = 1\ 1$$

$$(0,25)_{10} = (0,01)_2$$

$$(13,25)_{10} = (1101,01)_2$$

Convertir $(27,625)_{10} = (?)_2$

$$(27)_{10} = 11011$$

$$0,625 \times 2 = 1,25$$

$$0,25 \times 2 = 0,5$$

$$0,5 \times 2 = 1$$

$$(0,625)_{10} = (101)_2$$

$$(27,625)_{10} = (11011,101)_2$$

Convertir $(15,3)_{10} = (?)_2$

$$(15)_{10} = 1111$$

$$0,3 \times 2 = 0,6$$

$$0,6 \times 2 = 1,2$$

$$0,2 \times 2 = 0,4$$

$$0,4 \times 2 = 0,8$$

$$0,8 \times 2 = 1,6$$

$$(15,3)_{10} = 1111,01001$$

En binaire on peut compter de 0 →

LECON 4: LES CODES

Un nombre ou caractère peut se présenter dans plusieurs codes. Les codes les plus utilisés sont:

- Le code binaire pur
- Le code binaire réfléchi (**code Gray**)
- Le code **DCB (Décimal Codé Binaire)** ou **BCD**
- Le code **ASCII (Américain Standard Code for Information Interchang**

I- Le code DCB

C'est un code dans lequel chaque chiffre décimal est représenté par son équivalent binaire sur **4 bits**.

Tableau de conversion DCB	
Décimal	DCB
1	0000
2	0001
3	0010
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Exemple:

Donner l'équivalent des nombres suivants en **DCB**.

$$N_1 = (345)_{10} = (?)_{DCB}$$

$$N_2 = (984)_{10} = (?)_{DCB}$$

$$N_1 = (345)_{10}$$

$$345 = 0011\ 0100\ 0101$$

$$N_1 = (345)_{10} = (001101000101)_{DCB}$$

$$N_2 = (984)_{10}$$

$$984 = 1001\ 1000\ 0100$$

$$N_2 (984)_{10} = (1001\ 1000\ 0100)_{DCB}$$

Pour convertir un nombre d'une base "**b**" différente de la base **10** au **DCB** ou inversement, il faut faire un passage par la base **10**

Exemple:

Conversion Binaire **DCB**

$$N_1 = (1111)_2 = (?)_{DCB}$$

$$N_2 = (101111)_2 = (?)_{DCB}$$

$$N_1 = (1111)_2 = (15)_{10} = (0001\ 0101)_{DCB}$$

$$N_2 = (101111)_2 = (47)_{10} = (0100\ 0111)_{DCB}$$

II- Code binaire réfléchi (ou code Gray)

C'est un code qui permet d'éviter les erreurs de transition lors des changements d'état en binaire. Dans ce code lors du passage d'un état à un autre un seul changement de valeur.

Correspondance Binaire Pur - Binaire réfléchi								
Décimal	Binaire Pur				Binaire réfléchi			
	2^3	2^2	2^1	2^0	2^3	2^2	2^1	2^0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1
10	1	0	1	0	1	1	1	1
11	1	0	1	1	1	1	1	0
12	1	1	0	0	1	0	1	0
13	1	1	0	1	1	0	1	1
14	1	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	1	1	1	0	0	0

III- Code ASCII

Objectifs :

✓ Coder une information dans un format alphanumérique (le code ASCII et le code à barres).
A l'heure actuelle, le codage de caractère le plus utilisé est le code ascii (American Standard Code for Information Interchange). Comme il est très couramment utilisé, il joue le rôle de lingua franca entre ordinateurs.

1- Mise en situation :

Réaliser l'activité de découverte du manuel d'activités page 9.

2- Code ASCII (American Standard Code for Information Interchange):

3- Présentation :

Dans ce code, on représente par des combinaisons binaires les lettres, les chiffres, les signes, ...

Il est utilisé en informatique. On distingue deux codes ASCII :

- Le code ASCII standard qui permet de représenter $128 = 2^7$ caractères.
- Le code ASCII étendu qui permet de représenter $256 = 2^8$ caractères.

II-2- Activité 1:

Le tableau du code ASCII standard est le suivant :

$b_6b_5b_4$ $b_3b_2b_1b_0$	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	Espace	0	@	P	,	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	≠	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	≈
1111	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

En se référant au tableau du code ASCII standard, donner la représentation binaire des caractères suivants :

Caractère **Espace** = Lettre **M** =

Caractère (= Chiffre **9** =

II-3- Activité 2 :

Réaliser l'activité 1 du manuel d'activités page 9.

IV- LE CODE A BARRES :

-1- Structure d'un code à barres :

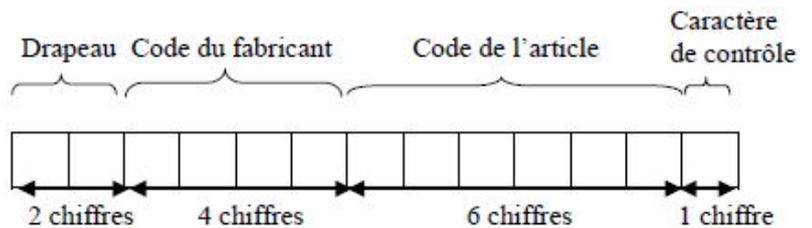
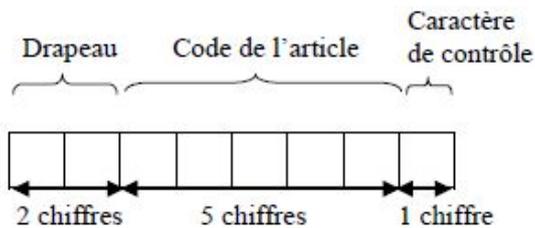
Le code à barres qui figure sur la plupart des emballages des produits de consommation courante est la *fiche d'identité*, traduite en code, du produit sur lequel il est apposé.

Il peut indiquer le pays d'origine, le nom du fabricant, celui du produit, sa référence. Il permet de suivre la traçabilité du produit.

Le code imprimé parfois directement sur l'emballage, se présente également sous la forme d'une étiquette rectangulaire collée. Il est composé de barres et d'espaces larges ou étroits dont le nombre correspond à un ensemble de données numériques ou alphanumériques.

Ce marquage comporte un certain nombre de barres verticales, ainsi que des chiffres au nombre de 13.

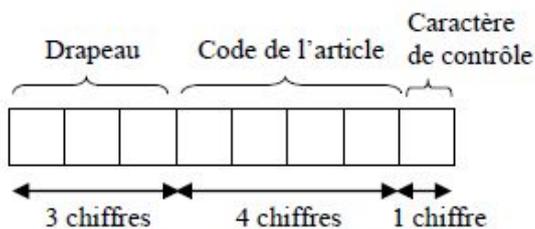
Le premier chiffre indique le pays d'origine, les 5 suivants sont ceux du code du fabricant, les 6 autres ceux du code de l'article, le 13^e est une clé de contrôle. Les barres sont le codage de ces chiffres sur 7 bits. A chaque chiffre est attribué un ensemble de 7 espaces, blancs ou noirs.



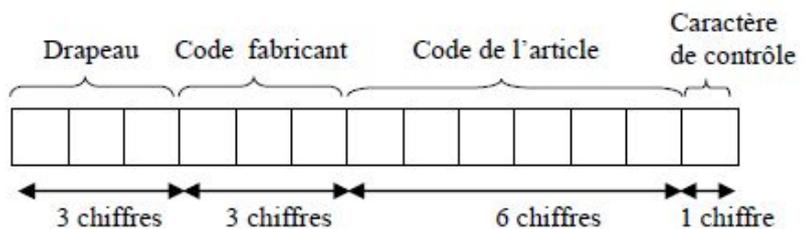
Remarque :

Dans le cas où le code pays comporte 3 caractères, le code fabricant ne comporte que 3 caractères.

Exemples :



La norme EAN 8 chiffres



La norme EAN 13 chiffres

2.6 Exercice

Exercice 1 : Convertir 31 et 96 en chiffres romains et effectuer l'addition dans cette représentation. Convertir le résultat dans la base 10 usuelle et vérifier qu'il est égal à 127.

Exercice 2 : Décrire dans le détail, avec des phrases, la suite d'opérations qu'il faut effectuer pour additionner deux nombres écrits en chiffres romains (faute d'avoir tous les éléments pour écrire un programme).

Exercice 3 : (difficile pour le moment) Réaliser un programme qui imprime un nombre en chiffres romains. A défaut de programme, décrire avec des phrases les opérations à effectuer.

Exercice 4 : Écrire les nombres 5342_{10} et 4009_{10} sous leur forme de Horner.

Exercice 5 : Convertir 452_8 de la base 8 vers la base 10.

Exercice 6 : Convertir faf_{16} en décimal et en binaire en indiquant les étapes intermédiaires.

Exercice 7 : Convertir 0234_8 en hexadécimal.

Exercice 8 : Convertir 5926_{10} en octal, hexadécimal et binaire en indiquant les étapes intermédiaires.

Exercice 9 : Convertir le nombre $(1254)_7$ de la base 7 vers le décimal.

Exercice 10 : Convertir le nombre $(1254)_8$ de la base 8 vers la base 10.

Exercice 11 : Convertir le nombre $(1254)_6$ de la base -6 vers la base 10.

Exercice 12 : (long et répétitif) Reprenez le programme écrit au chapitre précédent et écrivez les codes des opérations en binaire.

Exercice 13

Le central informatique d'une ville reçoit le nombre de places disponibles dans chaque parking : $P_1 = 21$, $P_2 = 341$, $P_3 = 43$, $P_4 = 33$, $P_5 = 120$.

Ces valeurs sont reçues en binaire naturel, **convertir** P_1 , P_2 , P_3 , P_4 et P_5 en binaire naturel.

Donner par la méthode que vous voulez le nombre total de places de parking libres en binaire naturel. Pour afficher cette valeur il est nécessaire de convertir ce nombre en DCB, **faire** cette conversion.

La capacité totale des parkings de cette ville est de 2000 places.

Combien faut-il de bit pour coder ce nombre en binaire naturel ? en DCB ?

Exercice 14 : Transcodage 11 pts

1. Définir transcodage - Définir le sigle ASCII 2pts
2. convertir dans la base indiquée les nombres décimaux suivants : $145 = (\dots)_8$; $23 = (\dots)_5$; $255 = (\dots)_2$; $1000 = (\dots)_2 = (\dots)_8$. 5pts
3. Convertir en binaire les nombres octaux suivants : 57 ; 123 ; 2pts
4. Convertir en binaire les nombres hexadécimaux suivants : $FADA_8$; $978FEA$ 2pts

Exercice 15

- 1) Définir automatisme ;
- 2) Citer les éléments du pupitre et les éléments de la partie opérative dans un système automatisé de production
- 3) On donne de nombre $(5467)_8$: donner le poids et le rang de chaque chiffre.
- 4) Donner l'écriture polynomiale du nombre précédent ;
- 5) Écrire le nombre décimal 1968,678 dans la base 2. Limiter la partie décimale à 10^5 près ci-possible
- 6) Écrire le nombre octal $(5467)_8$ dans la base hexadécimale ;
- 7) Écrire $(2015)_{10}$ en code DCB

LECON 5 : LES OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES

I- OPÉRATIONS ARITHMÉTIQUES EN BASE 2

Les opérations les plus fréquentes en base 2 sont :

- l'addition,
- la soustraction.

Ces opérations s'effectuent de la même manière que les opérations décimales en utilisant des tables d'addition et de soustraction beaucoup plus simples.

1. ADDITION BINAIRE :

Opération d'addition

L'addition des nombres binaires se fait en respectant les règles suivantes:

- $0 + 0 = 0$
- $0 + 1 = 1 + 0 = 1$
- $1 + 1 = 10$, On écrit "0" et on reporte "1" sur le bit de rang supérieur (rang de gauche)
- $1 + 1 + 1 = 11$, on écrit "1" et on reporte "1" sur le bit de rang supérieur

$$1110 + 110 = ?$$

Règles de l'addition binaire :

$0 + 0 = 0$
 $0 + 1 = 1$
 $1 + 0 = 1$
 $1 + 1 = 10$ (1 en retenue)

$$\begin{array}{r} 1110 \\ + 110 \\ \hline = 10100 \end{array}$$

$$1110 + 110 = 10100$$

2. SOUSTRACTION BINAIRE :

Les règles de la soustraction

- $0 - 0 = 0$
- $0 - 1 =$ (on emprunte "1" ce qui fait $10 - 1$, on écrit "1" et on retient 1)
- $1 - 0 = 1$
- $1 - 1 = 0$
- $0 - 1 - 1 =$ (on emprunte "1" ce qui fait $10 - 1 - 1$, on écrit "0" et on retient "1")
- $1 - 1 - 1 = 0 -$

Cas : $|A| > |B|$

Soit à effectuer l'opération $D = A - B$

Écrire le complément de B, soit \bar{B} .

Dans \bar{B} le bit situé le plus à gauche est appelé **bit de signe**

Si le bit de signe est égal :

- à 1, le nombre est négatif,
- à 0, le nombre est positif.

$$D = (A + \bar{B}) + \text{retenue}$$

$$A = 1101$$

$$B = 0110$$

$$\bar{B} = 1001 \text{ (nombre négatif)}$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ + 1001 \\ \hline = 0110 \\ + 1 \\ \hline = 0111 \end{array}$$

Le résultat étant forcément positif, le bit de signe n'est pas pris en compte.

EXERCICE 1 :

Considérons les nombres binaires $X = (111010111010)_2$ et $Y = (AFC)_{16}$

- 1- convertir Y en binaire ; 1 pt
- 2- calculer les nombres binaires $T = X + Y$ et $U = X - Y$; 2pts
- 3- convertir T en décimal ; 1pt
- 4- convertir U en octal, en hexadécimal et en décimal. 3pts
- 5- convertir Y en DCB 2pts
- 6- convertir le nombre décimal $(345,27)_{10}$ dans le code binaire 2pts

exercice 2

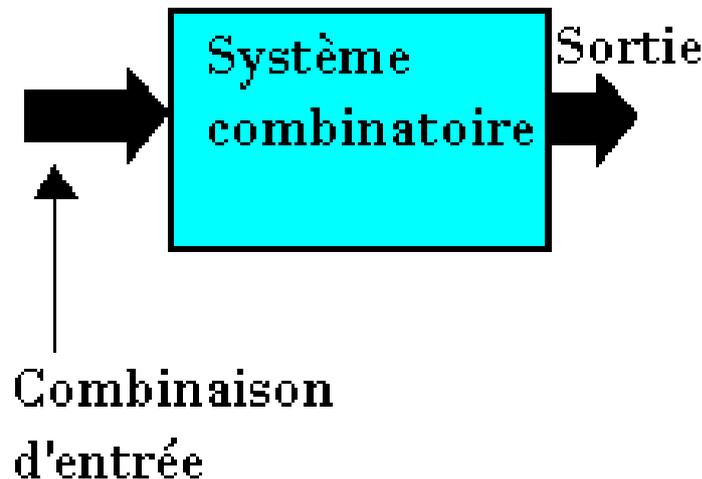
- 1) Une société de distribution de l'énergie de la place vient de moderniser son système de comptage de la consommation. Elle vous demande de calculer l'énergie consommée par un ménage ; sachant que cette société utilise les compteurs numériques à 7 bits en base hexadécimal.
 - a) Quel est le plus grand nombre en base 16 que peut afficher ce compteur ? **2 pts**
 - b) Convertir ce grand nombre en base 10 ; **2pts**
 - c) Quel sera le nouvel affichage de ce compteur si on ajoute 1 ? **2 pts**
- 2) On donne $Q = (FADE)_{16}$ et $P = (CoDE)_{16}$
 - a) Convertir Q en binaire ; **2 pts**
 - b) Effectuer les opérations $K = (Q+P)$ et $Z = (Q - P)$; **2pts**

EXERCICE 3 :

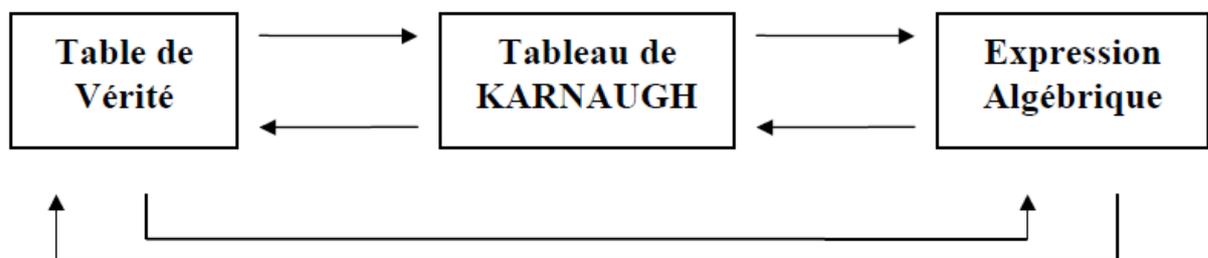
1. Posez et effectuez les opérations suivantes en binaire : $10101+10101$; $110011+10101$
2pts
2. Posez et effectuez les opérations suivantes en octal : $147+321$; $1456+3257$; 2pts
3. Posez et effectuez les opérations suivantes en hexadécimal : $789A+ABD$;
 $5879+1457$; 2pts
4. Posez et effectuez les soustractions suivantes dans les bases indiquées : $(11100-10111)_2$; $(10011-1111)_2$; $(774-477)_8$; $(B78-A99)_{16}$; $(78AB-6CDF)_{16}$ 5pts

TROISIEME PARTIE : LOGIQUE COMBINATOIRE

Un système logique combinatoire est un système (ou dispositif logique) dont l'état de sorti dépend uniquement des combinaisons des variables d'entrée.



Synthèse d'un système combinatoire



** Passage T.V. ==> T.K. ==> E.A.:*

- *Etape n°1: construire le tableau en repérant les lignes et les colonnes par les valeurs des combinaisons de variables.*
- *Etape n°2: transcrire les valeurs de la fonction dans les cases correspondantes.*
- *Etape n°3: chercher à effectuer des regroupements du plus grand nombre de '1' qui ont au moins un '1' qui n'a pas déjà été regroupé: 16 puis 8 puis 4 puis 2.*
- *Etape n°4: effectuer la somme logique de tous les termes produits des divers regroupements*

LECON 6 : LES PORTES LOGIQUES

• GENERALITES

L'Algèbre de BOOLE se distingue principalement de l'algèbre ordinaire, par des constantes et variables qui ne peuvent prendre que 2 valeurs possibles: 0 ou 1

Les expressions ci-dessous sont souvent utilisées pour désigner le niveau logique 0 ou le niveau logique 1

Niveau "0"	Niveau "1"
Arrêt	Marche
Faux	Vrai
NON	OUI
Fermé	Ouvert
Bas	Haut

• Table de vérité

C'est un tableau où sont représentées les différentes combinaisons possibles des variables d'une fonction logique.

Lorsqu'une fonction possède n variables, sa table de vérité aura 2^n lignes et n+1 colonnes.

Exemple: Table de vérité d'une fonction à 2 variables a et b et de sortie S

a	b	S
0	0	x
0	1	x
1	0	x
1	1	x

a	b	c	S
0	0	0	x
0	0	1	x
0	1	0	x
1	0	0	x
1	0	1	x
1	1	0	x
1	1	1	x

En binaire avec n variable on a 2^n combinaisons.

Exemple 2: $S = f(a, b, c)$

• Fonctions logiques fondamentales

On distingue 4 fonctions logiques (ou opérateurs logiques) fondamentales qui sont:

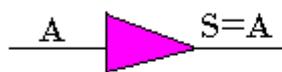
- La fonction OUI
- La fonction NON
- La fonction OU
- La fonction ET

1- La fonction "OUI" ou l'égalité

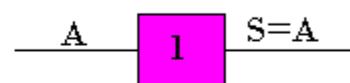
Cette fonction fait intervenir une seule variable d'entrée. Le niveau logique de la sortie est égal au niveau logique de l'entrée.

