

ÉCOLE D'INGÉNIEURS DU LITTORAL CÔTE D'OPALE

Spécialité Génie Industriel

AUTOMATISATION DE PROCESSUS INDUSTRIELS

Travaux Dirigés
2^{ème} partie

Année 2017-2018

Nicolas VANDENBROUCKE
nicolas.vandenbroucke@eilco-ulco.fr

EIL Côte d'Opale
La Malassise
BP 50109
62968 LONGUENESSE CEDEX

Bureau R11
Tél : 03 21 38 85 61

Tél : 03 21 38 85 13
Télécopieur : 03 21 38 85 05
Site internet : www.eilco.fr

Exercice 8 – Perceuse

Nous disposons ici d'un plateau tournant composé de 3 postes de travail :

- le poste de chargement (alimentation d'une pièce),
- le poste de perçage,
- le poste de contrôle et d'évacuation des pièces conformes.

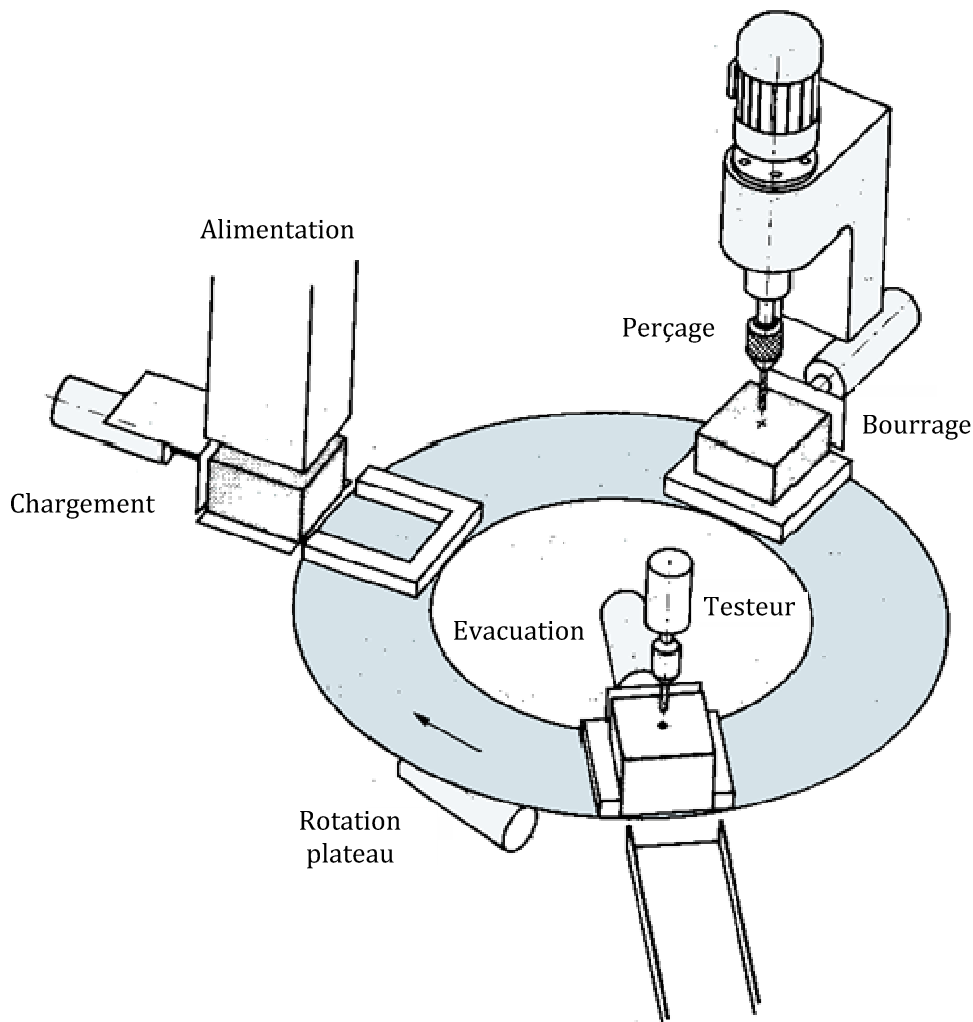


Figure 7 . Plateau tournant

Cycle de fonctionnement :

Conditions initiales :

Initialement, la perceuse est en haut, le vérin de serrage rentré, le testeur en haut, le chargeur en arrière, le vérin d'évacuation sorti (ce vérin se situe en réalité de l'autre côté du plateau afin de ramener la pièce vers la sortie en rentrant la tige) si il n'y a pas de pièce présente au poste de déchargement (capteur *dppc*). Pour commencer un cycle, l'opérateur doit appuyer sur un bouton *bpm* de mise en marche.

Rotation du plateau :

Lorsque l'opérateur appuie sur le bouton poussoir *bpm*, une rotation du plateau est effectuée après l'avoir débloqué grâce au vérin VI. La rotation est réalisée à l'aide de l'action M0 jusqu'à ce que le plateau soit indexé (correctement positionné après enclenchement du capteur *dp* de fin de rotation et immobilisé avec le vérin VI) puis les 3 cycles correspondant à chacun des postes démarrent **simultanément**.

Poste de chargement :

Si il n'y a pas de pièce déjà présente au poste de chargement (capteur *dppa*), le chargement en pièce s'effectue par une avance du vérin de chargement (action VA) afin d'aller positionner une pièce sur le plateau tournant, puis par un recul de ce vérin de chargement.

S'il n'y a déjà une pièce présente, il ne faut rien faire et juste attendre la fin des autres opérations pour effectuer une rotation du plateau.

Poste de perçage :

Parallèlement à cette opération se déroule le perçage. S'il y a une présence de pièce sous le poste de perçage, il faut tout d'abord serrer la pièce à l'aide du vérin de serrage puis mettre en rotation et descendre la perceuse. La perceuse reste ensuite en rotation en position basse pendant 2 secondes avant de remonter. Ensuite, il faut remonter la perceuse et finalement desserrer la pièce. La rotation doit être maintenue jusqu'à la fin de la remontée de la perceuse.