A	S = A
0	0
1	1

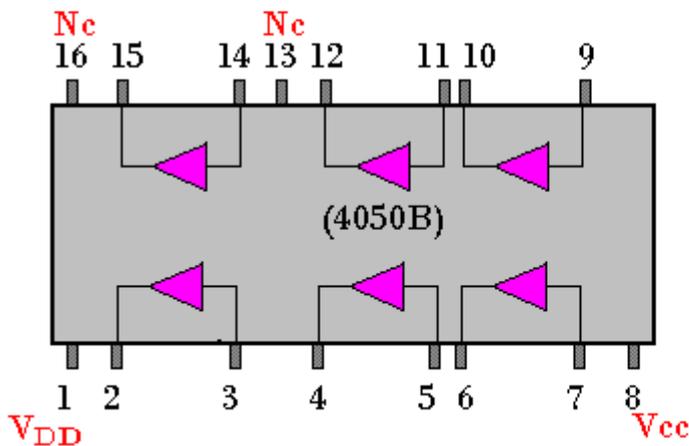
Américain:



Français:



Circuit intégré:



2- La fonction "NON" ou "Inverseuse"

Elle fait également intervenir une seule variable d'entrée. Le niveau logique est l'inverse de celui présent à l'entrée.

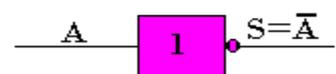
Table de vérité:

A	S = \bar{A}
0	1
1	0

Américain:



Français:



$$CI: \begin{cases} 74H05 \\ 4069 \end{cases}$$

3- L'addition logique ou fonction "OU"

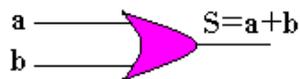
Elle fait intervenir au moins 2 variables d'entrée. La sortie prend la valeur 1 si et seulement si au

Table de vérité:

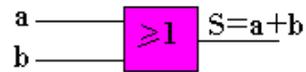
a	b	S = a+b
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Symboles:

Américain:



Français:



CI: 7432

4- La multiplication ou fonction "ET"

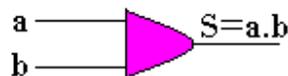
C'est une fonction qui donne en sortie la valeur 1 lorsque toutes les entrées sont à 1. Exemple d'opérateur "ET" à 2 entrées.

Table de vérité:

a	b	S = a.b
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Symbole:

Américain:



Français:



CI: 7408

5- Fonction "NON-OU" ou fonction "NOR" ou encore fonction "NI"

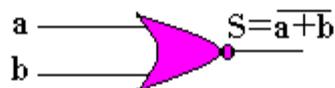
La fonction "NON-OU" est équivalente à la fonction "OU" suivie d'un inverseur. Exemple de fonction "NON-OU" à 2 entrées "a" et "b"

Table de vérité:

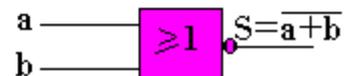
a	b	S = $\overline{a+b}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Symboles:

Américain:



Français:



CI: { 4001
7428

6- Fonction "NON-ET" ou fonction "NAND"

Elle représente la fonction "ET" suivie d'un inverseur.

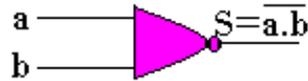
Exemple d'une "NAND" à 2 entrées "a" et "b"

Table de vérité:

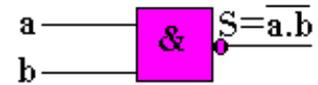
a	b	$S = \overline{a \cdot b}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Symbole:

Américain:



Français:



CI: { 7400
4011

7- Fonction "OU-EXCLUSIF"

La fonction "OU-EXCLUSIF" est vraie en sortie si une seule entrée est vraie.

Exemple de fonction "OU-EXCLUSIF" à 2 entrée "a" et "b"

Table de vérité:

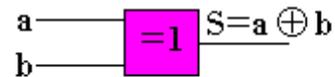
a	b	$S = a \oplus b$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Symbole:

Américain:



Français:



CI: { 7486
74LS136

8- Fonction "NON-OU-EXCLUSIF"

Table de vérité:

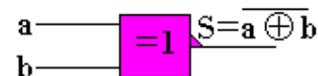
a	b	$S = \overline{a \oplus b}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Symbole:

Américain:



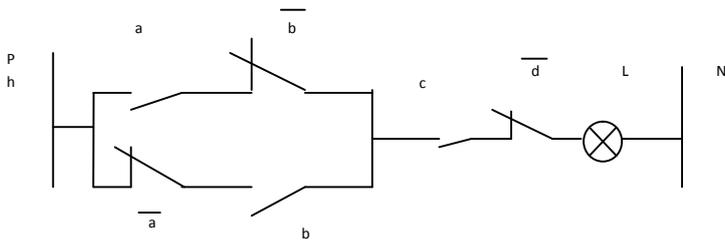
Français:



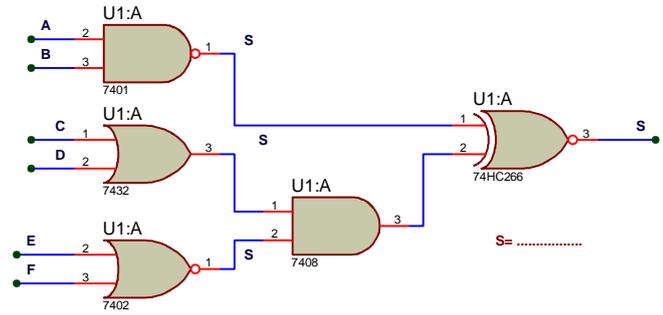
CI: 74LS266

EXERCICE 1 :

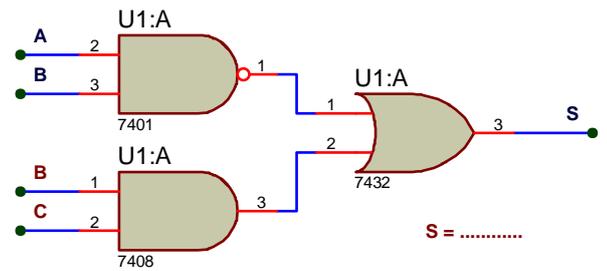
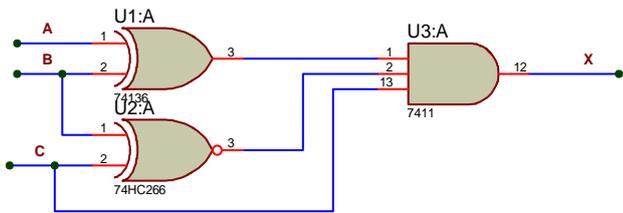
Etablir les équations électriques des circuits ci-dessous :



L=.....



S=



S =

LECON 7 : REPRESENTATION DES FONCTIONS LOGIQUES

Une fonction logique peut se représenter sous 4 formes:

- La forme algébrique $F = A + B$
- La table de vérité
- D'un logigramme ou schéma d'implantation
- D'un tableau de Karnaugh

IV- Représentation algébrique

C'est l'expression polynomiale d'une fonction logique constituée de la somme de plusieurs monômes des variables binaires. Elle peut se présenter sous forme d'une somme de produit:

$$[f(x,y) = xy + x\bar{y} + \bar{x}y]$$

ou sous forme d'un produit de somme

$$[f(x,y) = (x+y)(x+\bar{y})(\bar{x}+\bar{y})]$$

V- Représentation sous forme d'une table de vérité

La table de vérité permet de représenter toutes les combinaisons possibles des variables binaires d'une fonction logique.

Représentation de la fonction "OU" à 2 variables dans une table de vérité

a	b	F = (a+b)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$f(a,b)=0$ pour la première ligne $00 \equiv \bar{a}.\bar{b}$

$f(a,b)=1$ pour la deuxième, troisième et quatrième ligne:

- $01 \equiv \bar{a}.b$

- $10 \equiv a.\bar{b}$

- $11 \equiv a.b$

Pour représenter algébriquement $f(a,b)$ à partir d'une table de vérité, on prend généralement les expressions (ou combinaison) qui donne $f(a,b)=1$.

Donc la fonction s'écrira: $f = \bar{a}b + a\bar{b} + ab$

Cette représentation est appelée somme canonique

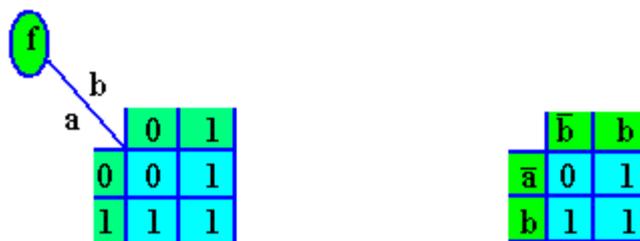
On peut également représenter la même fonction en prenant les expressions de $f(a,b)=0$ dans ce

cas on fera le produit de la somme. Les variables sont au niveau bas: $f' = (a+b)(...+...)...$ Cette représentation s'appelle produit canonique.

VI- Représentation sous forme de tableau de Karnaugh

Le diagramme de Karnaugh est un tableau qui permet au même titre que la table de vérité la représentation d'une fonction logique. Pour une fonction à n variables, le tableau aura 2^n cases. Chaque case représente la valeur de la fonction pour une combinaison de variables. On utilise le code Gray pour effectuer les combinaisons afin d'éviter le changement de plusieurs variables lors du passage d'une case à une autre. Exemple de représentation de la fonction "OU" à variables dans le tableau de Karnaugh

$n=2$ \Leftrightarrow $2^2=4$ cases



Exemple d'une représentation de la fonction logique à 3 variables dans le tableau de Karnaugh
Soit la fonction f représentée par la table de vérité suivante

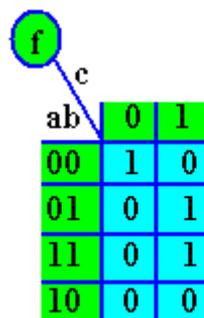
a	b	c	f
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Représentation algébrique:

$$f = \bar{a}\bar{b}\bar{c} + \bar{a}bc + abc$$

$n=3$ \Leftrightarrow $2^3=8$ cases

Tableau de karnaugh:

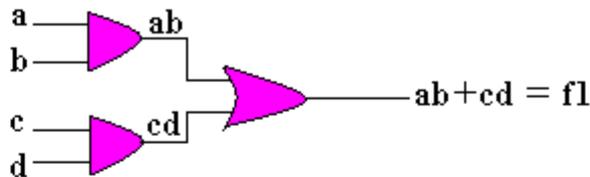


VII- Représentation sous forme d'un logigramme

Représenter une fonction logique sous la forme d'un logigramme revient à réaliser son schéma de câblage à l'aide des portes logiques.

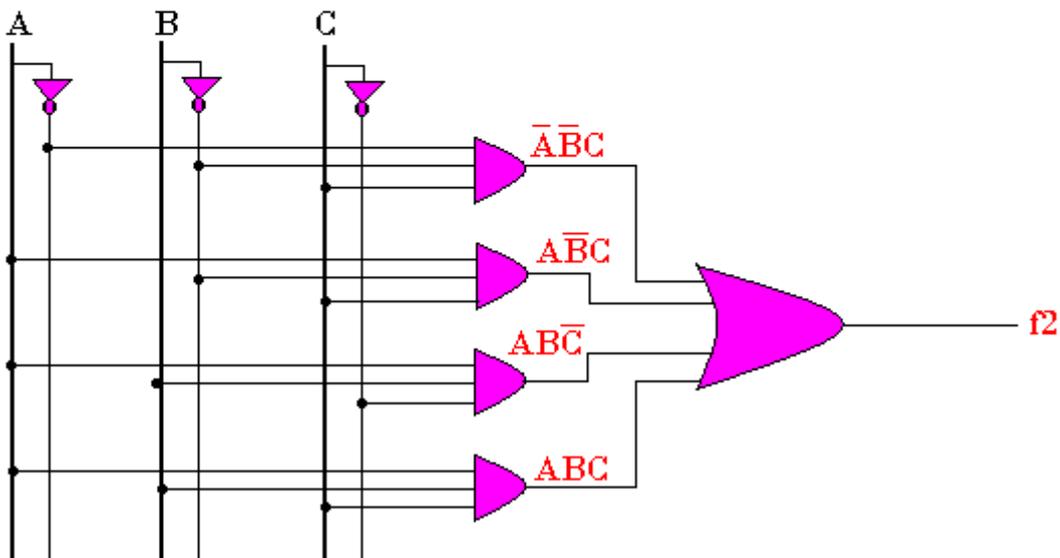
Exemple 1:

Représenter le logigramme de la fonction $f_1=ab+cd$



Exemple2:

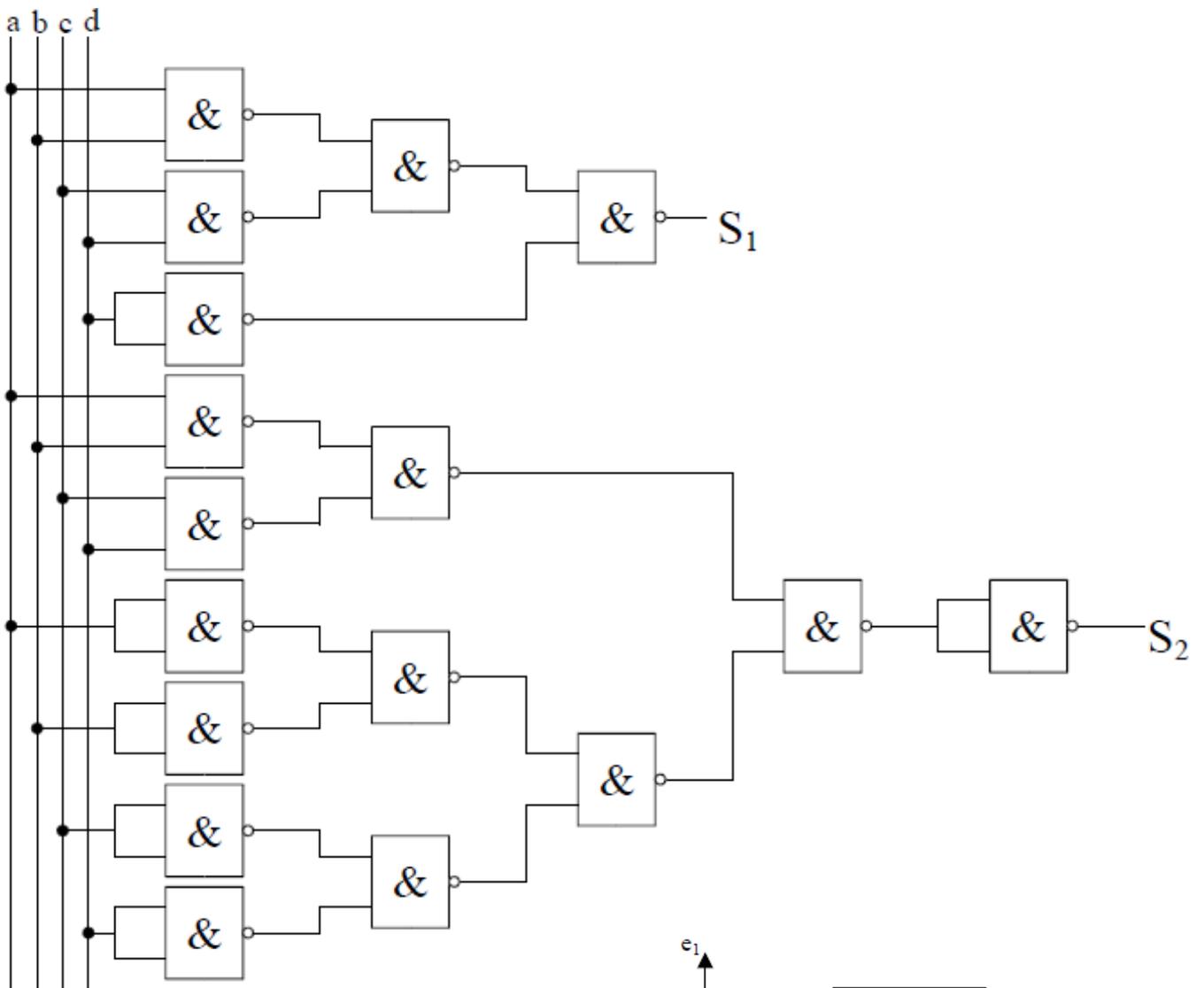
$$f_2 = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC$$



La simplification permet de réduire les expressions logiques sans toutefois modifier leur fonction. On peut alors utiliser soit la méthode de simplification logique soit par le tableau de Karnaugh

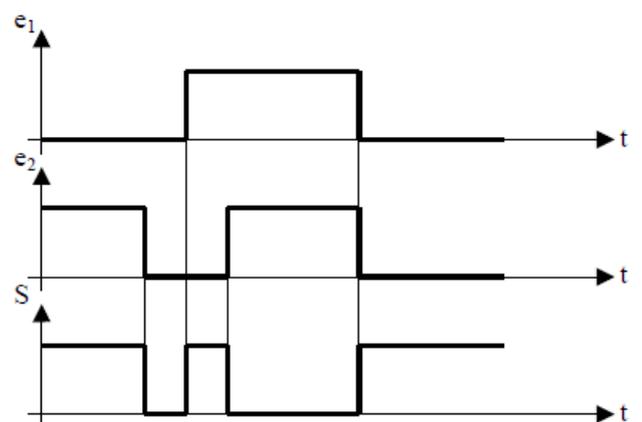
Exercice 1

Trouver les équations de S_1 et S_2 . Puis simplifier les et trouver les nouveaux logigrammes



Exercice 2

- 1) Déterminer l'équation de la sortie S par rapport aux entrées e_1 et e_2 .
- 2) Identifier l'opérateur logique correspondant.
- 3) Réaliser cette même fonction logique avec des opérateurs NAND à 2 entrées.



Exercice 3

On souhaite réaliser un additionneur binaire de 2 bits a et b. S est le résultat de la somme de a et b, et R est la retenue de l'addition de a et b.

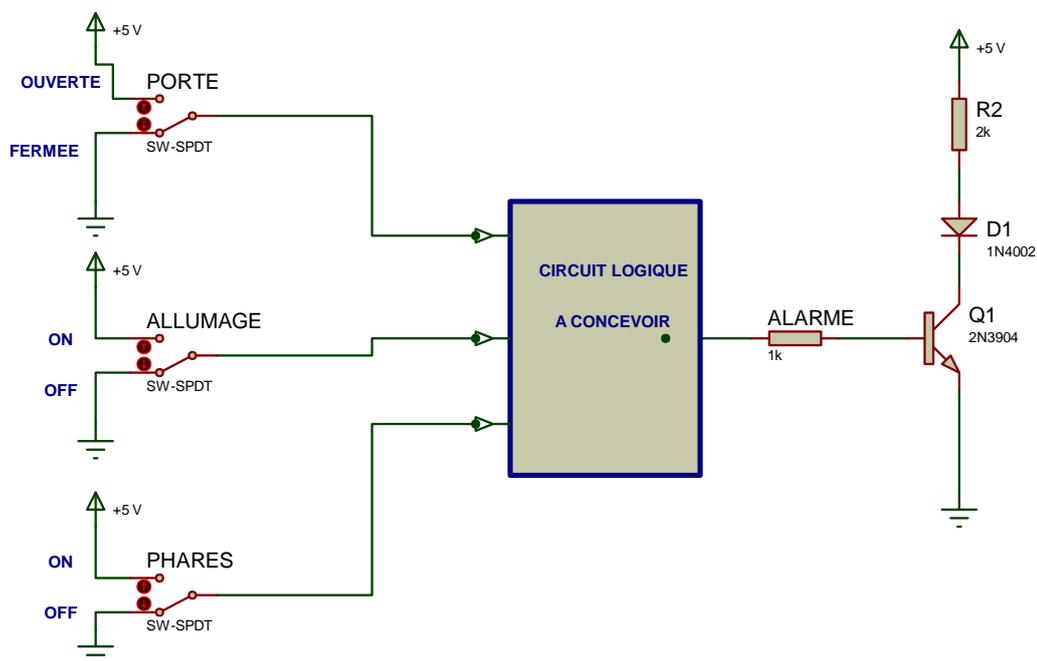
- 1) Donner la table de vérité de cette opération sachant que a et b sont les entrées, R et S sont les sorties de la table de vérité.
- 2) Proposer un logigramme à base de portes NAND réalisant l'addition de 2 bits.

Exercice

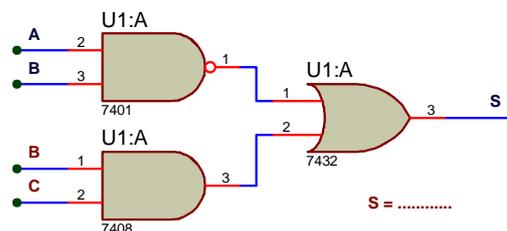
La figure ci-dessous décrit le circuit d'alarme d'une automobile qui détecte certaines situations non souhaitables ; Trois interrupteurs servent à designer :- l'état de la porte du conducteur –l'allumage – les phares ;

Concevez un circuit logique ayant ces trois interrupteurs comme entrées, qui déclenche l'alarme quand l'une des situations suivantes se produit :

- Les phares sont allumés et l'allumage est coupé ;
- La porte est ouverte et le contact d'allumage est émis.