S'il n'y a pas de pièce sous le poste de perçage, il ne faut rien faire et juste attendre la fin des autres opérations pour effectuer une rotation du plateau.

Poste de contrôle :

Pour l'opération de contrôle du perçage, s'il y a présence de pièce, il faut descendre le testeur en position basse. Si le capteur de non ou mauvais perçage est actif (capteur *pm*), il faut remonter tout de suite le vérin de contrôle perçage, alerter l'opérateur grâce au voyant rouge et bloquer le système, le testeur en position haute, de façon à ce que l'opérateur puisse enlever la pièce défectueuse avant de réarmer manuellement le système à l'aide du bouton *bpm*. L'appui sur ce bouton provoque l'extinction du voyant rouge et permet la poursuite du cycle. Si le trou est correctement percé, la descente du testeur en position basse prend moins de 2 secondes et il faut alors le remonter avant d'évacuer la pièce à l'aide du vérin d'évacuation.

Deux compteurs doivent permettre de compter respectivement le nombre de pièces correctement usinées et le nombre de pièces défectueuses à chaque nouveau cycle de production.

S'il n'y a pas de pièce sous ce poste, il ne faut rien faire, juste attendre la fin des autres opérations pour effectuer une nouvelle rotation du plateau.

Fin de cycle :

Quand les 3 postes ont terminé leurs opérations, un nouveau cycle de fabrication démarre automatiquement. A tout moment, l'opérateur peut demander l'arrêt du système en appuyant à nouveau sur le bouton *bpa*. Dans ce cas, le voyant vert est allumé pendant que le cycle en cours se termine, puis est éteint dès que le système est à l'arrêt.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des informations et des actions de ce cahier des charges. Les vérins utilisés dans ce système sont des vérins à simple effet.

Entrées		Sorties	
<i>bpm</i>	démarrage/réarmement manuel	VA	avance du vérin de chargement
<i>va1</i>	vérin de chargement sorti	VS	avance du vérin de serrage
<i>va0</i>	vérin de chargement rentré	VP	descente de la perceuse
<i>vs1</i>	vérin de serrage sorti	MP	mise en rotation de la perceuse
<i>vs0</i>	vérin de serrage rentré	VC	descente du testeur
<i>vp1</i>	butée basse de la perceuse	VE	avance du vérin d'évacuation
<i>vp0</i>	butée haute de la perceuse	VI	avance du vérin d'indexage
<i>vc1</i>	butée basse du testeur	M0	rotation du plateau
<i>vc0</i>	butée haute du testeur	VR	voyant rouge
<i>ve1</i>	vérin d'évacuation sorti	VV	voyant vert
<i>ve0</i>	vérin d'évacuation rentré		
<i>dp</i>	indiquant la fin de rotation		
<i>bpa</i>	demande d'arrêt		
<i>dppp</i>	présence pièce sous le poste de perçage		
<i>dppc</i>	présence pièce sous le poste de test		
<i>dppa</i>	présence pièce sous le poste de chargement		
<i>vi1</i>	vérin d'indexage sorti		
<i>vi0</i>	vérin d'indexage rentré		
<i>pm</i>	détecteur de mauvais perçage		

Réaliser le Grafcet correspondant à ce cahier des charges de 3 façons différentes :

- avec une séquence unique et un grafcet de mémorisation pour gérer l'arrêt du système,
- avec des sous-programmes (synchronisation sur l'état des étapes),
- avec des macros-étapes.

Exercice 9 – Chaîne de traitement de surface

Une ligne de production a pour but le traitement industriel de surface par immersion des pièces dans différents bains.

La partie opérative est constituée de 2 chariots, appelés respectivement "chariot gauche" et "chariot droit". Chacun de ces chariots est équipé d'un disque métallique permettant une lecture de position par 10 détecteurs inductifs montés au-dessus du châssis.

La figure 8 montre le synoptique de cette partie opérative.