1) Donner l'équation de sortie du circuit ci-dessous :



LECON 8 : SIMPLIFICATION DES FONCTIONS LOGIQUES

I- Méthode de simplification algébrique

On utilise pour cette méthode les propriétés et théorèmes de Boole ainsi que les théorèmes de DEMORGAN.

3- Théorème de Boole

- 1°) $X.0 = 0$
- 2°) $X.1 = X$
- 3°) $X.X = X$
- 4°) $X.\bar{X} = 0$
- 5°) $X+0 = X$
- 6°) $X+1 = 1$
- 7°) $X+X = X$
- 8°) $X+\bar{X} = 1$
- 9°) $X+Y = Y+X$
- 10°) $X.Y = X.Y$
- 11°) $X+(Y+Z) = (X+Y)+Z = X+Y+Z$
- 12°) $X(YZ) = (XX)Z = X(YZ) = XYZ$
- 13°) $X(Y+Z) = XY + XZ$
- 14°) $(X+Y)(Z+W) = XZ+XW+YZ+YW$
- 15°) $X+XY = X$
- 16°) $X+\bar{X}Y = X+Y$

4- Théorème de DEMORGAN

Ce théorème permet de calculer le complément d'une expression.

- 1°) $\overline{X+Y} = \bar{X}.\bar{Y}$
- 2°) $\overline{X.Y} = \bar{X}+\bar{Y}$
- 3°) $\overline{\bar{X}} = X$

Exercice 1: Simplifier l'expression

$$f1 = x+xy = x(1+y) = x.1$$

$$\underline{\underline{f1 = x}}$$

$$f2 = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}BC = \bar{A}C(B+B) = \bar{A}C.1$$

$$\underline{\underline{f2 = \bar{A}C}}$$

$$f3 = (A+B)(\bar{A}+B) = A\bar{A}+AB+B\bar{A}+BB = 0+AB+B\bar{A}+B = B(A+\bar{A})+B$$

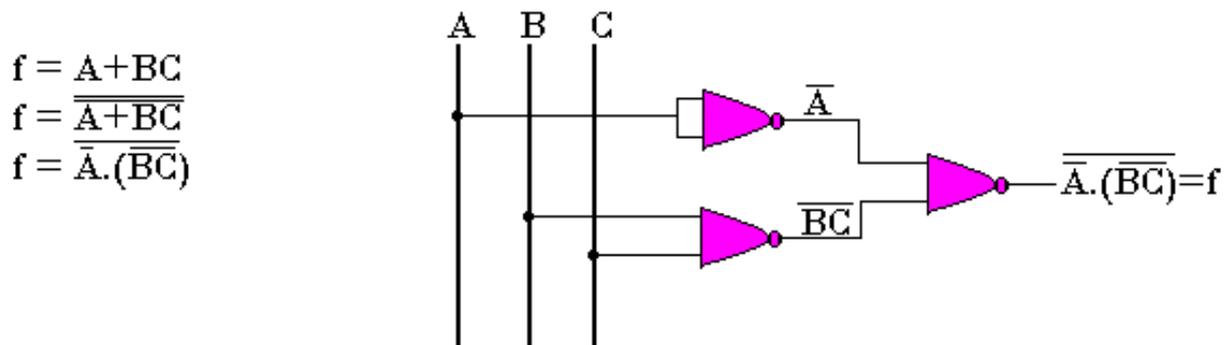
$$\underline{\underline{f3 = B}}$$

Le théorème de DEMORGAN est utilisé lorsqu'il faut uniformiser les portes logiques d'un logigramme.

Exemple:

Réaliser le logigramme de la fonction suivante à l'aide des opérateurs "NAND" uniquement:
 $f=A+BC$

Application du théorème de DEMORGAN:



II- Méthode de simplification par tableau de Karnaugh

La simplification par tableau de Karnaugh se fait de la manière suivante:

- Remplir les cases du tableau par les 0 ou 1 selon l'état de sortie de la fonction.
- Faire des regroupements des cas contenant "1" adjacent par puissance de 2 (2, 4, 16, 32 ...)
- Chaque "1" doit appartenir à un ou à plusieurs regroupements.
- Simplification d'une variable se fait lorsqu'on change d'état au passage d'une colonne à une autre ou d'une ligne à une autre.
- La valeur d'un regroupement correspond enfin à la ou les variables qui restent inchangées.

Il faut avoir le plus grand nombre de "1" possible pour que la simplification soit optimale.

Application

Exemple 1:

Simplification par Karnaugh l'expression:

$$F1 = A\bar{B}\bar{C} + A\bar{B}C$$

F1

	\bar{C}	C
$\bar{A}\bar{B}$	0	0
$\bar{A}B$	0	0
AB	0	0
$A\bar{B}$	1	1

$$\underline{\underline{F1 = A\bar{B}}}$$

Exemple 2:

Simplifier l'expression contenue dans le tableau de Karnaugh ci-dessous

F2

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	0	0	0	0
$\bar{A}B$	1	1	1	1
AB	1	1	0	0
$A\bar{B}$	0	0	0	0

$$\underline{\underline{F2 = \bar{A}B + B\bar{C}}}$$

Exercice3:

F3

	$\bar{A}\bar{B}$	$\bar{A}B$	AB	$A\bar{B}$
$\bar{C}\bar{D}$	1	0	0	1
$\bar{C}D$	0	0	1	1
CD	0	0	0	0
$C\bar{D}$	0	0	0	0

$$\underline{\underline{F3 = \bar{B}C\bar{D} + A\bar{C}D}}$$

Exercice4:

F4

	$\bar{C}\bar{D}$	$\bar{C}D$	CD	$C\bar{D}$
$\bar{A}\bar{B}$	1	0	0	1
$\bar{A}B$	1	0	0	0
AB	0	0	1	0
$A\bar{B}$	1	0	0	1

$$\underline{\underline{F4 = \bar{B}D + \bar{A}\bar{C}\bar{D} + ABCD}}$$

EXERCICE 1 :

A partir des tableaux de Karnaugh suivants donner les équations simplifiées.

$$A_1$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		0	0	1	0
1		0	0	1	0

$$A_2$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		0	0	0	0
1		1	0	0	1

$$A_3$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		0	0	1	1
1		0	0	1	1

$$A_4$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		0	0	0	0
1		1	1	0	0

$$A_5$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		1	0	0	1
1		1	0	0	1

$$A_6$$

	c	0	0	1	1
	b	0	1	1	0
a					
0		1	0	1	1
1		0	0	0	1

$$A_7$$

	d	0	0	1	1
	c	0	1	1	0
a	b				
00		1	0	0	1
01		0	1	1	1
11		0	0	1	0
10		1	0	0	1

$$A_8$$

	d	0	0	1	1
	c	0	1	1	0
a	b				
00		0	0	0	1
01		0	1	1	0
11		0	1	1	0
10		0	0	1	0

$$A_9$$

	d	0	0	1	1
	c	0	1	1	0
a	b				
00		0	0	1	0
01		1	1	1	1
11		1	1	0	0
10		0	0	0	0

EXERCICE 2

On donne les expressions suivantes :

$$F_1 = a \cdot b \cdot \bar{c} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + a \cdot \bar{b} \cdot c$$

$$F_3 = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d}$$

$$F_2 = a \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot b \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + a \cdot b \cdot \bar{c}$$

$$F_4 = \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot \bar{b} \cdot c \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot d$$

Pour chacune de ces expressions répondre aux questions suivantes :

a) Donner la table de vérité.

b) Simplifier algébriquement l'expression.

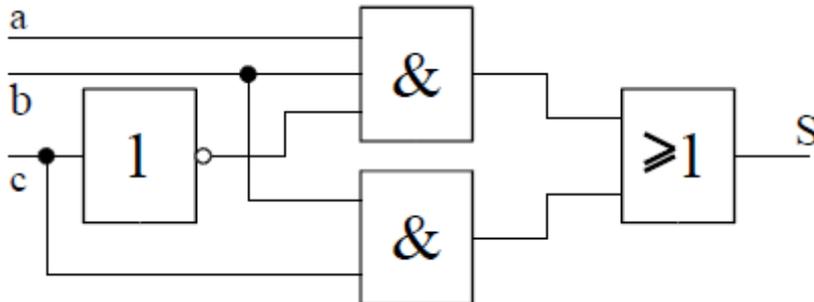
c) Construire le tableau de Karnaugh et vérifier la simplification précédente.

d) Construire le logigramme correspondant.

EXERCICE 3

On définit la fonction s par le logigramme ci-dessous:

- Écrire l'expression logique de S.
- Donner la table de vérité de S.
- Simplifier algébriquement S.
- Vérifier la simplification de S grâce au tableau de Karnaugh.
- Construire le logigramme simplifié.



Exercice 4

On définit l'expression logique V par sa table de vérité :

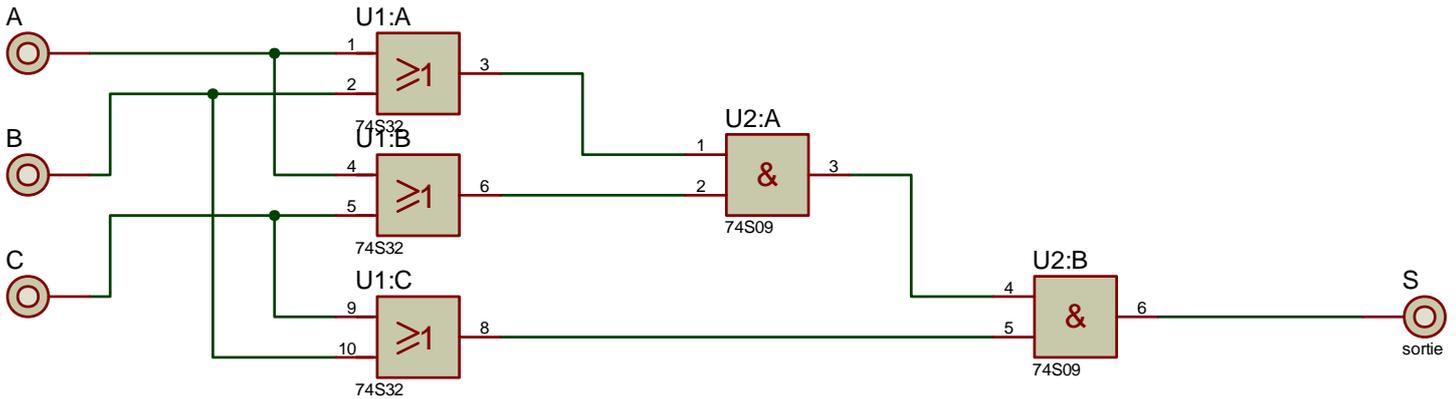
- Écrire l'expression logique de V sous forme de polynôme.
- Simplifier algébriquement V.
- Vérifier la simplification de V grâce au tableau de Karnaugh
- Construire le logigramme de V en utilisant uniquement des opérateurs logiques NAND à deux entrées.
- Construire le logigramme de V en utilisant uniquement des opérateurs logiques NOR à deux entrées.

a	b	c	V
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

Exercice 5 :

- Définir automatisme. 1pt
- Simplifier les équations Booléennes ci-dessous par la méthode algébrique
 $S = a\bar{b} + ab + \bar{A}B$; $Z = abc + ab$ (a.c) 2pts
 $D = abc + adc + 1$ 2pts
- Un coffre-fort est commandé à l'aide de trois clés (a b et c). le coffre ne peut s'ouvrir si et seulement si les trois clés sont introduites.
 - Faites le tableau de vérité. **NB** : a est le poids binaire le plus fort 4pts
 - Ecrire l'équation de sortie 2pts
 - Ressortir le logigramme 2pts

EXERCICE 6



- 1) Soit le logigramme de la fonction S ci-dessus :
 - 1-1) Etablir l'expression non simplifiée de S ; **2pts**
 - 1-2) Trouver la fonction logique complétée de S . **2pts**
- 2) Soit l'équation $Y = XY + YZ$; construire le logigramme de M **2pts**
- 3) Trois élèves possèdent chacun une clef différente (a, b, c) permettant la mise en marche d'un lave linge. Pour ouvrir la serrure électrique S à trois entrées (a, b, c) correspondant aux trois clés, il faut au moins deux clés, afin qu'un élève se présentant seul ne puisse utiliser la machine.
On vous demande d'étudier les conditions de fonctionnement de la serrure S et d'en déduire son schéma électrique. **4pts**

EXERCICE 7 : FONCTION LOGIQUE **4pts**

Soit la fonction

$$F = \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + a\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + \boxed{a}b\bar{c}d + \bar{a}bcd + a\bar{b}c\bar{d}$$

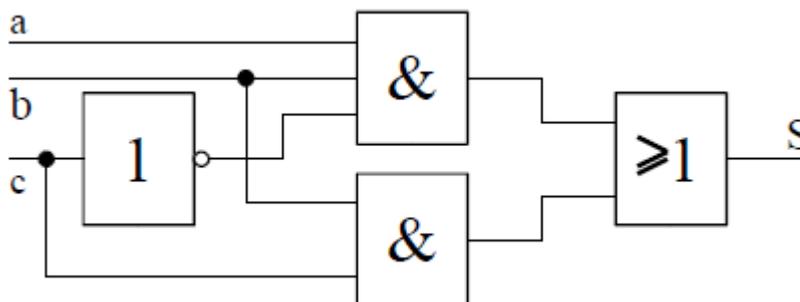
Répondre aux questions suivantes :

- a) Donner la table de vérité. **1pt**
- b) Simplifier algébriquement l'expression. **1pt**
- c) Construire le tableau de Karnaugh et vérifier la simplification précédente. **1pt**
- d) Construire le logigramme correspondant. **1pt**

EXERCICE 7 : **4pts**

On définit la fonction s par le logigramme ci-dessous:

- a) Écrire l'expression logique de S . **1pt**
- b) Donner la table de vérité de S . **1pt**
- c) Simplifier algébriquement S . **1pt**
- d) Vérifier la simplification de S grâce au tableau de Karnaugh. **1pt**



EXERCICE 8 : 4pts

Ecrire l'équation réduite de M correspondant au tableau de **KARNAUGH** et tracer son logigramme en utilisant uniquement les portes **NAND** à deux entrées uniquement.

cd \ ab	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	0	0	1
11	1	1	0	1
10	1	1	0	1

EXERCICE 9 : 6 pts

Démontrer les égalités suivantes

$$\overline{A.C + B.C} = \overline{A.C} + \overline{B.C} \quad \text{2pts}$$

$$(A + B).(\overline{A} + C).(B + C) = (A + B).(\overline{A} + C) \quad \text{2pts}$$

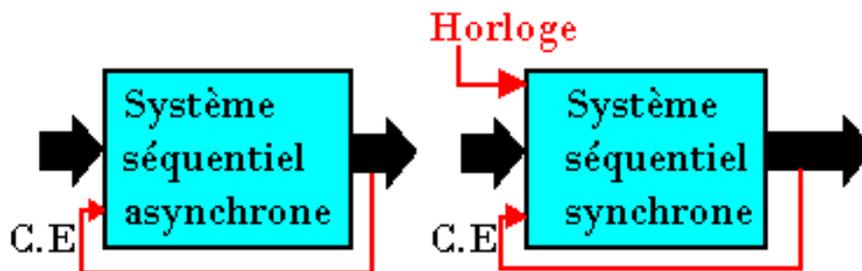
$$\overline{(A + C).(B + C)} = (\overline{A} + C).(\overline{B} + \overline{C}) \quad \text{2pts}$$

Remarque : On peut toujours rajouter "0" (soit $X \cdot \overline{X}$) à une expression ou la multiplier par "1" (soit $X + \overline{X}$) sans la modifier. Cela peut être utile pour faire apparaître des termes communs (qui sinon n'apparaîtraient pas) et permettre ainsi des mises en facteurs ou des simplifications.

QUATRIEME PARTIE : LOGIQUE SEQUENTIELLE

Un système logique séquentiel est un dispositif donc la sortie non seulement de la combinaison des variables d'entrées mais aussi de l'étape précédente de la sortie. On distingue deux types de fonctionnement logique séquentiel:

- Le fonctionnement séquentiel asynchrone qui fait intervenir les combinaisons des variables d'entrée et l'étape précédente de la sortie.
- Le fonctionnement séquentiel synchrone fait intervenir non seulement les combinaisons de la sortie mais le fonctionnement est déclenché sous ordre d'une impulsion d'horloge



LECON 9 : LES COMPOSANTS PNEUMATIQUES

L'énergie pneumatique utilise l'air comprimé comme fluide pour le transport de l'énergie et sa transformation en énergie mécanique.

L'air comprimé est obtenu avec un compresseur d'air entraîné avec un moteur électrique. L'air est aspiré puis comprimé dans une cuve sous pression. De ce réservoir partent les canalisations pour la distribution.

La pression d'air est exprimée en bar, elle est définie par la pression exercée par une force de 1 daN (déca newton) sur une surface de 1 cm²

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ daN /cm}^2$$

Pour réaliser une installation pneumatique il y a des actionneurs (vérin, moteur), ils transforment l'énergie pneumatique en énergie mécanique et de préactionneurs (distributeur), des organes de commandes (capteurs, bouton poussoir), des composants d'automatisme (fonctions logiques : OU, ET).

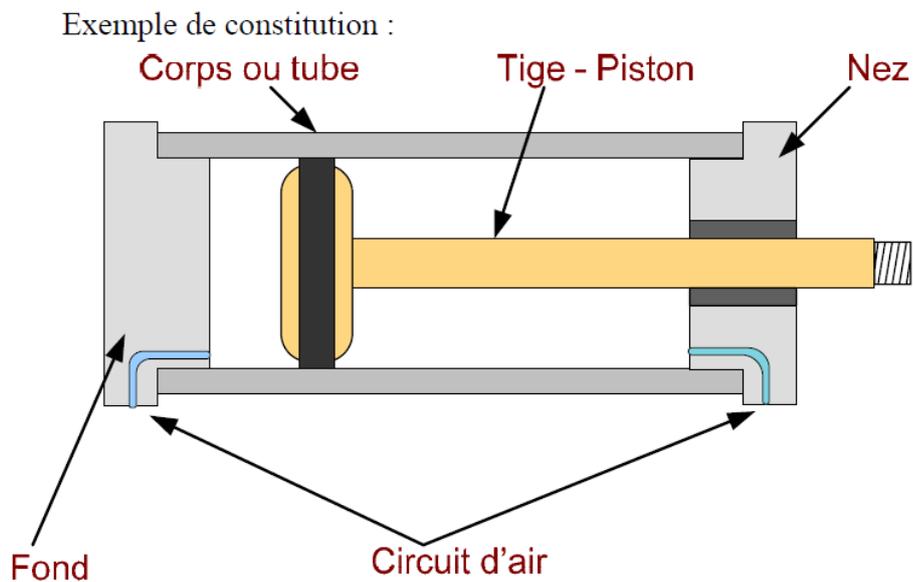
I- Le vérin

Les vérins réalisent des mouvements linéaires.

Ils sont munis d'un piston avec une tige qui se déplace librement à l'intérieur d'un tube. En fonction du type, ils ont un ou deux orifices permettant l'admission ou l'échappement de l'air. La longueur du mouvement définit la course du vérin, le diamètre est lié à la force à exécuter au cours du mouvement.

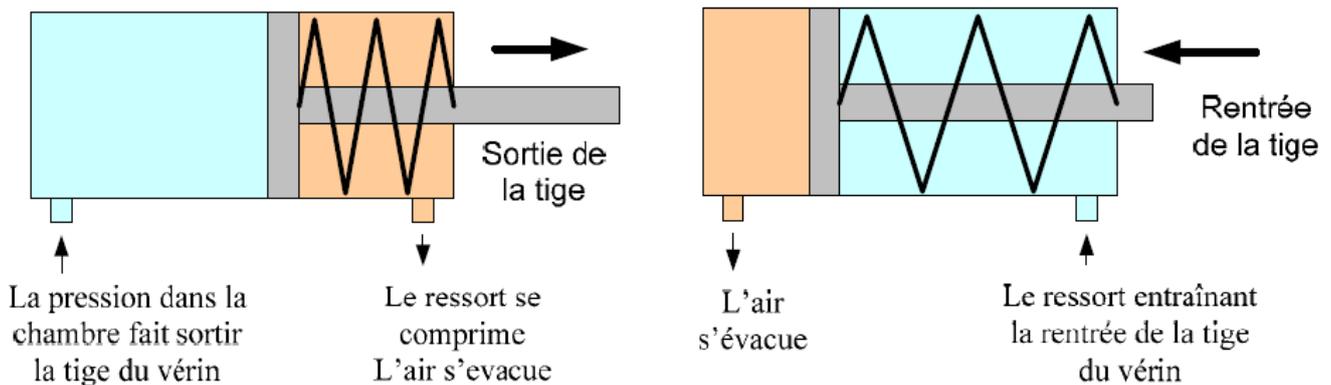
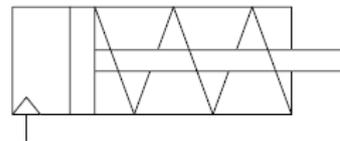
Les vérins sont utilisés pour effectuer des tâches linéaires de déplacement ou force (faible en pneumatique, élevée en hydraulique). Deux grands types sont utilisés : les vérins simple effet et les vérins double effet. On peut combiner les qualités de d'autres composants pour des applications particulières. On peut ainsi introduire des amortisseurs et réducteurs de débit réglable ou non.

Rôle des actionneurs : Transformer l'énergie pneumatique fournie par l'air comprimé en travail mécanique. Ce dernier peut être un transfert rectiligne ou une force de rotation.



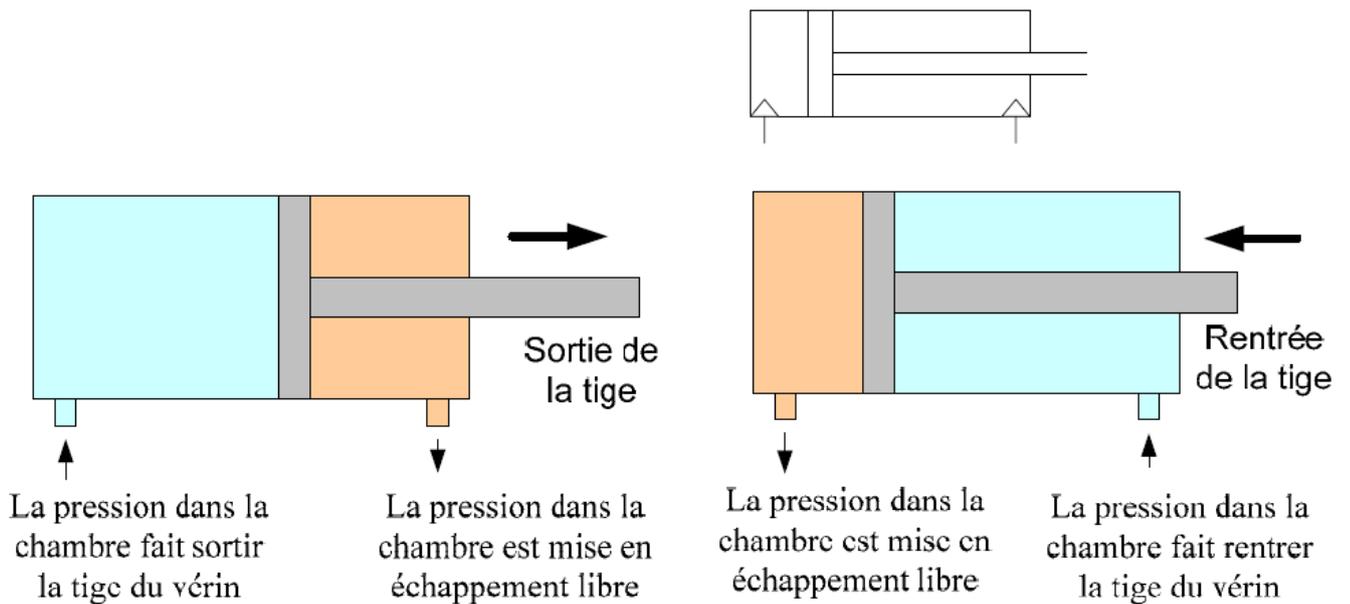
Il existe différents types de vérins :

🕒 Vérin simple effet



Un seul orifice, il est piloté que dans un sens le retour s'effectue par l'intermédiaire d'un ressort.

🕒 Vérin double effet



Deux orifices, il doit recevoir une pression dans l'un ou l'autre orifice pour effectuer la sortie ou la rentrée de la tige

Utilisation : Lorsque les vérins pneumatiques à double effet déplacent des masses importantes, alors on se sert de vérins avec amortissement pneumatique en fin de course. Fonctionnement :

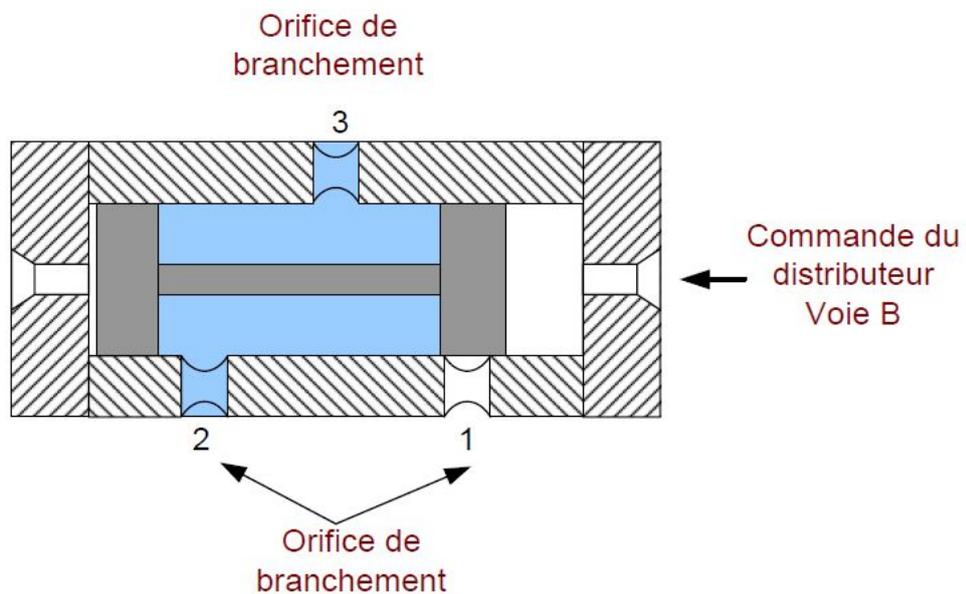
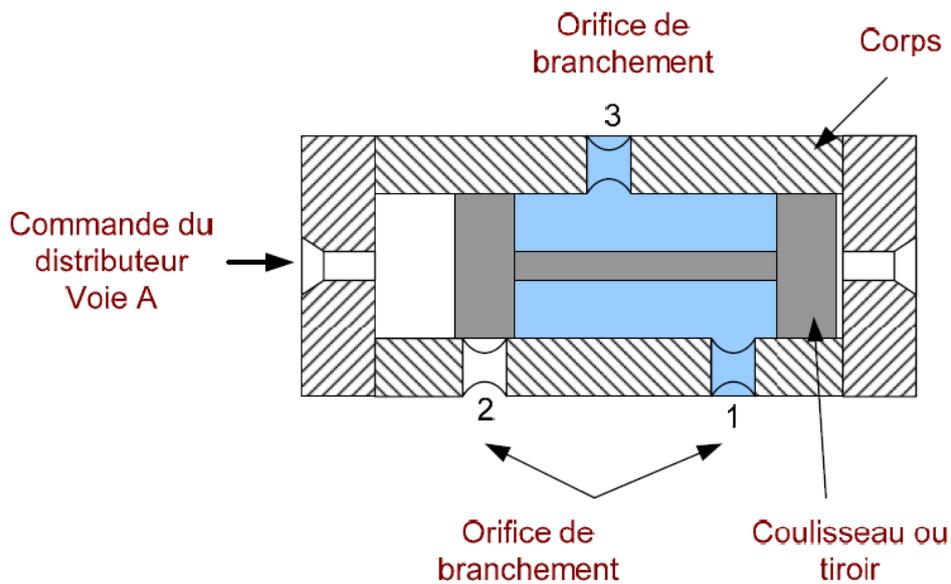
Le contrôle de la puissance et de la vitesse du vérin est effectué par les 2 clapets antiretour et les 2 amortisseurs de part et d'autre du vérin.

b) Les distributeurs :

Les distributeurs pneumatiques ont pour fonction de distribuer l'air comprimé jusqu'à l'actionneur (vérin). Ils ont le même rôle que les contacteurs.

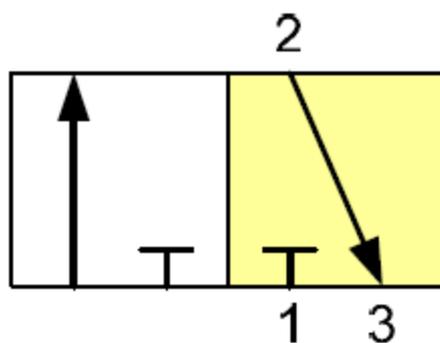
Constitution et Fonctionnement :

Un coulisseau ou un tiroir se déplace dans le corps du distributeur, il permet de fermer ou d'ouvrir des orifices d'air et ainsi de piloter différents actionneurs.



Il existe différents types de distributeurs des différents en fonction du nombre d'orifice de branchement. On les identifie par le nombre d'orifice et de position

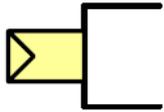
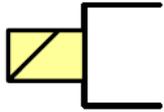
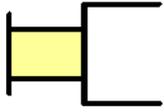
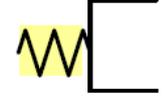
Exemple : un distributeur 3/2 il a 3 orifices et 2 positions
Symbolisation



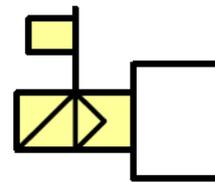
Pour déterminer en fonction du schéma on calcule le nombre d'orifice dans la partie coloré en position initiale et le nombre de case

Mode de commande

Le pilotage ou la commande des distributeurs peut s'effectuer par différentes façons :

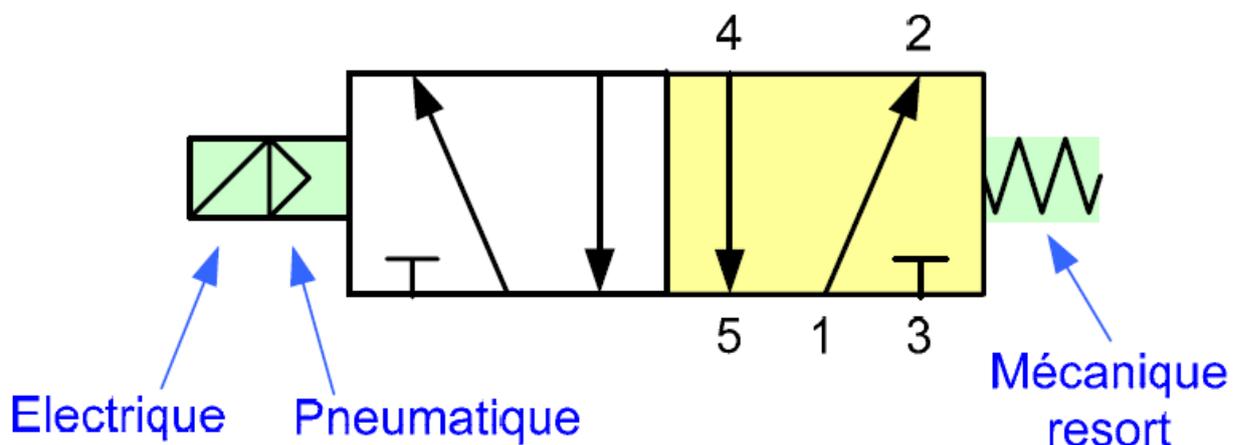
symbole	type de commande	fonctionnement
	pneumatique	Elle est réalisée par de l'air comprimé
	électrique	Elle est réalisée par une bobine (principe de l'électro-aimant)
	manuelle	Elle est réalisée par un tournevis
	mécanique	Elle est réalisée par un ressort

On peut associer plusieurs types de commande :



Exercice :

Déterminer le type de distributeur et les modes de commande utilisée :



Distributeur 5 / 2 à commande électropneumatique avec rappel par ressort

c) Mise en oeuvre d'une commande de vérin

On désire commander un vérin double effet avec un distributeur 5 / 2 avec commande pneumatique

Schéma en position initiale

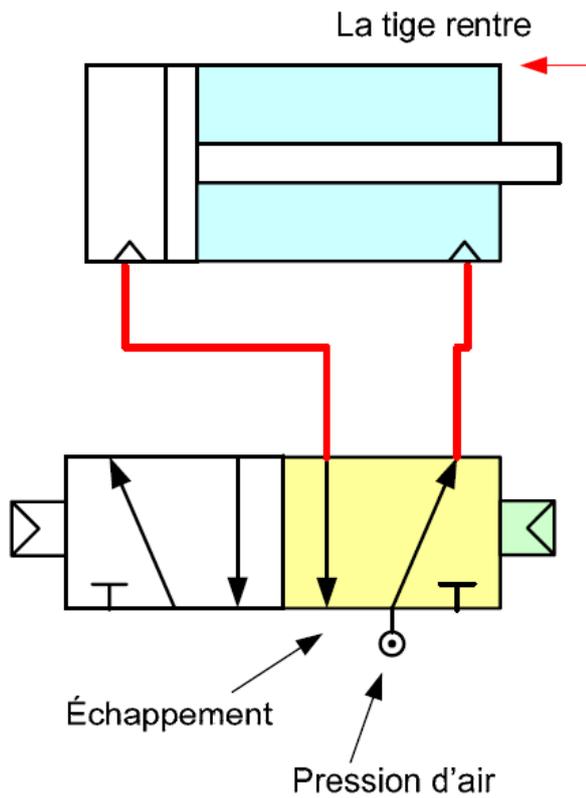
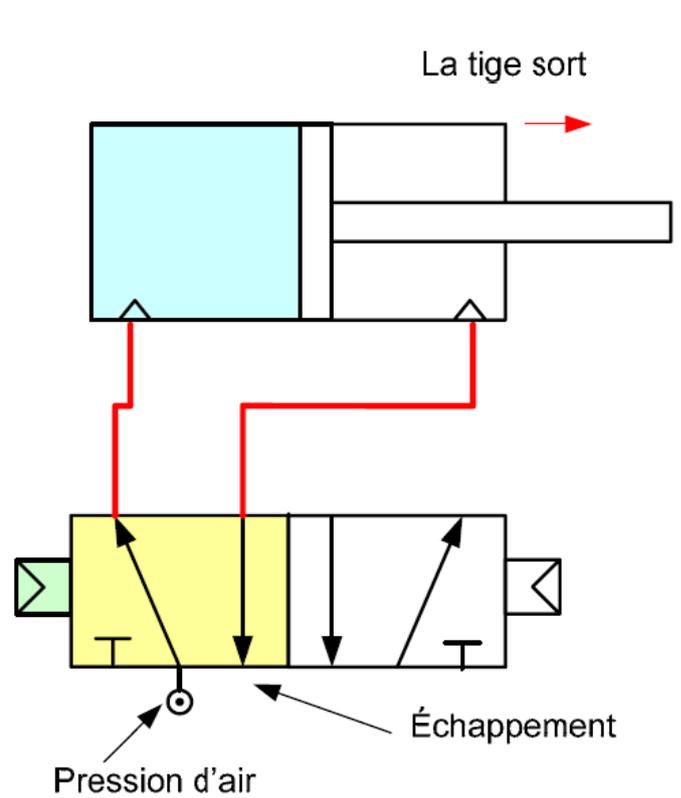
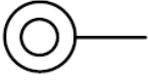
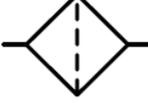


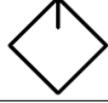
Schéma en position commande

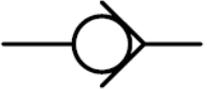


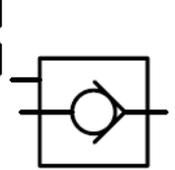
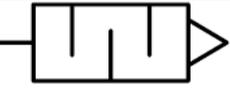
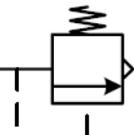
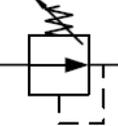
d) Composants pneumatiques :

En plus des vérins et des distributeurs il y a différents composants permettant la réalisation d'équipement pneumatique au niveau de la commande et de la puissance.

Symbole	Désignation	Fonctionnement
	Réservoir	Assure le stockage de l'air comprimé
	Alimentation d'air comprimé	Alimente les circuits en air comprimé
	Echappement	Met à l'air libre la pression d'une canalisation
	Filtre	Enlève les impuretés
	Sécheur, déshydrateur	Enlève l'humidité
	Séparateur manuel (purge)	Dissocie l'air des autres composants

Symbole	Désignation	Fonctionnement
	Lubrificateur	Huile l'air comprimé
	Thermomètre	Indique la température de l'air comprimé
	Débitmètre	Indique le débit d'air par unité de temps
	Manomètre	Indique la pression
	Unité de conditionnement	Filtre, lubrifie, indique la pression

Symbole	Désignation	Fonctionnement
	Vanne	Autorise le passage de l'air comprimé si elle est ouverte
	Réducteur de débit	Réduit le débit dans le circuit en aval
	Réducteur de débit variable	Permet de régler le débit dans le circuit en aval
	Clapet anti-retour	Permet le passage de l'air comprimé dans un seul sens

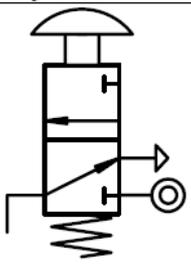
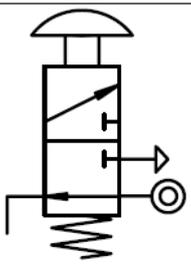
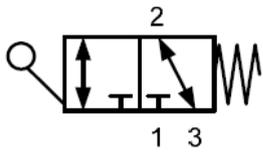
Symbole	Désignation	Fonctionnement
	Clapet anti-retour piloté	Permet le passage de l'air comprimé dans un seul sens à condition d'être piloté
	Réducteur de débit variable unidirectionnel	Permet de régler le débit dans un seul sens de circulation
	Silencieux	Limite les nuisances sonores
	soupape de sécurité	Met un circuit à l'air libre lorsque la pression est trop importante
	régulateur de pression	Permet d'obtenir une pression constante dans le circuit aval

e) Les commandes manuelles et mécaniques

Une installation peut être réalisée entièrement en pneumatique de ce fait il existe des boutons, et des capteurs mécaniques.

Ces organes sont réalisés à l'aide d'une combinaison de modules, la partie actionnée et un distributeur

Exemples de commandes

Symbole	Fonction	Symbole électrique
	Bouton poussoir contact à fermeture Il faut actionner le bouton pour laisser le passage de l'air comprimé	
	Bouton poussoir contact à ouverture Il faut actionner le bouton pour couper le passage de l'air comprimé	
	Fin de course à galet	

Exercices

- a) Déterminer le schéma pour piloté un vérin simple effet par commande manuel, indiquer le nom de chaque élément. La tige du vérin sort lors de la commande.

NB :

Les soupapes de pression

- Limiteurs de pression, soupapes de séquence
- Réducteurs de pression

Transformateurs d'énergie linéaires

- Vérin
- Echangeurs de pression
- Multiplicateurs de pression

Conservation de l'énergie

- Accumulateurs
- Sources d'énergie

Transformateurs d'énergie tournants

- Compresseur

- Moteurs

Distribution de l'énergie

II. Distributeurs

Réglage du débit

- Réducteurs de débit, vannes
- Les clapets, sélecteurs, soupapes d'échappement

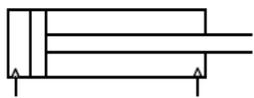
Traitement de l'air et conditionnement de l'énergie

- Les filtres, purgeurs, déshydrateurs, lubrificateurs
- Groupes de conditionnement
- Vannes de coupure et de mise en pression progressive

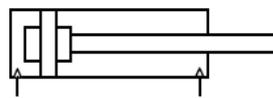
Appareils complémentaires

- Capteurs
- Vide
- Appareils de mesurage et indicateurs
- Autres (silencieux, raccords, flexibles, temporisateurs, cellules, ...)