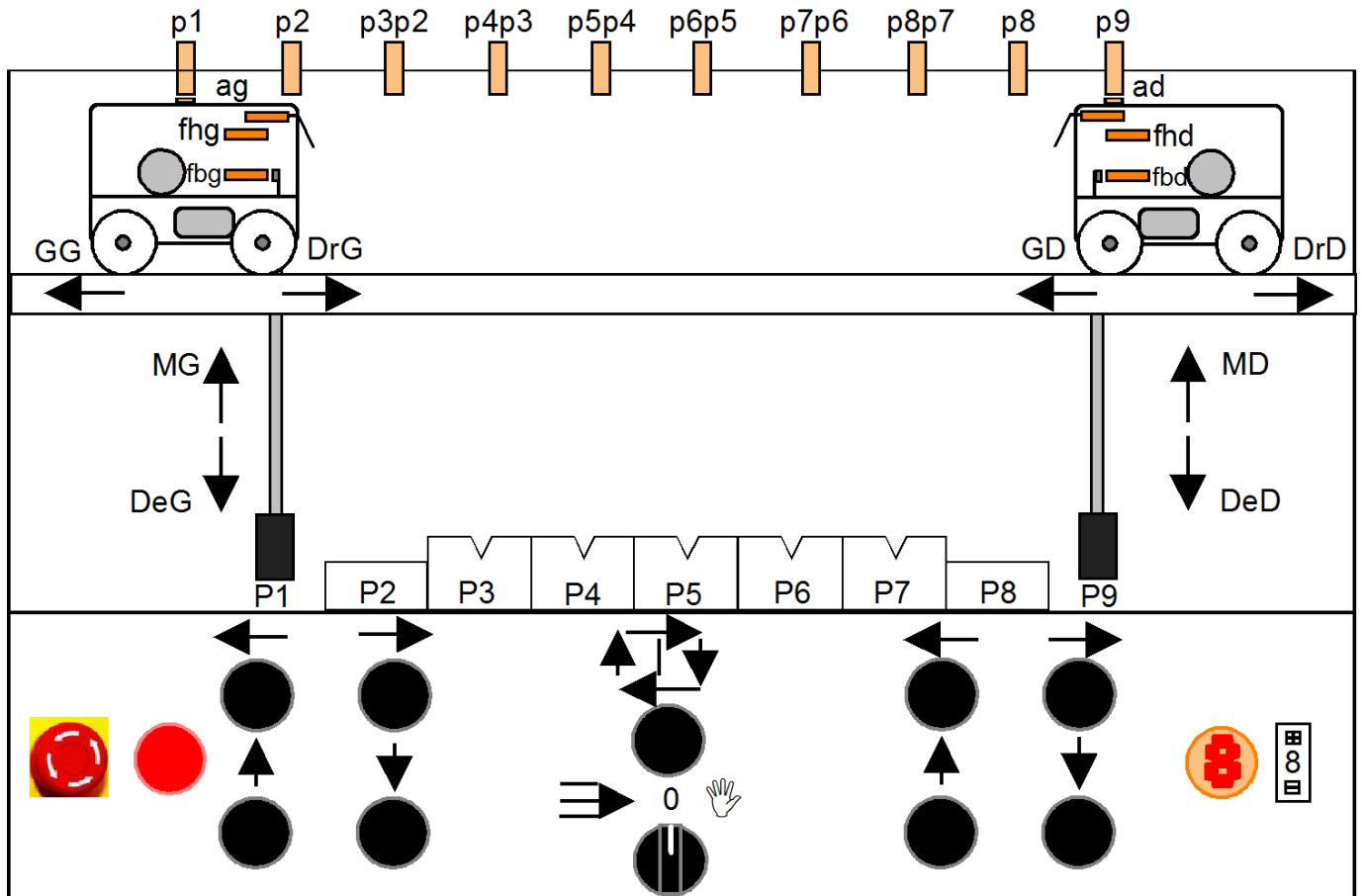


Figure 8 . Synoptique traitement de surface

L'ensemble est constitué de 2 postes d'attente 1 et 9 en retrait afin de permettre le chargement ou le déchargement des paniers aux postes respectivement repérés 2 et 8 et d'un groupe de 5 bacs contenant les bains suivants :

- Bac n°2 : chargement et déchargement,
- Bac n°3 : bain de traitement (poste d'attente),
- Bac n°4 : bain de rinçage 1
- Bac n°5 : bain de rinçage 2,
- Bac n°6 : bain de rinçage 3,
- Bac n°7 : bain de dégraissage (poste d'attente),
- Bac n°8 : chargement et déchargement.

La voie entre les postes 4 et 6 est une voie commune aux deux chariots.

La saisie des paniers est réalisée en déplaçant le bras d'un chariot de bas en haut. Les déplacements d'un chariot transportant un panier se font avec le bras en haut tandis que les déplacements d'un chariot sans panier se font avec le bras en bas.

Le tableau ci-dessous résume l'ensemble des informations et des actions de ce cahier des charges.

ENTREES		
	Chariot gauche	Chariot droit
<i>p8</i>		Détecteur de position poste n°8
<i>p9</i>		Détecteur de position poste n°9
<i>fhd</i>		Fin de course Haut
<i>fbd</i>		Fin de course Bas
<i>p1</i>	Détecteur de position poste n°1	
<i>p2</i>	Détecteur de position poste n°2	
<i>fhg</i>	Fin de course Haut	
<i>fbg</i>	Fin de course Bas	
<i>p3p2</i>	Détecteur de position poste n°3	Détecteur de position poste n°2
<i>p4p3</i>	Détecteur de position poste n°4	Détecteur de position poste n°3
<i>p5p4</i>	Détecteur de position poste n°5	Détecteur de position poste n°4
<i>p6p5</i>	Détecteur de position poste n°6	Détecteur de position poste n°5
<i>p7p6</i>	Détecteur de position poste n°7	Détecteur de position poste n°6
<i>p8p7</i>	Détecteur de position poste n°8	Détecteur de position poste n°7
<i>ag</i>	Détecteur chariot droit	
<i>ad</i>		Détecteur chariot gauche
<i>au</i>	Arrêt d'urgence	
<i>bpmg</i>	BP Montée	
<i>bpdeg</i>	BP Descente	
<i>bpgg</i>	BP Gauche	
<i>bpdrg</i>	BP Droite	
<i>bpmd</i>		BP Montée
<i>bpded</i>		BP Descente
<i>bpdg</i>		BP Gauche
<i>bpdrd</i>		BP Droite
<i>rc1</i>	Roue Codeuse poids 1	
<i>rc2</i>	Roue Codeuse poids 2	
<i>rc4</i>	Roue Codeuse poids 4	
<i>rc8</i>	Roue Codeuse poids 8	
<i>manu</i>	Commutateur position marche manuelle	
<i>auto</i>	Commutateur position marche automatique	
<i>dcy</i>	Départ cycle	
SORTIES		
<i>AF1</i>	Afficheur poids 1	
<i>AF2</i>	Afficheur poids 2	
<i>AF4</i>	Afficheur poids 4	
<i>AF8</i>	Afficheur poids 8	
<i>KLA</i>	Avertisseur sonore	
<i>VOY</i>	Voyant d'arrêt d'urgence	
<i>MD</i>		Monter
<i>DeD</i>		Descendre
<i>GD</i>		Gauche
<i>DrD</i>		Droite
<i>MG</i>	Monter	
<i>DeG</i>	Descendre	
<i>GG</i>	Gauche	
<i>DrG</i>	Droite	

Nous souhaitons programmer deux cycles indépendants automatiques appelés "chariot gauche" et "chariot droit", le mode de marche manuel, et ensuite, la synchronisation des deux chariots sous forme d'un partage de ressources. Pour simplifier notre étude, la sélection entre les cycles se fera grâce à la roue codeuse :

- Roue codeuse en position 0 : cycle manuel.
- Roue codeuse en position 1 : cycle automatique du chariot gauche.
- Roue codeuse en position 2 : cycle automatique du chariot droit.
- Roue codeuse en position 1 ou 2 : cycle automatique synchronisé.