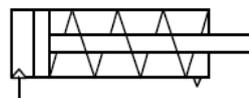
TRANSFORMATEURS D'ENERGIE LINEAIRE



Double effet simple tige



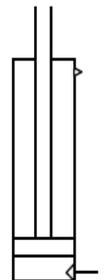
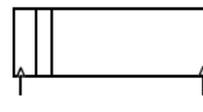
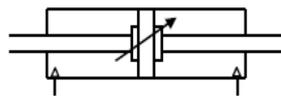
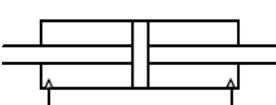
Double effet avec amortissements AV/AR



Simple effet en course aller, rappel par ressort

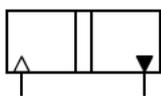


Simple effet en course retour, rappel par ressort

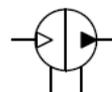


se aller, ni

ECHANGEURS DE PRESSION

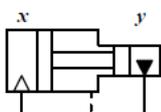


Air/huile simple effet

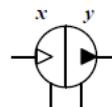


Air/huile effet continu

MULTIPLICATEURS DE PRESSION



Air/huile simple effet



Air/huile effet continu

CONSERVATION DE L'ENERGIE

ACCUMULATEURS

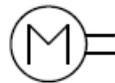


Réservoir d'air

SOURCES D'ENERGIE



Source d'énergie pneumatique



Moteur électrique



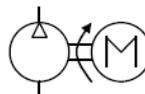
Entraînement non défini

TRANSFORMATEURS D'ENERGIE TOURNANTS

COMPRESSEURS



Compresseur



Compresseur entraîné
par un moteur électrique

MOTEURS



A 2 sens de rotation



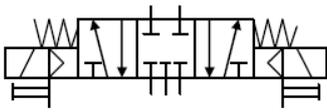
A 1 sens de rotation



Moteur oscillant
ou vérin rotatif

DISTRIBUTION DE L'ENERGIE

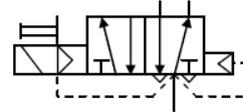
DISTRIBUTEURS



5/3 à c^{de} électropneumatique, centrage par ressorts et c^{des} manuelles de secours, centre fermé



5/2 à c^{de} électropneumatique, bistable et c^{des} manuelles de secours



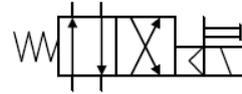
5/2 à c^{de} électropneumatique (représentation des pilotages internes . DIFFERENTIEL), à section prioritaire, bistable et c^{de} manuelle de secours



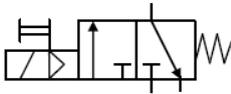
5/2 à c^{de} pneumatique directe, bistable



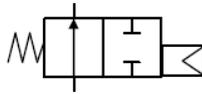
5/2 à c^{de} électrique directe, bistable



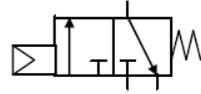
4/2 à c^{de} électropneumatique, rappel par ressort et c^{de} manuelle de secours



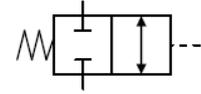
3/2 à c^{de} électropneumatique, rappel par ressort et c^{de} manuelle de secours



2/2 à c^{de} pneumatique, monostable, NO



3/2 à c^{de} pneumatique, monostable, NF (Bouton Poussoir Marche)



2/2 à c^{de} pneumatique directe, monostable, NF (bloqueur)

REGLAGE DU DEBIT

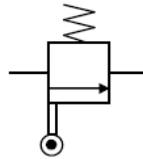
REDUCTEURS DE DEBIT



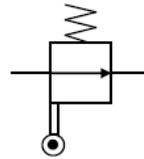
Non réglable



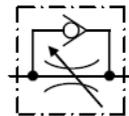
Réglable



A commande par galet. NF



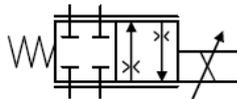
A commande par galet. NO



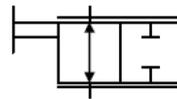
Réglable avec CAR incorporé (unidirectionnel)



Vanne



Limiteur de débit à c^{de} proportionnelle

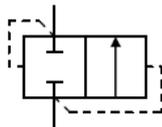


Réducteur de débit réglable (symbole détaillé)

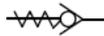
LES CLAPETS – SELECTEURS – SOUPAPES D'ECHAPPEMENT



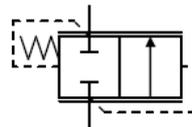
Clapet anti-retour simple



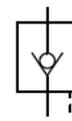
CAR (symbole détaillé)



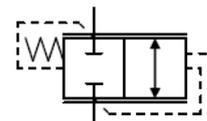
CAR taré



CAR taré (symbole détaillé)



Clapet anti-retour piloté



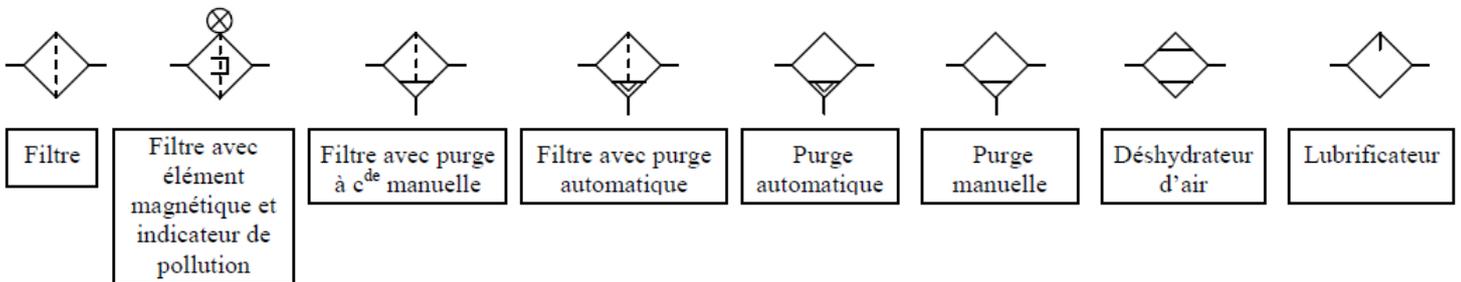
Clapet anti-retour piloté (symbole détaillé)

Sélecteur de circuit

Souppape d'échappement rapide

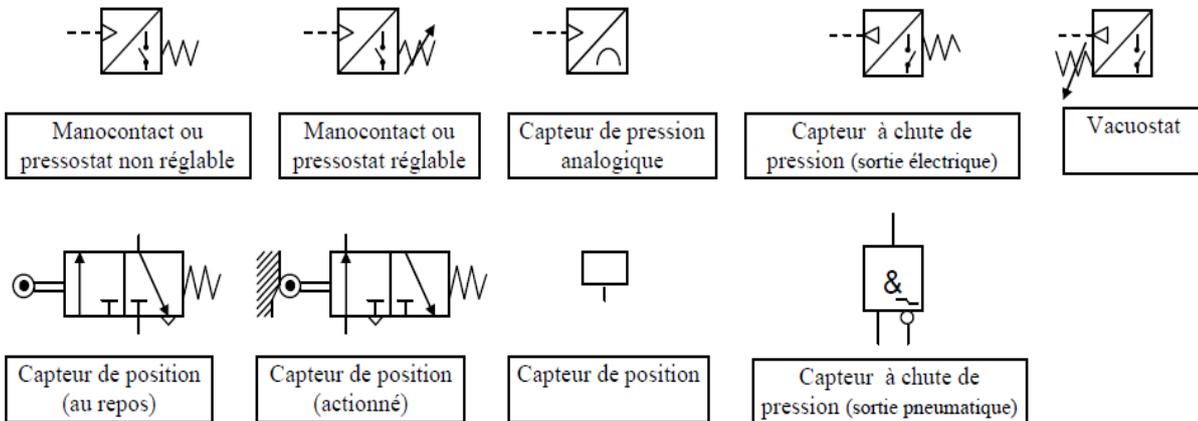
TRAITEMENT DE L'AIR ET CONDITIONNEMENT DE L'ENERGIE

13. LES FILTRES - PURGEURS - DESHYDRATEURS - LUBRIFICATEURS

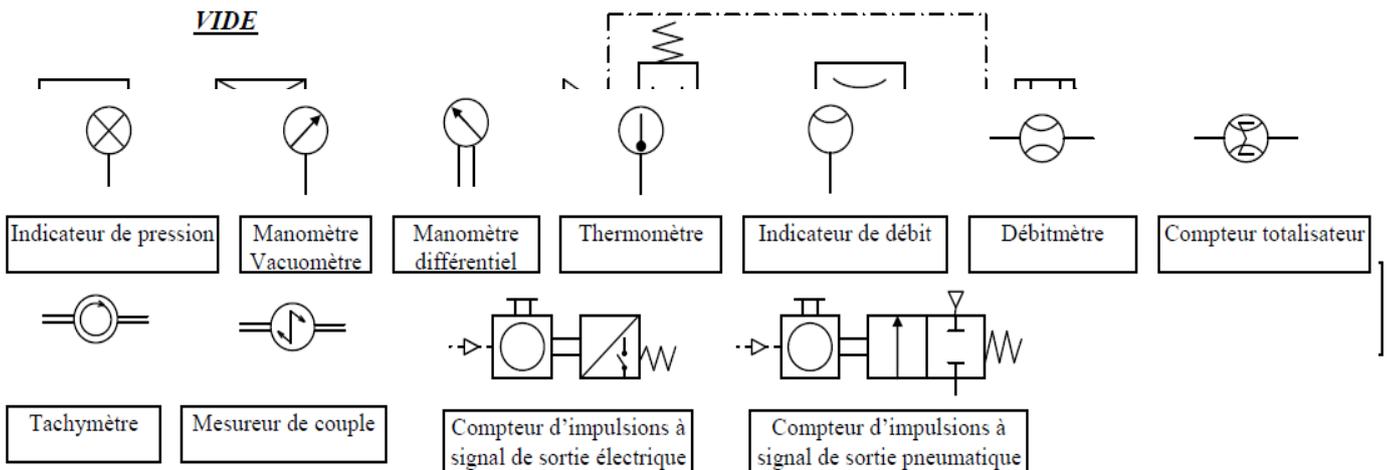


COMPLEMENTAIRES

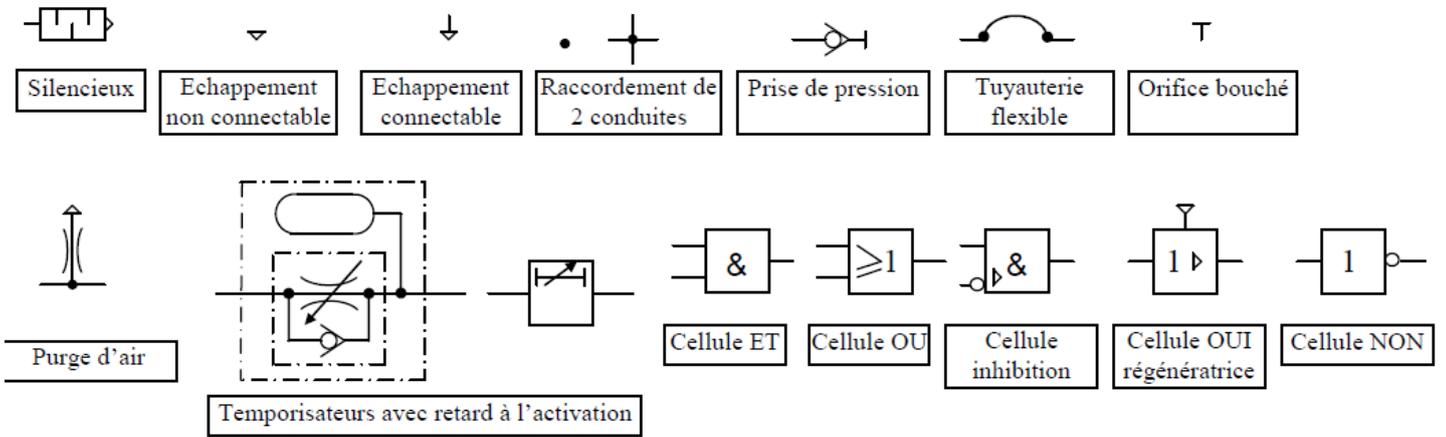
CAPTEURS



VIDE



AUTRES



LECON 10 : LE GRAFCET - DESCRIPTION GENERALE

I- GENERALITES

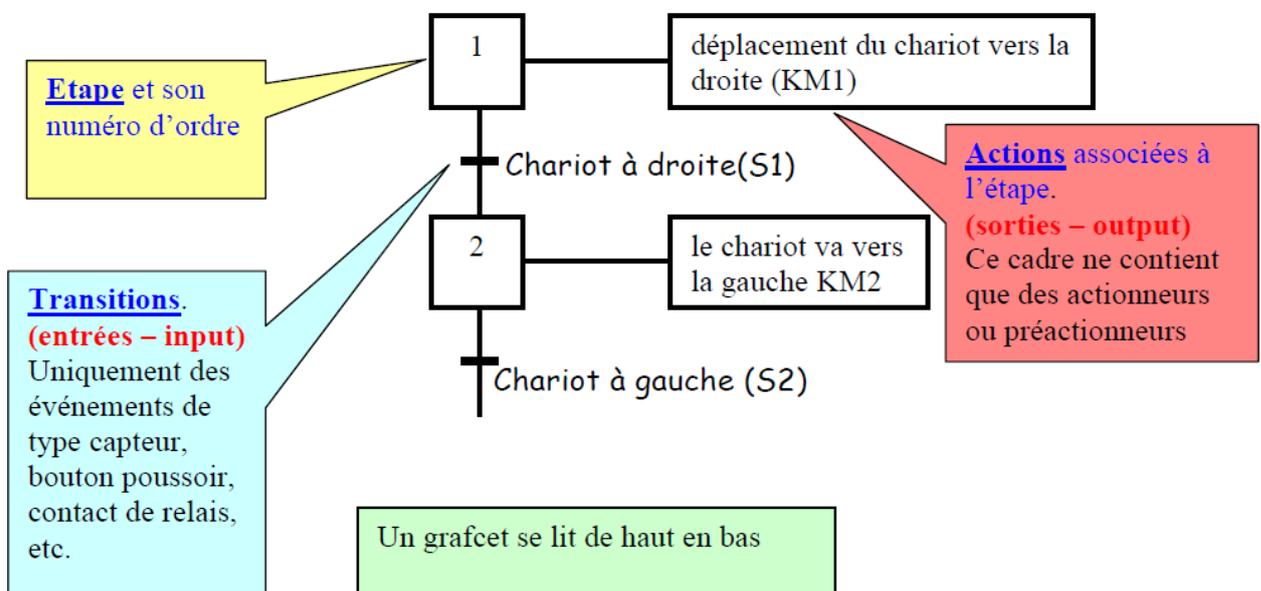
*La création d'une machine automatisée nécessite un dialogue entre le client qui définit le cahier des charges (qui contient les besoins et les conditions de fonctionnement de la machine) et le constructeur qui propose des solutions. Ce dialogue n'est pas toujours facile : le client ne possède peut-être pas la technique lui permettant de définir correctement son problème. D'autre part, le langage courant ne permet pas de lever toutes les ambiguïtés dues au fonctionnement de la machine (surtout si des actions doivent se dérouler simultanément). C'est pourquoi l'**ADEPA** (Agence pour le Développement de la Productique Appliquée à l'industrie) a créé le **GRAFCET**.*

Un système automatisé est une installation mécanique et électrique où la mise en mouvement, la mise en énergie des récepteurs (moteurs, ventilateur, chauffage, vérin, brûleur...) se fait selon une chronologie (process) préétablie. Cette chronologie de mise en marche va dépendre de la position des matières déplacées, va dépendre d'une température, d'une pression, d'une tension, etc...

II- DÉFINITION

*Le GRAFCET (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande des **E**tapes et **T**ransitions) est l'outil de représentation graphique d'un cahier des charges. Il a été proposé par l'ADEPA (en 1977 et normalisé en 1982 par la NF C03-190).*

*Le GRAFCET est une représentation alternée d'**étapes** et de **transitions**. Une seule transition doit séparer deux étapes.*



- les **ACTIONS** réalisées par des « **ACTIONNEURS** » - moteur - lampe - résistance - vérin - brûleur - ventilateur - etc... Ces actionneurs sont mis en marche par des

« **PRÉACTIONNEURS** » comme un contacteur ou une électrovanne.

- les **TRANSITIONS** ou **ÉVÈNEMENTS** qui sont une conséquence directe d'une action, mais aussi une cause d'une action 2. On classe dans les évènements ou transitions : capteur, Bouton poussoir, Atu, interrupteur, temporisateur...

Un système automatisé sera donc une succession d'**ACTIONS** qui démarrent (sur un système) en fonction d'**ÉVÈNEMENTS** observés sur ce même système.

C'est une partie « Traitement » en fait le câblage de l'électricien qui coordonne la chronologie actions-évènements.

III- DIFFERENTS TYPES DE GRAFCET

Les différents points de vue du GRAFCET.

Il existe 3 représentations du fonctionnement d'un système par le GRAFCET :

- le GRAFCET point de vue système qui représente le fonctionnement du système tel que le voit quelqu'un d'extérieur à celui-ci.
- le GRAFCET point de vue Partie Opérative qui représente le fonctionnement du système tel que le voit quelqu'un connaissant la PO de celui-ci .
- le GRAFCET point de vue Partie Commande qui représente le fonctionnement du système tel que le voit quelqu'un connaissant tout le système.

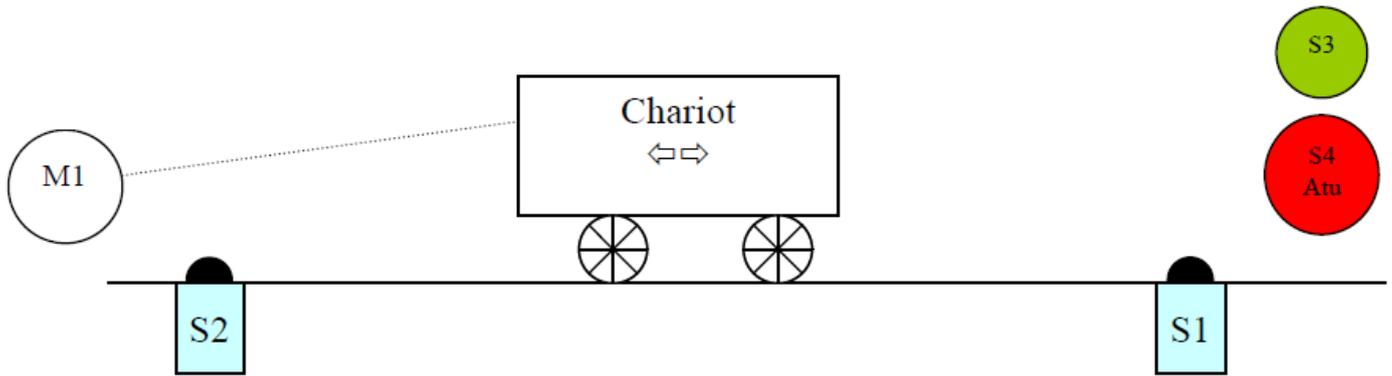
EXEMPLE

Soit un petit wagonnet mis en mouvement par un moteur électrique commandé par un contacteur KM_1 (à droite) et KM_2 (à gauche).

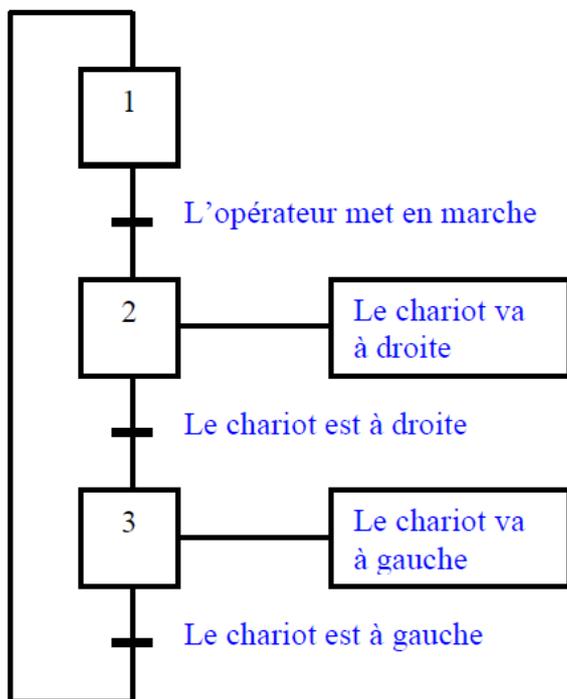
Le départ vers la droite se fait par un bouton poussoir S_3 .