On suppose qu'il y a au préalable un panier en attente au poste n°2 (chargement) déposé par l'utilisateur.

Cycle n°0 (cycle manuel) :

Le cycle manuel doit notamment permettre de remettre en position initiale les deux chariots manuellement en cas de procédure d'arrêt d'urgence ou réinitialiser un compteur de paniers *Cpt*. Il s'agit ici, d'affecter les boutons poussoirs aux sorties des deux premiers cycles.

Le cycle manuel commence si l'interrupteur est en position "*manu*", la roue codeuse sur "0" et si les autres cycles (programmés après) sont à l'arrêt (grafcet en situation initiale).

Remarque : ne pas oublier d'insérer les contacts de fin de course de position extrême afin d'éviter que les chariots sortent de la crémaillère. En cas d'appui simultané sur des boutons poussoirs déplaçant le chariot dans des directions opposées (droite-gauche et haut-bas), le chariot doit rester à l'arrêt. L'afficheur sera utilisé pour indiquer le numéro du cycle en cours d'exécution.

Cycle n°1 (cycle automatique du chariot gauche) :

Si le chariot gauche est au poste n°1 et que le treuil est en position basse, et si la roue codeuse est en position "1", et si le compteur de paniers est inférieur à 3, une action sur le bouton "*dcy*" permet un départ du cycle.

Le chariot gauche prend le panier du poste de chargement (poste n°2), puis le transporte au poste n°3 pour y subir un dégraissage chimique pendant 3 secondes. Il attend ensuite que la voie entre le poste 4 et le poste 6 soit libre (ressource commune). Le voyant reste alors allumé tant que la ressource n'est pas disponible. Si la ressource est disponible, le chariot se dirige vers l'un des postes de rinçage selon la valeur du compteur de paniers :

- Si *Cpt* = 0 : poste n°4
- Si *Cpt* = 1 : poste n°5
- Si *Cpt* = 2 : poste n°6

Une fois le panier déposé à ce poste, la variable "*Cpt*" est incrémentée, l'afficheur est mis à jour et le chariot revient en position initiale sans le panier.

Le compteur de paniers devra être mis à zéro à chaque initialisation ou démarrage de l'automate ainsi que durant le mode manuel.

Cycle n°2 (cycle automatique du chariot droit) :

Si le chariot droit est au poste n°9 et que le treuil est en position basse, et si la roue codeuse est en position "2", et si le compteur de paniers est supérieur à 0, une action sur le bouton "*dcy*" permet un départ du cycle.

Le chariot droit se déplace jusqu'au poste n°7 et attend que la voie entre le poste 4 et le poste 6 soit libre (ressource commune). Le voyant reste alors allumé tant que la ressource n'est pas disponible. Si la ressource est disponible, le chariot droit récupère le panier à l'un des postes de rinçage en fonction de la valeur du compteur de paniers :

- Si *Cpt* = 1 : poste n°4

- Si $Cpt = 2$: poste n°5
- Si $Cpt = 3$: poste n°6

Une fois le panier repris à ce poste, la variable " Cpt " est décrémentée, l'afficheur est mis à jour et le panier est ensuite emmené au poste n°7 pour y subir un traitement de 2 secondes. Le chariot va finalement transporter ce panier pour le laisser au poste de déchargement (poste n°8), avant de revenir en position initiale.

Cycle automatique synchronisé des deux chariots :

Le cycle synchronisé consiste à s'assurer que la voie entre le poste 4 et le poste 6 est disponible (ressource commune) afin d'autoriser le déplacement d'un chariot à la fois sur cette voie.

Lorsque la voie est occupée par un chariot, l'avertisseur sonore doit retentir pour signaler son utilisation.

La priorité est donnée au chariot gauche si les deux chariots demandent d'utiliser la voie commune en même temps.

Remarque : si les actions sont correctement coordonnées, les deux chariots ne doivent pas se percuter.

Réalisez dans l'ordre :

- **Le Grafcet du programme manuel,**
- **Le sous-Grafcet du programme du chariot gauche,**
- **Le sous-Grafcet du programme du chariot droit,**
- **Le sous-Grafcet arbitre permettant le programme synchronisé sous forme d'un partage de ressource.**

Exercice 10 – Station de conditionnement

Une unité de production permet le conditionnement de billes de deux types différents en quantité variable.

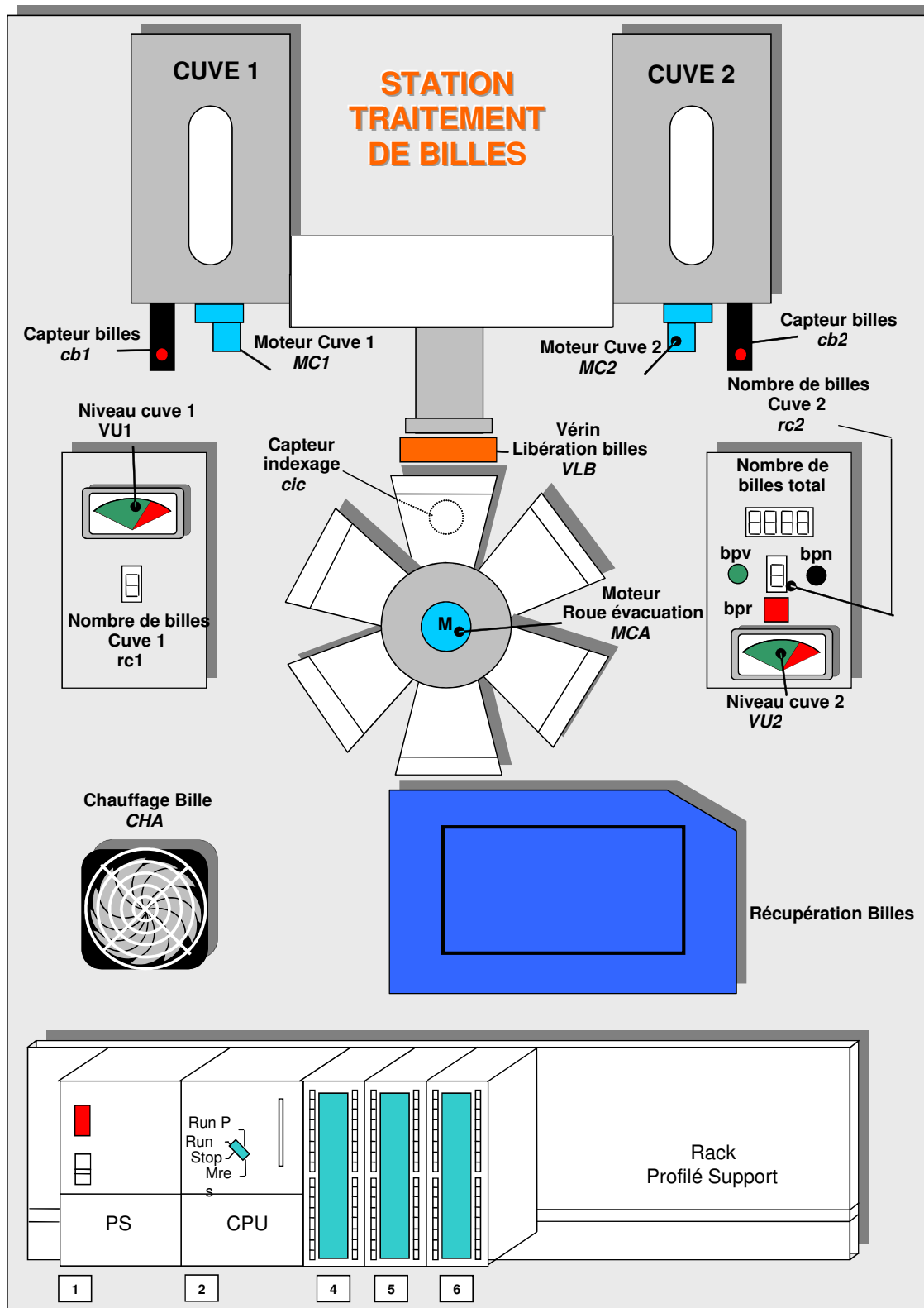


Figure 9 . Conditionnement de billes

Le conditionnement des billes est effectué par l'intermédiaire de deux cuves contenant deux types de billes activées par les moteurs *MC1* (gauche) et *MC2* (droit). Chaque bille délivrée sera comptabilisée grâce aux deux

capteurs de billes *cb1* (à gauche) et *cb2* (à droite). L'opérateur peut choisir le nombre de billes par cuve grâce à deux roues codeuses *rc1* et *rc2*.

Le nombre total de billes fabriquées est indiqué sur le compteur-totaliseur *COM*. L'activation de ce compteur incrémente la valeur affichée. Le volume par cuve est indiqué sur les deux vues mètres (*VU1* et *VU2*). Le nombre de billes fabriquées est remis à zéro sur le totaliseur par la commande *RES*.

Le vérin *VLB* permet de libérer les billes du cycle précédent et sa position est détectée par deux capteurs *v/b+* (sorti) et *v/b-* (rentré).

Le séchage des billes est réalisé par le ventilateur *CHA*.

Le bouton poussoir vert *bpv* permet le démarrage d'un nouveau cycle (lorsque l'installation est en service). Le bouton poussoir noir *bpn* permet de remettre à zéro le totaliseur pour une nouvelle production. L'interrupteur rouge *bpr* permet de mettre l'installation hors service ou de poursuivre le cycle par un nouveau mélange.

La mise en position de la roue évacuatrice est indiquée par le capteur *cic* et est pilotée par le moteur *MCA*.

Processus de fabrication :

A l'état initial, l'unité est en position suivante :

- Vérin blocage/évacuation des billes sorti.
- Moteurs cuves droite et gauche à l'arrêt.
- Moteur évacuation billes à l'arrêt (carrousel) et en position pour recevoir le prochain conditionnement de billes.
- Ventilateur à l'arrêt.
- Totaliseur remis à zéro si nouvelle production.
- Indication du volume de billes restant sur les deux vue-mètre.

Une fois l'installation en position initiale, l'opérateur doit d'abord choisir le nombre de billes par cuve en utilisant les roues codeuses.

La mise en route du cycle de fabrication est déclenchée par le bouton poussoir vert et le cycle automatique sera lancé.

Le nombre de billes à introduire depuis chaque cuve est enregistré dans un compteur Z1 pour la cuve 1 et Z2 pour la cuve 2.

Les deux moteurs de cuves sont mis alors en route simultanément jusqu'à l'obtention du nombre de billes souhaité puis mis à l'arrêt. Pour cela, les compteurs Z1 et Z2 sont décrémentés à chaque passage de billes depuis leur cuve respective. Une valeur du compteur à zéro signifie que le nombre de billes souhaité a été introduit.

Le vérin libère les billes qui sont alors transférées dans la roue évacuatrice (carrousel).

Le ventilateur déclenche le séchage des billes pendant 5 secondes avant que la roue évacuatrice (carrousel) se positionne pour le prochain conditionnement, puis le vérin revient en position initiale si un nouveau cycle doit commencer (interrupteur rouge enclenché).

Une fois le cycle terminé, la procédure se répète tant que l'installation n'est pas mise hors service (interrupteur rouge enclenché).

Le nombre de billes fabriquées est affiché sur le compteur totaliseur.

Si l'opérateur décide de changer le nombre de billes en cours de processus (nouvelle production) ou d'interrompre la production en cours (fin de journée), ce dernier terminera alors le cycle en cours et l'installation sera mise hors service si l'interrupteur rouge est au repos.

Les nouveaux paramètres seront pris en compte lorsque l'opérateur relancera un nouveau cycle automatique, en validant par le bouton poussoir vert.