Le retour vers la gauche se fait automatiquement par S_1 .

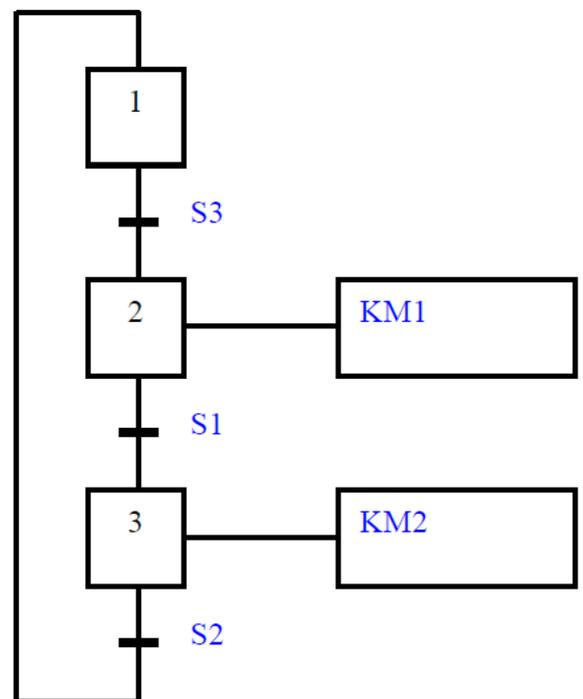
L'arrêt à gauche se fait automatiquement par S_2 .



Grafcet fonctionnel (niveau 1)



Grafcet technologique (niveau 2)



***Le grafcet fonctionnel** décrit le fonctionnement de l'équipement avec des noms communs. C'est un langage compris par un non électricien.*

***Le grafcet technologique** reprend le fonctionnement avec des termes électriques.*

***Actions associées à l'étape** : Actionneurs ou préactionneurs comme bobines de contacteurs, bobines de relais, électrovannes, lampes, voyants...*

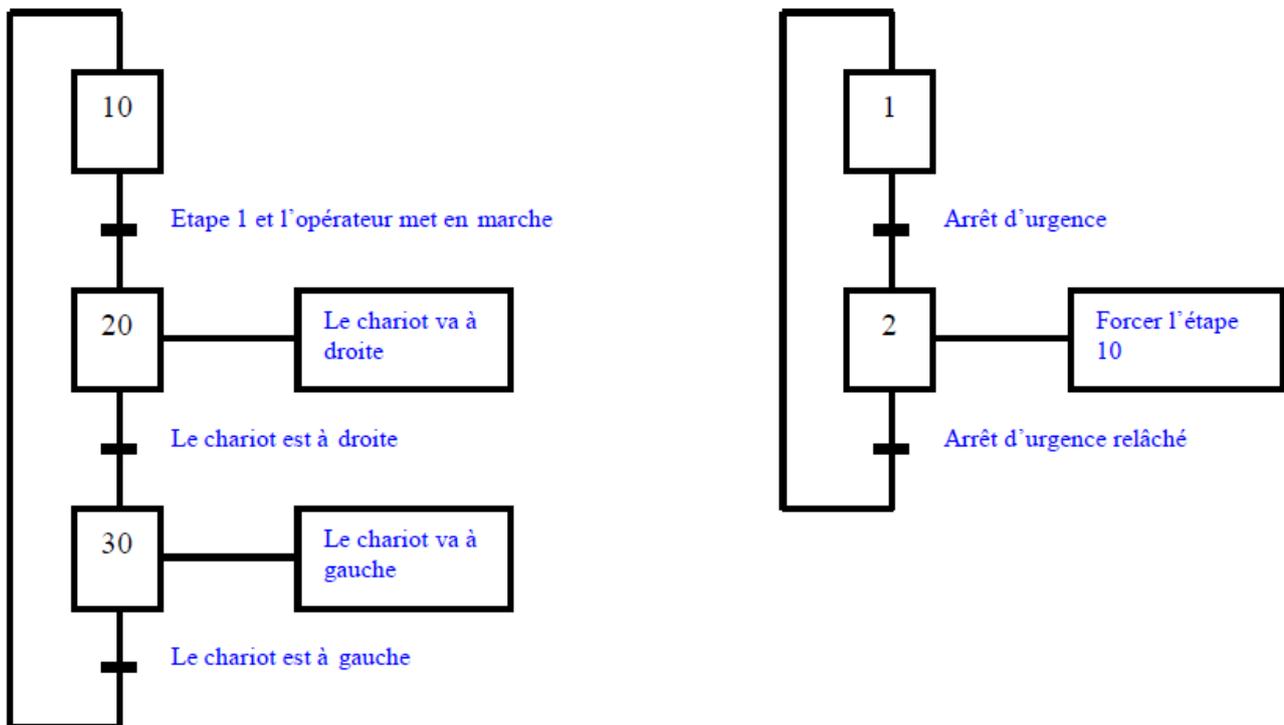
***Transitions** : Bouton poussoirs, capteurs, contacts de relais, contacts de contacteurs, temps écoulé...*

Remarque :

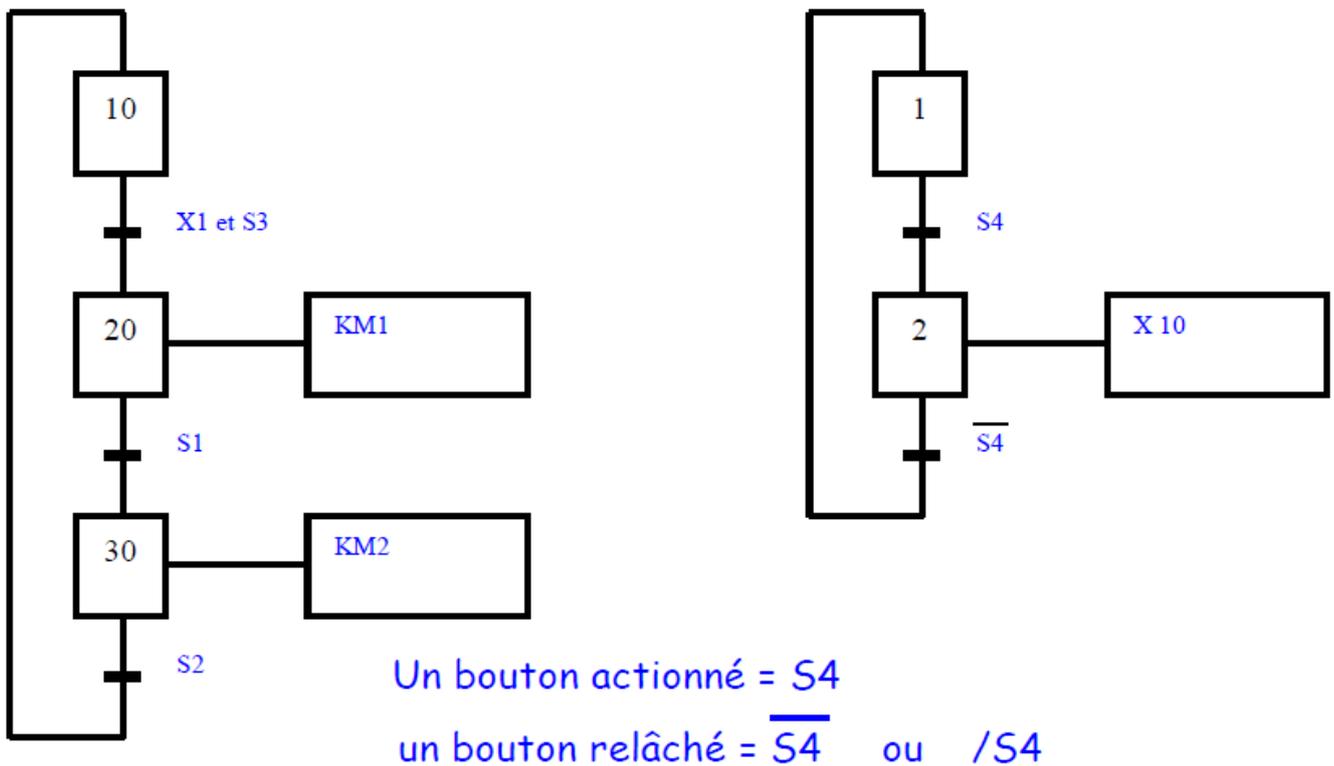
Avec ce type de grafcet, les arrêts normaux sont prévus (étape 1) mais pas les arrêts d'urgence ou de dysfonctionnement qui peuvent survenir à tout instant, quelle que soit l'étape active. Bien entendu, lors d'un arrêt d'urgence, ou d'un défaut thermique, l'installation doit être stoppée. Pour cela on rajoute un autre grafcet, avec l'un prioritaire sur l'autre. C'est un grafcet hiérarchisé.

IV- GESTION DE L'ARRÊT D'URGENCE

1- GRAFCET FONCTIONNEL HIERARCHISE



2- GRAFCET TECHNOLOGIQUE HIERARCHISE



EXEMPLE

Le wagonnet est toujours mis en mouvement par le moteur électrique commandé par des contacteurs. Mais on ajoute une vitesse lente (départ ou arrivée) et une vitesse rapide. De plus on ajoute des voyants de signalisation.

KM1PV : lent vers la droite

H1 : voyant « va vers la droite »

KM1GV : rapide vers la droite

H2 : voyant « va vers la gauche »

KM2PV : lent vers la gauche

H3 : voyant « chariot est à gauche »

KM2GV : rapide vers la gauche

Le départ lent vers la droite se fait par un bouton poussoir Dcy si le chariot est en position :

Accélération en S1

Accélération à S2

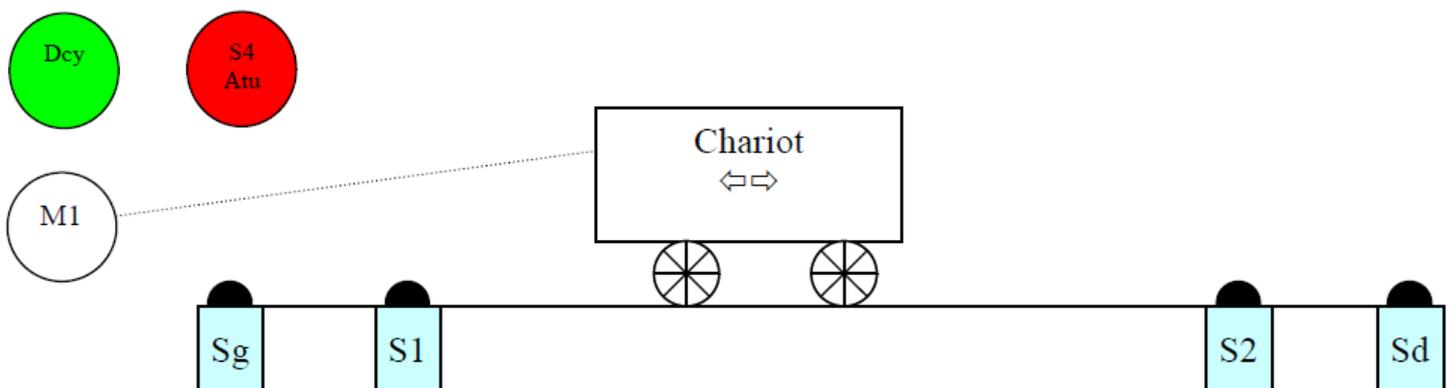
Ralentissement en S2

Ralentissement à S1

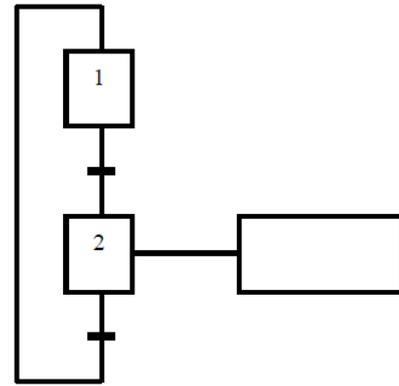
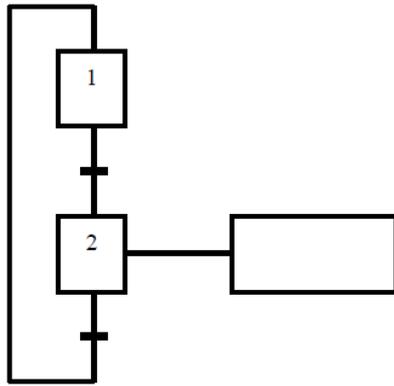
Arrêt 30 secondes en Sd

Arrêt à gauche automatiquement en Sg.

Retour en PV au bout de 30 s

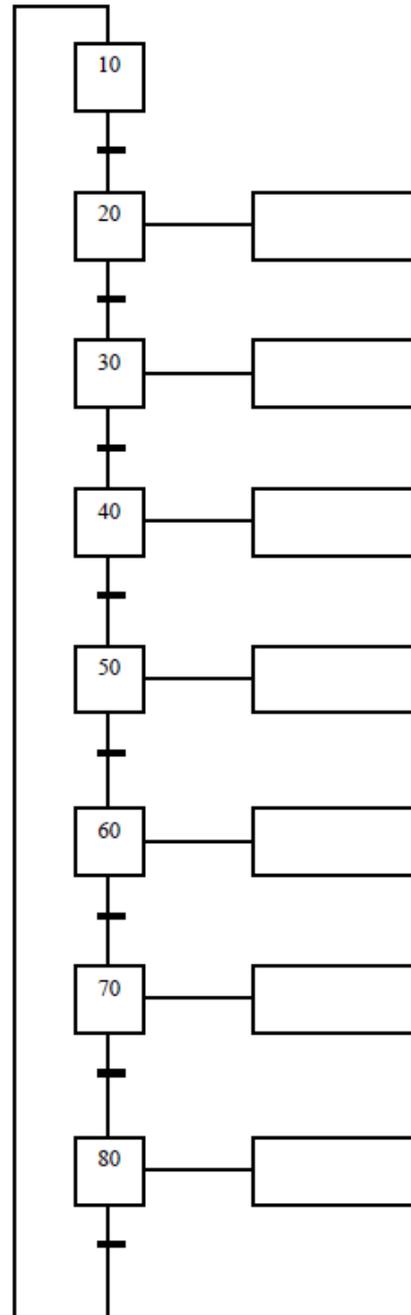
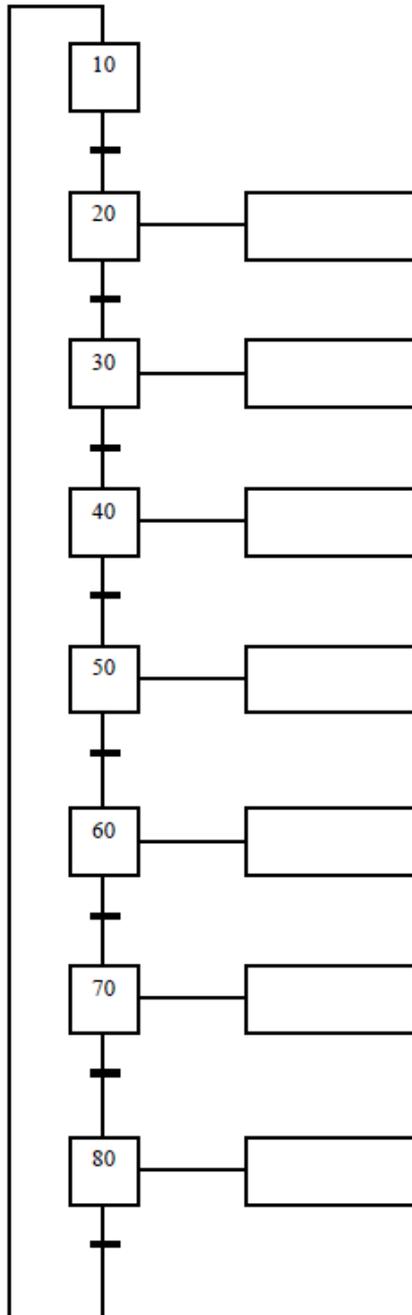


Grafcet de sécurité



Fonctionnel

Technologique



V- REGLES D'EVOLUTIONS DU GRAFCET

1. Règle 1

L'initialisation précise les étapes actives au début du fonctionnement. Elles sont activées inconditionnellement et repérées sur le GRAFCET en doublant les cotés des symboles correspondants.

2. Règle 2

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être franchie que : - Lorsqu'elle est validée, - ET que la réceptivité associée à la transition est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

3. Règle 3

Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

4. Règle 4

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

5. Règle 5

Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

VI- CAHIER DES CHARGES

Le cahier des charges est le descriptif fourni par l'utilisateur au concepteur de l'automatisme pour lui indiquer les différents modes de marches et les sécurités que devra posséder l'automatisme.

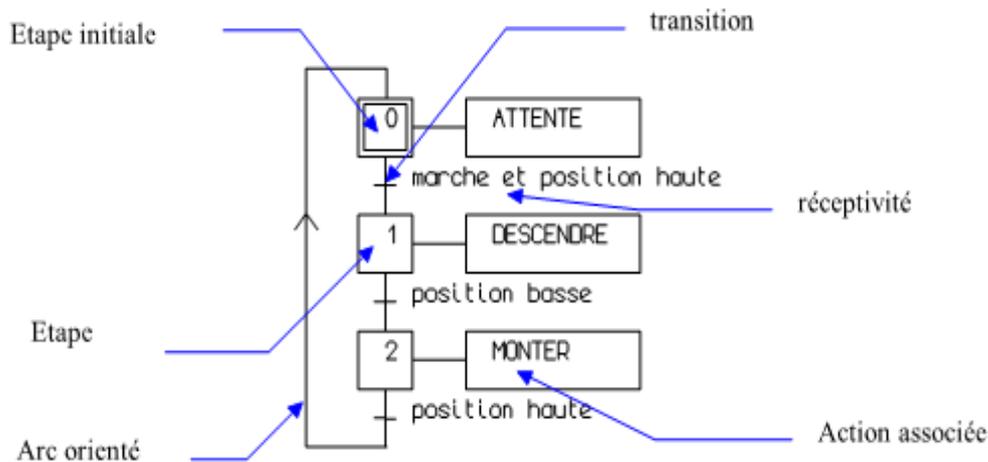
Le cahier des charges décrit le comportement de la partie opérative par rapport à la partie commandée.

L'automaticien doit se référer au cahier des charges pour réaliser l'automatisme, il fait force de loi.

Le GRAFCET, les organigrammes, les logigrammes, les chronogrammes sont des outils utilisés pour décrire le comportement d'un système automatisé.

La description du fonctionnement d'un système automatisé ne doit pas être source de malentendus (mots ambigus, mots techniques..), le GRAFCET peut être utilisé pour décrire le cahier des charges.

VII- ELEMENT DE BASE DU GRAFCET



1. -ETAPE:

Une étape correspond à un comportement stable du système. les étapes sont numérotées dans l'ordre croissant. A chaque étape peuvent correspondre une ou plusieurs actions. Une étape est soit active soit inactive.

2. -ETAPE INITIALE:

La ou les étapes initiales caractérisent l'état du système au début du fonctionnement.

3. -TRANSITION:

Les transitions indiquent les possibilités d'évolution du cycle, à chaque transition est associée une réceptivité.

4. -RECEPTIVITE:

La réceptivité est la condition logique qui permet l'évolution si la réceptivité est vraie (=1) le cycle peut évoluer. Les réceptivités sont des comptes-rendus en provenance de la partie opérative ou des consignes en provenance du pupitre.

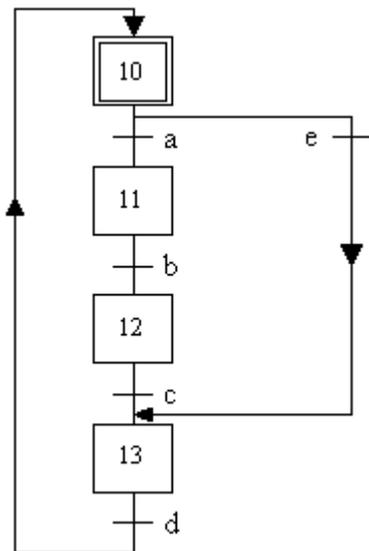
5. -LIAISONS ORIENTEES:

Un GRAFCET se lit de haut en bas, dans un autre sens il est nécessaire d'indiquer le sens par une flèche.