L'appui sur le bouton noir doit permettre de remettre à zéro le totaliseur pour une nouvelle production au début d'un nouveau cycle.

Entrées / Sorties :

ENTREES	Mnémoniques
Capteur billes cuve 1	<i>cb1</i>
Capteur billes cuve 2	<i>cb2</i>
Capteur indexation carrousel	<i>cic</i>
Roue codeuse poids 1 cuve 2	<i>rc12</i>
Roue codeuse poids 2 cuve 2	<i>rc22</i>
Roue codeuse poids 4 cuve 2	<i>rc42</i>
Roue codeuse poids 8 cuve 2	<i>rc82</i>
Vérin blocage billes sortie	<i>vlb+</i>
Vérin blocage billes rentré	<i>vlb-</i>
Interrupteur rouge	<i>bpr</i>
Bouton poussoir vert	<i>bpv</i>
Bouton poussoir noir	<i>bpn</i>
Roue codeuse poids 1 cuve 1	<i>rc11</i>
Roue codeuse poids 2 cuve 1	<i>rc21</i>
Roue codeuse poids 4 cuve 1	<i>rc41</i>
Roue codeuse poids 8 cuve 1	<i>rc81</i>
SORTIES	
Moteur cuve 1	<i>MC1</i>
Moteur cuve 2	<i>MC2</i>
Électrovanne vérin blocage billes	<i>VLB</i>
Moteur carrousel	<i>MCA</i>
Compteur totaliseur du nombre de billes	<i>COM</i>
Remise à zéro totaliseur	<i>RES</i>
Chauffage billes (ventilateur)	<i>CHA</i>
Vumètre niveau billes cuve 2	<i>VU2</i>
Vumètre niveau billes cuve 1	<i>VU1</i>

Réaliser le Grafcet niveau 1 correspondant à ce cahier des charges.

Traduire ce Grafcet en langage littéral.

Exercice 11 – Commande d'un ascenseur

Soit un ascenseur desservant un rez-de-chaussée "1" et quatre étages "2", "3", "4" et "5" (dans l'ordre 1, 2, 3, 4 et 5). A chaque étage, un utilisateur peut appeler l'ascenseur grâce à deux boutons poussoirs (S7, S8 et S14, S9 et S13, S10 et S12, S11) respectivement aux étages 1, 2, 3, 4 et 5.

La cabine de l'ascenseur comporte 5 boutons poussoirs S1, S2, S3, S4 et S5 pour les demandes d'étage.

Cette cabine est entraînée par un moteur électrique à deux sens de marche KM1 et KM2 (montée et descente). La présence de la cabine est détectée par un capteur à chaque niveau Di (D1, D2, D3, D4 et D5). Elle s'arrête lorsqu'elle rencontre le contact de l'étage (D1, D2, D3, D4 et D5) qui a été demandé.

Les commandes du moteur sont KM1 pour montée, KM2 pour la descente et aucune action pour l'arrêt.

A chaque arrêt de l'ascenseur à un étage, nous attendons l'ouverture des portes de palier visualisées par les capteurs "D6, D7, D8, D9 et D10" et nous déclenchons une temporisation de 10 secondes. Au bout de ce temps, si les portes sont refermées D6, D7, D8, D9 ou D10=0, nous relançons l'ascenseur pour servir le prochain appel.

Pour des raisons de sécurité deux contacts supplémentaires ont été ajoutés FC1 et FC2. Ils sont destinés à détecter les éventuels dépassements de la cabine haut ou bas.

Capteurs et actionneurs :

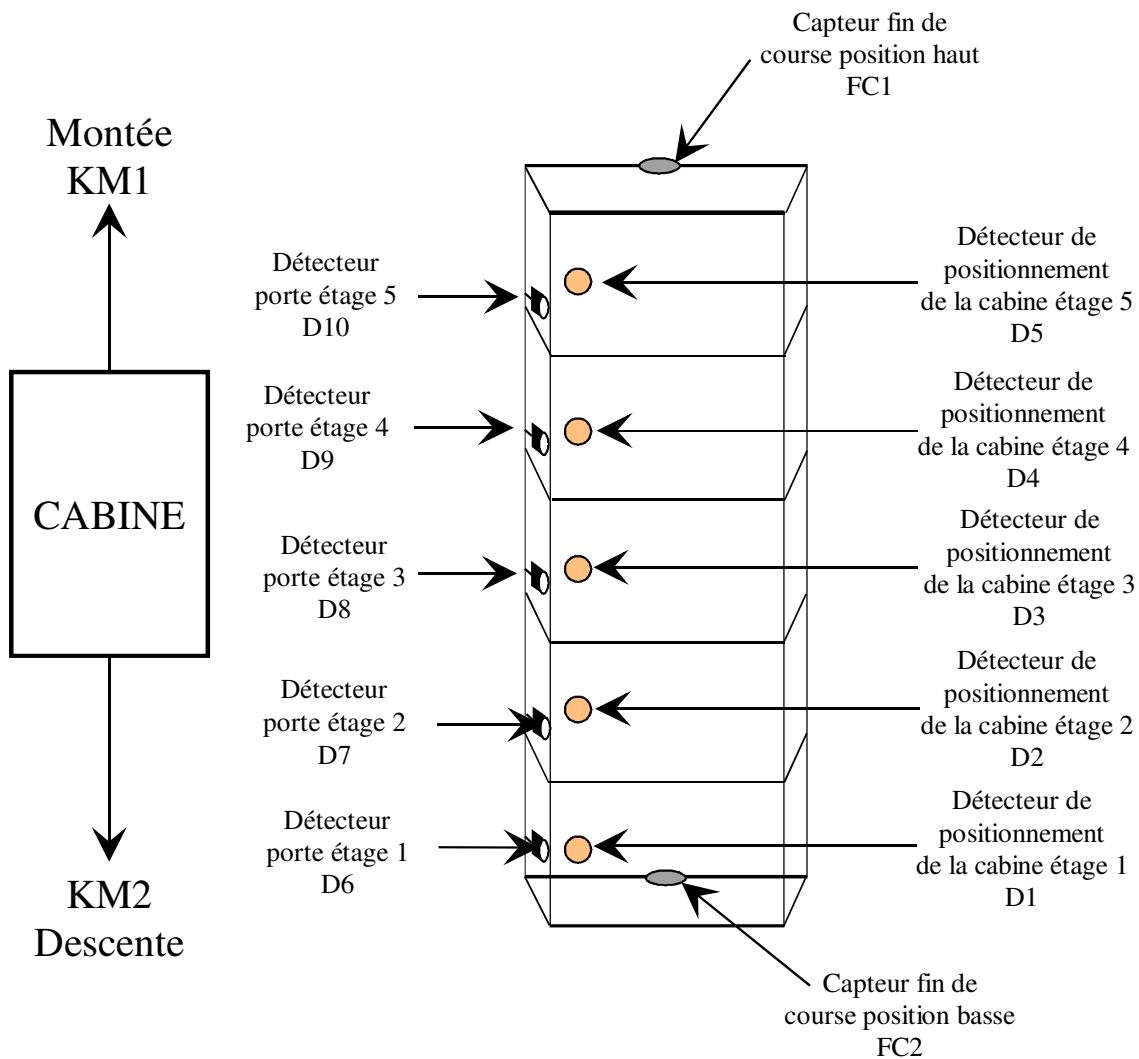


Figure 10 . Capteurs et actionneurs

3 types de détection sont utilisés :

- Détection du positionnement aux étages.
- Détection de la fermeture de la porte à chaque étage.
- Capteurs de fins de course haut et bas de sécurité.

Les contacteurs KM1 et KM2 sont verrouillés électriquement.

Les contacts fins de course FC1 et FC2 sont câblés sur la partie opérative et sur l'automate.

Commande :

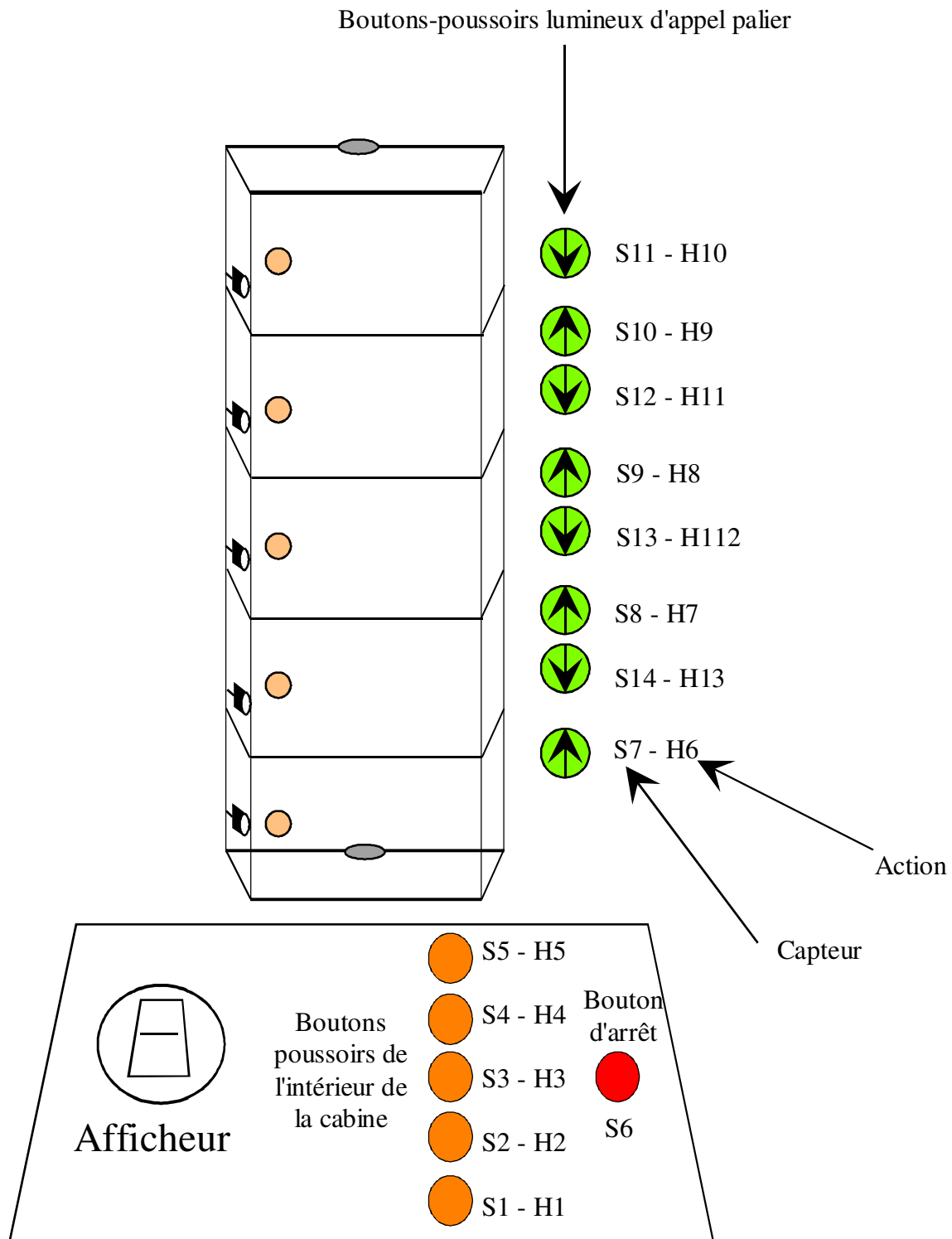


Figure 11 . Commandes

Entrées / Sorties :