6. -ACTIONS:

Les actions sont réalisées lorsque l'étape associée à l'action est active. Il est possible de définir des actions inconditionnelles, ou conditionnelles, temporisées, à niveaux, mémorisées, impulsionnelles.

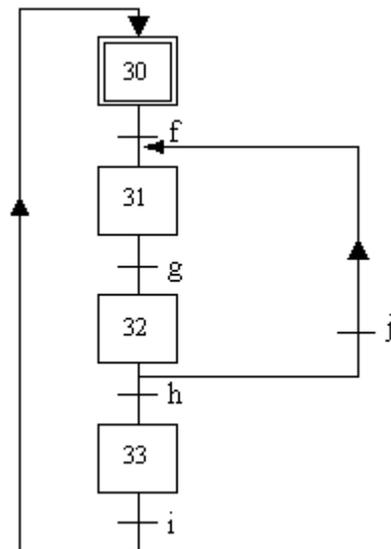
Saut en avant (saut de phase)



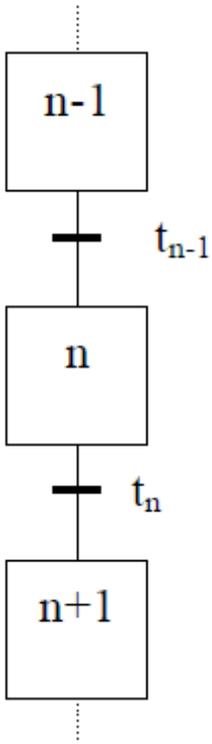
Le saut en avant permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.

Saut en arrière (reprise de phase)

Le saut en arrière permet de reprendre une séquence lorsque les actions à réaliser sont répétitives.



VIII- MISE EN EQUATION DU GRAFCET



➡ EQUATION DE L'ETAPE n : I

« Activation ou mémoire et pas désactivation »

$$X_n = (X_{n-1} \cdot t_{n-1} + m_n) \cdot \overline{X_{n+1}}$$

➡ EQUATION DES ACTION

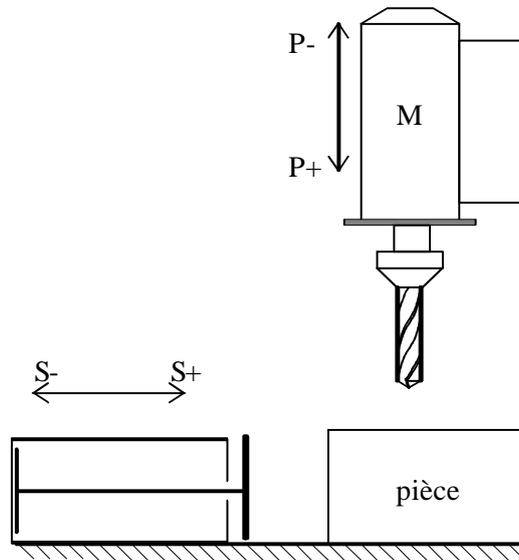
« Enclenchement ou mémoire et pas déclenchement »

➡ Equation d'activation et de désactivation de l'étape n

Etape	Equation d'activation	Equation de désactivation
X_n	$X_{n-1} \cdot t_{n-1}$	X_{n+1}

EXERCICE AVEC CORRECTION

1) Présentation d'un cycle de perçage :



capteurs :

- p0 et s0 pour P et S rentrés.
- p1 et s1 pour P et S sortis.

commandes :

- M pour le fonctionnement monostable du moteur.
- M+ et M- pour la commande bistable du moteur.

Cycle de perçage

- Quand le moteur est arrêté, que les vérins P et S sont rentrés et que l'on appuie sur le bouton poussoir m, le système serre la pièce.
- Quand la pièce est serrée, on effectue le perçage.
- Quand le perçage est terminé, on desserre la pièce.

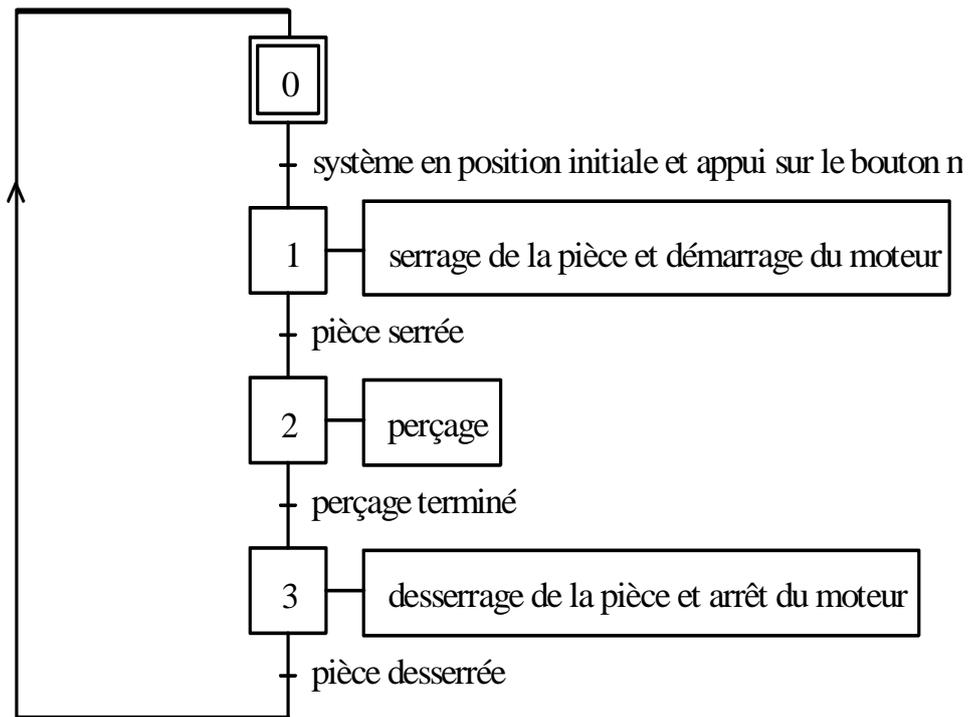
Remarque :

- Les vérins sont bistables.
- Le moteur doit tourner tout au long du perçage.
- Le moteur est monostable et sa commande sera bistable.
- On ne contrôlera pas le fonctionnement du moteur.

2) Le GRAFCET point de vue système.

C'est la description du fonctionnement du système tel que le voit un observateur extérieur à celui-ci. Cette description reste très générale et se limite au procédé.

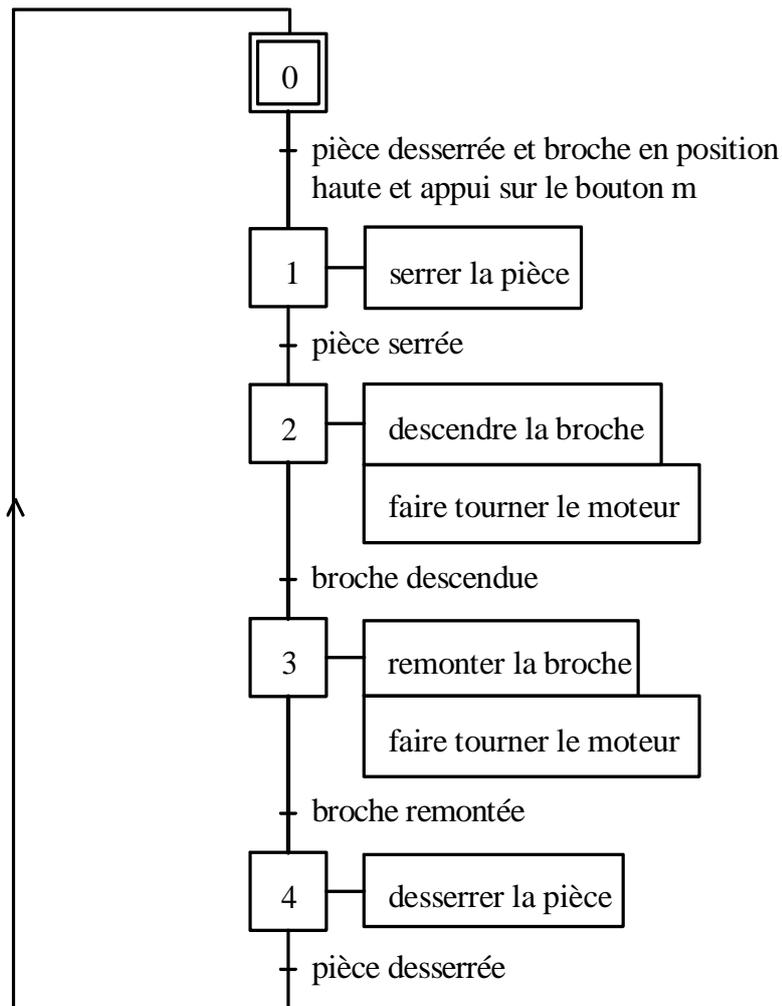
Sur l'exemple cela donne :



3) Le GRAFCET point de vue Partie Opérative.

Cette fois l'observateur connaît la Partie Opérative (PO) du système. Il fait donc une description du fonctionnement en tenant compte des caractéristiques de celle-ci.

Sur l'exemple cela donne :



Remarques :

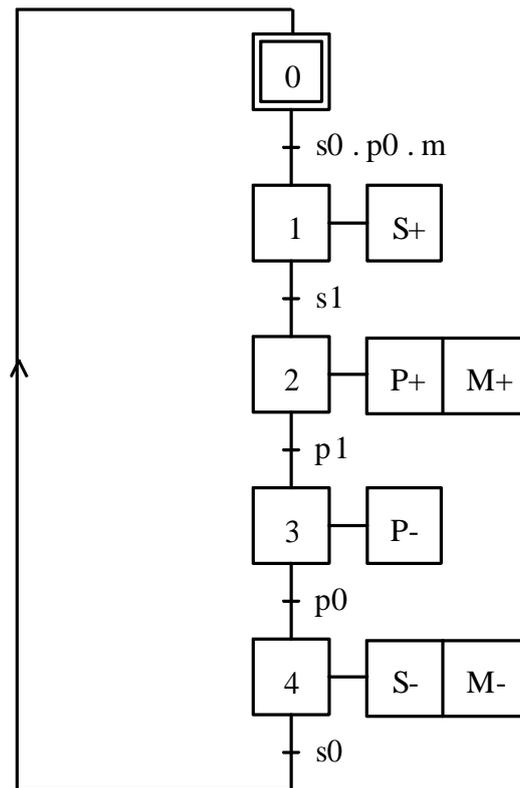
- Généralement dans les GRAFCET point de vue PO, les actions sont représentées par des verbes à l'infinitif.

- Comme le moteur est monostable on le retrouve dans les étapes 2 et 3.

4) Le GRAFCET point de vue Partie Commande.

Cette fois l'observateur connaît tout le système. Il fait une description du fonctionnement de celui-ci où il définit les ordres que devra donner la partie commande PC à la PO.

Sur 1 'exemple cela donne :



Remarque :

Comme on a une commande bistable pour le moteur, on le met en route dans l'étape 2 et on l'arrête en 4.

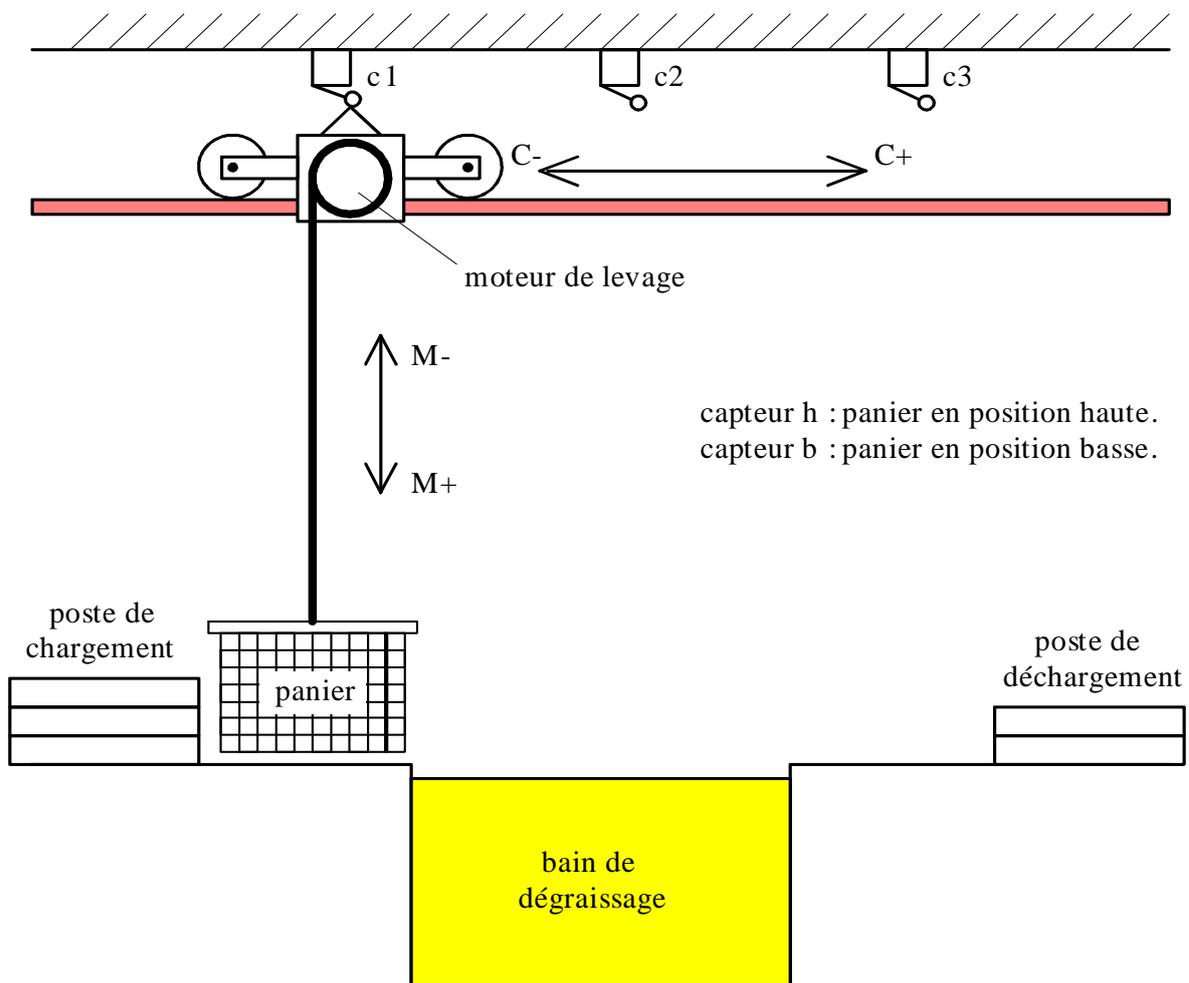
Les GRAFCET linéaires

I/ PRESENTATION :

Un automatisme est représenté par un GRAFCET linéaire lorsqu'il peut être décrit par un ensemble de plusieurs étapes formant une suite dont le déroulement s'effectue toujours dans le même ordre.

II/ EXEMPLE : BAIN DE DEGRAISSAGE.

1) Cahier des charges :



Fonctionnement :

Un chariot se déplace sur un rail et permet, en se positionnant au-dessus d'une cuve, de nettoyer des pièces contenues dans un panier en les trempant dans un bac de dégraissage.

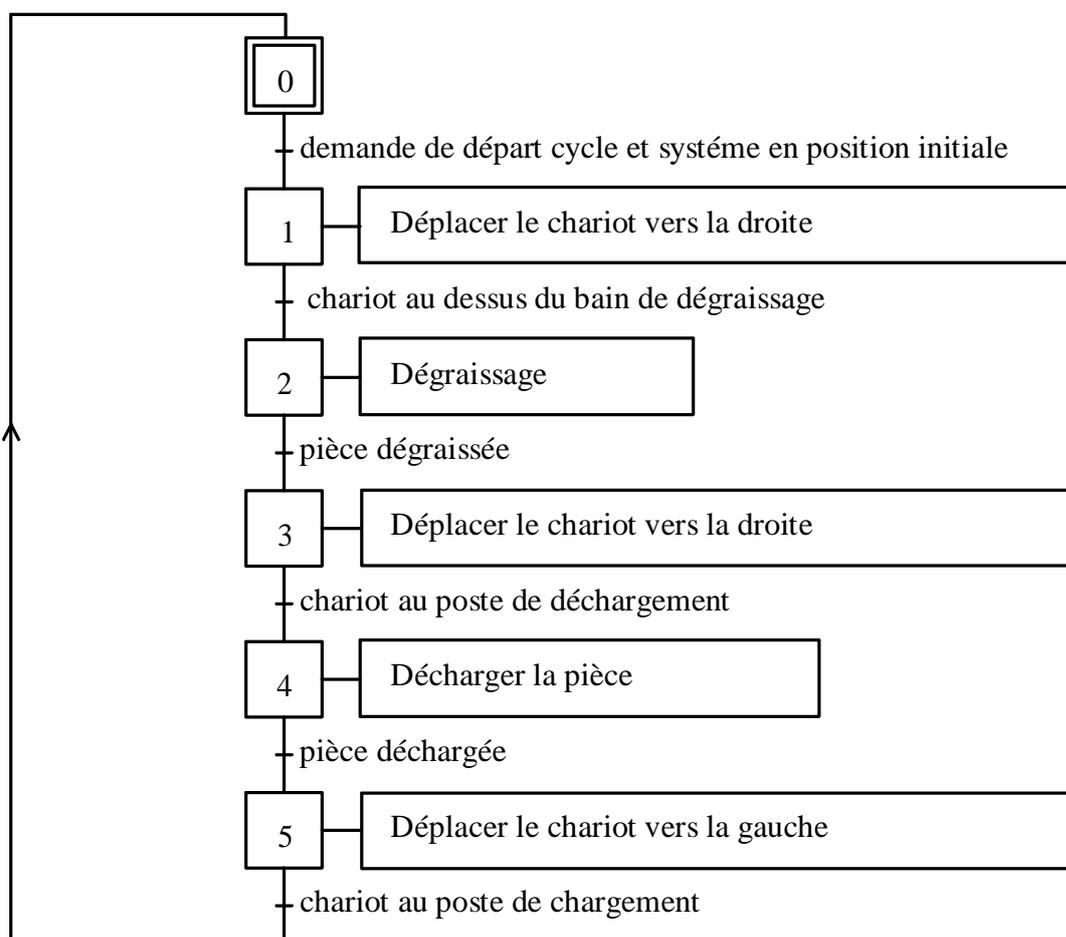
Cycle détaillé :

- Quand le chariot est en haut à gauche et que l'on appuie sur le bouton de départ du cycle (dcy), le chariot va au-dessus du bac de dégraissage.
- Le panier descend alors dans ce bac où on le laisse 30 secondes.
- Après cette attente, le panier remonte .
- Après cela, le chariot va jusqu'à l'extrême droite où il sera déchargé.
- Quand le déchargement est terminé,. le système revient dans sa position de départ.

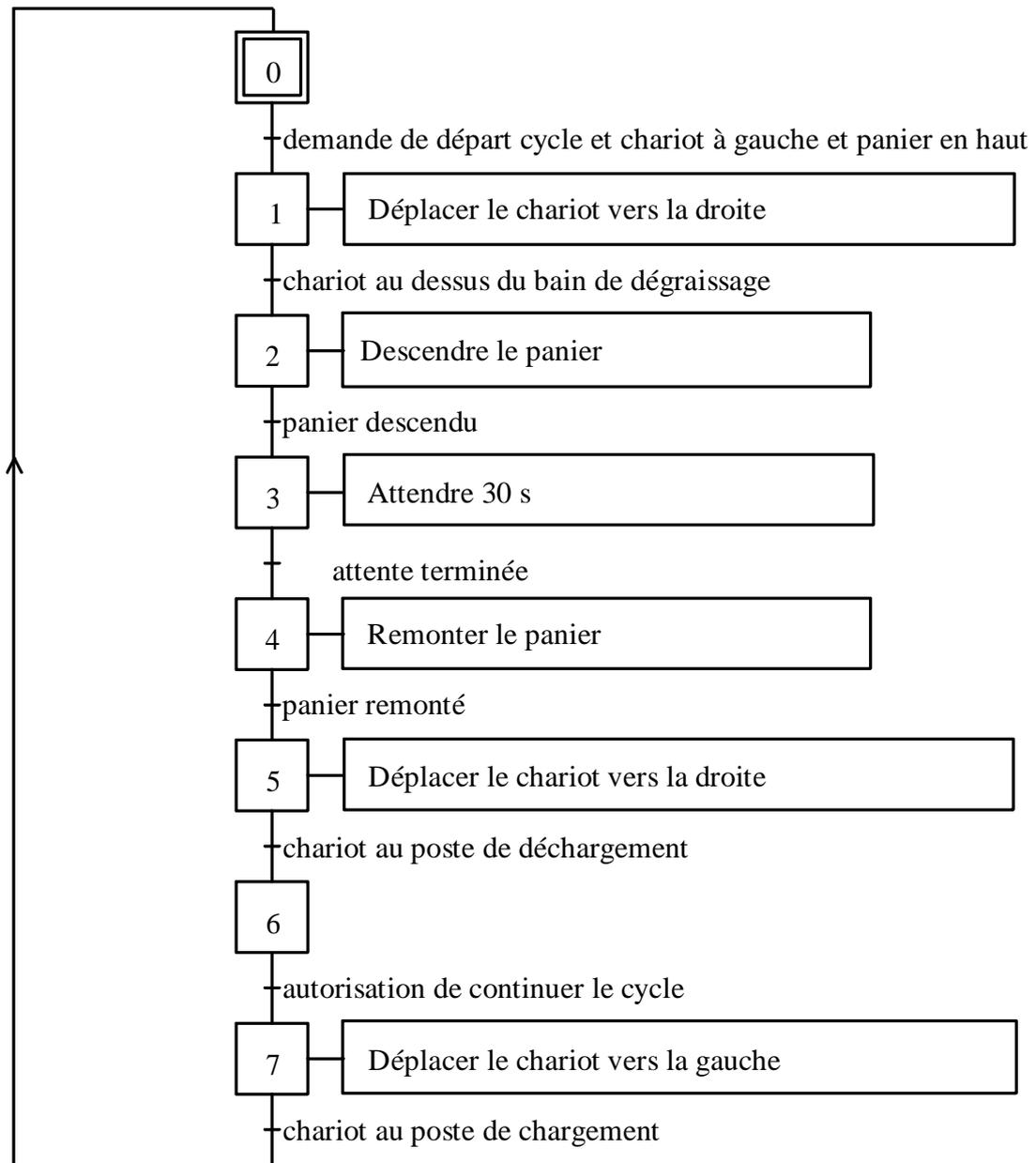
Remarque :

Le chargement et le déchargement du panier s'effectuent manuellement.
Le contrôle du fait que le panier est déchargé sera donc validé par un bouton poussoir d.

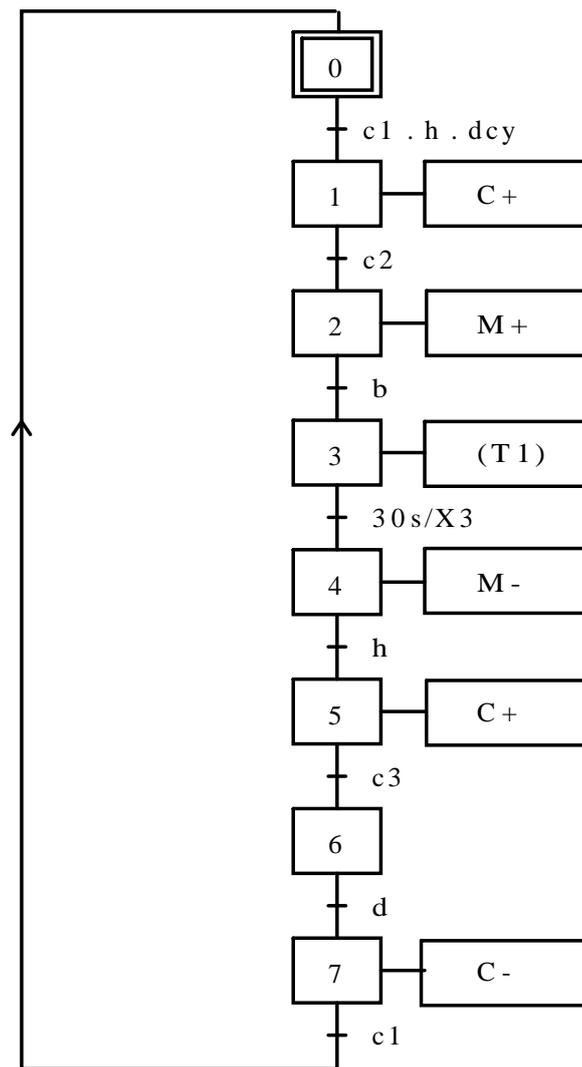
2) GRAFSET point de vue système.



3) GRAFSET point de vue Partie Opérative.



4) GRAFSET point de Partie commande.

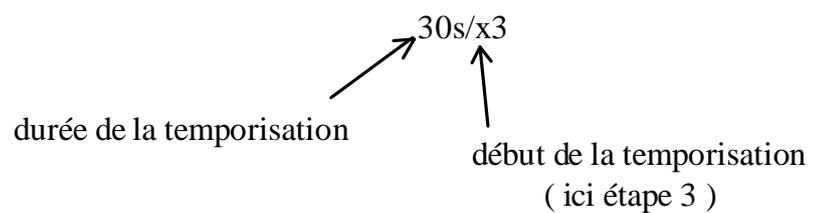


Remarque :

- On repère le lancement de la temporisation. Pour cet exemple, on lance la temporisation T1 dans l'étape 3.

- On définit la fin de la temporisation dans une réceptivité.

Ici cela donne :



EXERCICE 1 : 10 pts

THEME : CHARGEMENT AUTOMATIQUE DES ballots de tissu

I- DESCRIPTIF

Le chargement des ballots de tissu dans une société de la place est constitué d'un tapis roulant sur lequel les ballots sont déposés ; d'un couloir glissant, de deux vérins, comme le montre la documentation technique.

II- FONCTIONNEMENT

Des ballots de tissus descendent à intervalles réguliers à travers le couloir glissant. Dès que le premier ballot est déposé sur le tapis roulant, il actionne le fin de course S1. Le moteur M est mis en marche et entraîne le tapis roulant. Dès que le ballot arrive à l'autre extrémité du tapis, le fin de course S2 est actionné, et le ballot est déposé sur le plateau du vérin B. le vérin B sort sa tige et le remonte en position haute. C'est à ce moment que le vérin A sort sa tige pour basculer le ballot dans le camion. Les deux vérins rentrent leurs tiges au même moment. L'opération se répète jusqu'à ce que le camion soit plein. Une fois le camion plein, l'opérateur appuie sur le bouton poussoir S3 pour mettre le système en arrêt. Si un nouveau camion arrive, fin de course S4 actionné, l'opérateur actionne le bouton poussoir So pour remettre le système en marche.

III- CONDITIONS INITIALES

- Vérins A et B ont leurs tiges rentrées ;
- Présence d'un camion ;
- Présence du carton sur le tapis roulant (fin de course S1)
- Action sur le bouton poussoir So

IV- SPECIFICATIONS TECHNOLOGIQUES

IV-1) LES ACTIONNEURS

Le dispositif est pourvu de :

- Deux vérins A et B pneumatiques commandés par des distributeurs bistables 5/2 respectivement 2D et 3D à commande électrique ;
- D'un moteur d'entraînement du tapis roulant commandé par un contacteur KM ;

IV-2) LES CAPTEURS

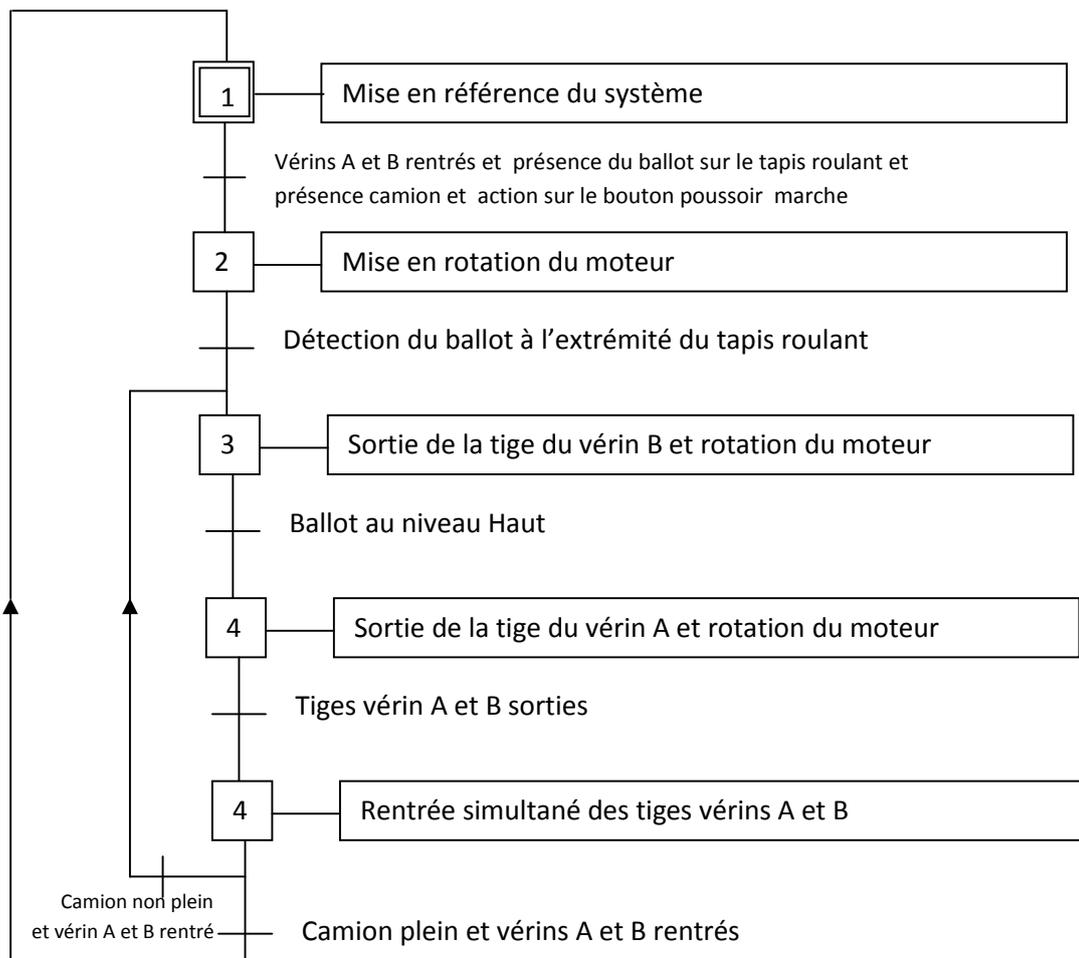
- ☞ Les capteurs a, b, c et d sont des capteurs de position des vérins.
- ☞ Le capteur S1 signale la présence du ballot sur le tapis roulant et lance le démarrage du moteur ;
- ☞ Le capteur S2 détecte la présence du ballot sur le plateau du vérin B ;

- ☞ Le capteur S4 détecte la présence d'un camion ;
- ☞ S3 est le bouton poussoir d'arrêt du système et S0 le bouton poussoir de mise en marche du système.

V- DESIGNATION

ACTIONS	ACTIONNEURS	PREACTIONNEURS	CAPTEURS
Démarrage du moteur tapis roulant	M	KM	S1
Sortie et rentrée de la tige du vérin A	A	2D	a, b
Descente et montée de la tige du vérin B	B	3D	c, d

VI- GRAFCET DU POINT DE VU PARTIE OPERATIVE



I- TRAVAIL A FAIRE :

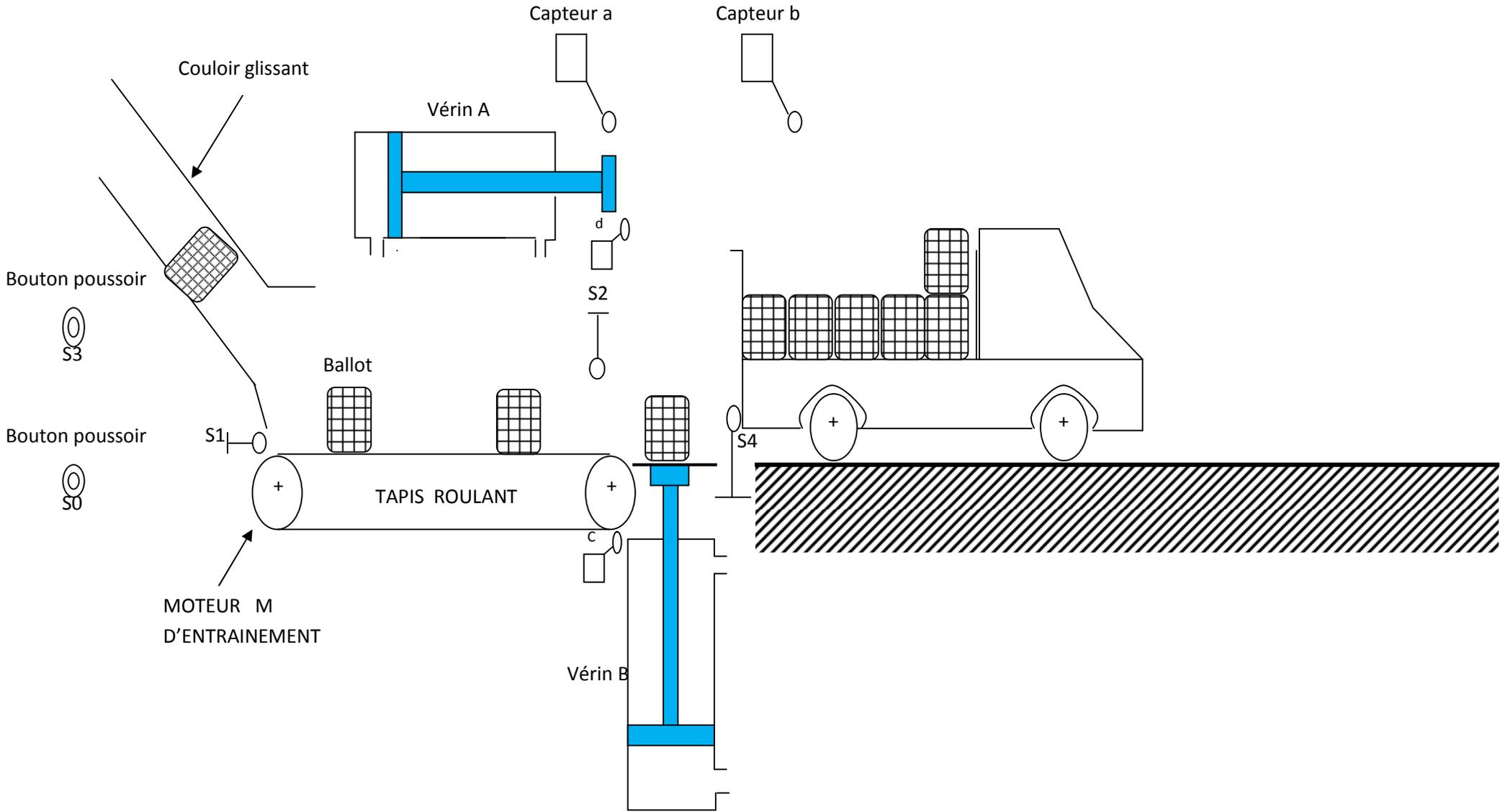
VII.1- ETUDE DU GRAFCET /10pts

VII.1.1- Donner le symbole normalisé des distributeurs utilisés dans cet automatisme. **3 pts**

VII.1.2- Quel est le nom de l'élément permettant de mesurer la pression de l'air dans la tuyère.
2pts

VII.1.3- Etablir le GRAFCET du point de vue partie commande du système **5pts**

Chargement AUTOMATIQUE DES ballots de tissu



EXERCICE 2 : « Commande ouverture et fermeture d'une porte » 7pts

La porte est commandée par contacteur à l'aide du moteur asynchrone triphasé. Le fonctionnement est le suivant :

- Impulsion sur un bouton poussoir S1 (ou S2), la porte s'ouvre ;
- L'ouverture terminée (action sur S3), la porte se ferme une minute après et reste fermée (action sur S4) ;
- Elle ne s'ouvre à nouveau que s'il y a une autre impulsion sur S1 (ou S2)

1- NOMENCLATURE DU MATÉRIEL

- S1 : B.P commandé extérieure de la porte ;
- S2 : B.P commandé intérieure de la porte ;
- S3 : Interrupteur de position ouverture de la porte ;
- S4 : Interrupteur de position fermeture de la porte ;
- KM1 : Contacteur tripolaire, ouverture de la porte ;
- KM2 : Contacteur tripolaire, fermeture de la porte ;
- Q : Sectionneur porte fusible tripolaire
- F1 : Fusible gI. Protection circuit de commande ;
- F2 : relais thermique de protection ;
- H1 : Voyant rouge : signalisation défaut moteur ;
- H2 : Voyant jaune : signalisation ouverture de la porte ;
- H3 : Voyant vert : signalisation fermeture de la porte ;

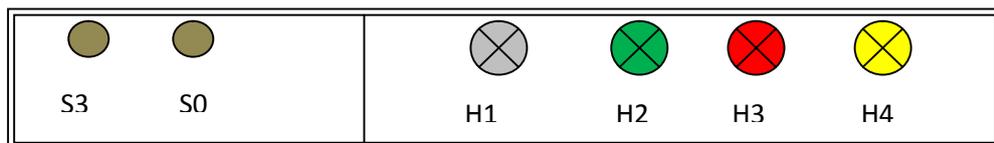
2- TRAVAIL DEMANDE

En respectant le repérage de la normalisation, établir les schémas des circuits de :

- a) Puissance du moteur. 2 pts
- b) Commande du moteur. 5 pts

EXERCICE 3 : AUTOMATISATION D'UN WAGONNET 9pts

Un wagonnet entraîné par un moteur M doit effectuer un aller- retour entre deux poste A et B. la structure du système est décrite par la figure ci-dessous :



I- DESCRIPTION DU CYCLE

Au départ, le wagonnet est arrêté au poste A. Dès que l'opérateur donne l'ordre de départ du cycle par action sur le bouton poussoir S3, le wagonnet chargé quitte le poste A pour le poste B. Arrivé au poste B, le wagonnet s'y arrête pendant 3 minutes pour son déchargement manuel. Dès que les 3 minutes sont écoulées, le wagonnet repart automatiquement vers le poste A où il s'arrête pour la fin du cycle.

NB : L'opérateur peut arrêter le wagonnet à tout moment par action sur le bouton poussoir S0.

II- INDICATIONS TECHNOLOGIQUES

- Le moteur est de type asynchrone triphasé à cage 380V/660V à démarrage direct 2 sens de marche ;
- Les contacteurs utilisés sont tripolaires (à bobines 220V AC)
 - ✓ KM1 pour le premier sens de marche ;
 - ✓ KM2 pour le deuxième sens de marche.
- Le réseau d'alimentation est triphasé : 3 x 380V + N + PE (220V/ 380V)
- La signalisation est assurée par les voyants :
H1 (réseau) – H2 (1^{er} sens) – H3 (2^{ème} sens) – H4 (surcharge de M)

III- TRAVAIL DEMANDE

- 1) Concevoir le GRAFCET point de vu système du fonctionnement de la structure ; 3pts
 - 2) Concevoir le GRAFCET point de vu partie opérative (niveau 1) du fonctionnement de la structure ; 3 pts
- Concevoir le GRAFCET point de vu partie commande (niveau

BIBLIOGRAPHIE

<i>TITRES</i>	<i>AUTEURS</i>	<i>EDITEURS</i>
<i>Technologie et schéma d'électricité</i>	<i>HENRI NEY</i> <i>Professeur à l'ENNA de LION</i>	<i>NATHAN TECHNIQUE</i> <i>Edition 1985</i>
<i>Le schéma en électrotechnique</i>	<i>Pierre BOYE</i> <i>André BIANCIOTTO</i>	<i>DELAGRAVE</i>
<i>Automatisme industriel</i>	<i>J.M BLEUX</i> <i>J.L FANCHOU</i> <i>J.P HERVE</i>	<i>NATHAN</i>
<i>Elément d'automatisme Electrotechnique et normalisation</i>	<i>HENRI NEY</i> <i>Professeur à l'ENNA de LION</i>	<i>NATHAN</i>
<i>Introduction à l'Informatique</i>	<i>Vincent Boyer et Jean Méhat</i> <i>5 février 2016</i>	

LIENS INTERNET