Entrées	
Mnémonique	Commentaire
FC1	Fin de course bas
FC2	Fin de course haut
D1	Détecteur étage 1
D2	Détecteur étage 2
D3	Détecteur étage 3
D4	Détecteur étage 4
D5	Détecteur étage 5
D6	Détecteur porte étage 1
D7	Détecteur porte étage 2
D8	Détecteur porte étage 3
D9	Détecteur porte étage 4
D10	Détecteur porte étage 5
S1	Demande étage 1 depuis cabine
S2	Demande étage 2 depuis cabine
S3	Demande étage 3 depuis cabine
S4	Demande étage 4 depuis cabine
S5	Demande étage 5 depuis cabine
S6	Arrêt d'urgence
S7	Appel étage 1 pour monter
S8	Appel étage 2 pour monter
S9	Appel étage 3 pour monter
S10	Appel étage 4 pour monter
S11	Appel étage 5 pour descendre
S12	Appel étage 4 pour descendre
S13	Appel étage 3 pour descendre
S14	Appel étage 2 pour descendre
STOP	Interrupteur auto/manu
Sorties	
Mnémonique	Commentaire
KM1	Montée de la cabine
KM2	Descente de la cabine
H1	Voyant d'appel cabine étage 1
H2	Voyant d'appel cabine étage 2
H3	Voyant d'appel cabine étage 3
H4	Voyant d'appel cabine étage 4
H5	Voyant d'appel cabine étage 5
H6	Voyant d'appel palier étage 1 haut
H7	Voyant d'appel palier étage 2 haut
H8	Voyant d'appel palier étage 3 haut
H9	Voyant d'appel palier étage 4 haut
H10	Voyant d'appel palier étage 5 bas
H11	Voyant d'appel palier étage 4 bas
H12	Voyant d'appel palier étage 3 bas
H13	Voyant d'appel palier étage 2 bas
A8	Afficheur droit (Poids Fort) 8
A4	Afficheur droit 4
A2	Afficheur droit 2
A1	Afficheur droit (poids faible) 1

Mémorisation d'un appel :

Nous souhaitons mémoriser les appels extérieur (S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13 et S14) ou intérieur (S1, S2, S3, S4 et S5) de l'ascenseur. Nous calculons pour cela cinq variables (Am1, Am2, Am3, Am4 et Am5) qui permettent la mémorisation d'un appel à un étage. Pour simplifier l'étude de l'ascenseur, nous considérons les boutons du palier comme des boutons classiques (sans aucune indication de demande de montée ou descente).

La mémorisation d'un appel peut être mis en équation en logique séquentielle (Un système est dit séquentiel, lorsque la ou les sorties dépendent de la combinaison des entrées et de l'état précédent des sorties) :

- Am1 : appel mémorisé pour l'étage N°1 => $Am1 = F(S7, S1, D1, Am1)$.

$$Am1 = (S7 + S1 + Am1).\overline{D1}$$

- Am2 : appel mémorisé pour l'étage N°2 => $Am2 = F(S8, S14, S2, D2, Am2)$.

$$Am2 = (S8 + S14 + S2 + Am2).\overline{D2}$$

- Am3 : appel mémorisé pour l'étage N°3 => $Am3 = F(S9, S13, S3, D3, Am3)$.

$$Am3 = (S9 + S13 + S3 + Am3).\overline{D3}$$

- Am4 : appel mémorisé pour l'étage N°4 => $Am4 = F(S10, S12, S4, D4, Am4)$.

$$Am4 = (S10 + S12 + S4 + Am4).\overline{D4}$$

- Am5 : appel mémorisé pour l'étage N°5 => $Am5 = F(S11, S5, D5, Am5)$.

$$Am5 = (S11 + S5 + Am5).\overline{D5}$$

Une fois que l'opérateur appuie sur un bouton poussoir présent sur le palier ou à l'intérieur de la cabine la variable Am_i passe à la valeur 1 et reste à un tant que la cabine n'est pas arrivée à l'étage demandé

Demande de montée, de descente et d'arrêt :

Soit "DM" une variable correspondant à une demande de montée de la cabine. Cette variable combinatoire indique si un appel (au moins) a été enregistré à un niveau supérieur à celui où se trouve la cabine à l'arrêt.

Soit "DD" une variable correspondant à une demande de descente de la cabine. Cette variable combinatoire indique si un appel (au moins) a été enregistré à un niveau inférieur à celui où se trouve la cabine à l'arrêt.

Les équations de DM et DD sont les suivantes :

$$DM = D1.(Am2+Am3+Am4+Am5)+D2.(Am3+Am4+Am5)+D3.(Am4+Am5)+D4.Am5$$

$$DD = D5.(Am4+Am3+Am2+Am1)+D4.(Am3+Am2+Am1)+D3.(Am2+Am1)+D2.Am1$$

Remarque : nous pouvons ainsi obtenir deux variables détectant la position des appels en cours par rapport à la cabine indépendamment de l'étage d'arrêt.

Nous venons de mettre au point deux variables permettant d'effectuer une demande de montée et une demande de descente de la cabine. Mais une fois la cabine arrivée à l'étage demandé il faut l'arrêter. Pour cela nous allons mettre au point une variable qui permet de demander l'arrêt de la cabine. L'équation de AR est la suivante :

$$AR = Am1.D1+Am2.D2+Am3.D3+Am4.D4+Am5.D5$$

Cycle de fonctionnement :

Deux cycles de fonctionnement sont possibles.

Commande manuelle de la cabine :

Ce cycle permet de piloter manuellement la cabine en cas de problème. Pour fonctionner dans ce mode, l'interrupteur STOP doit être à 1 (position manuelle). L'appui maintenu sur le bouton S5 provoque la montée de la cabine. L'appui maintenu sur le bouton S1 provoque la descente de la cabine. Si aucun bouton n'est actionné, la cabine est immobilisée. En cas d'action simultanée sur les boutons S1 et S5, la priorité est donnée à la descente. Si la cabine se situe au 5^{ème} étage, elle ne peut plus monter et si elle se situe au 1^{er} étage, elle ne peut plus descendre.

Réaliser le Grafcet niveau 1 correspondant au fonctionnement de l'ascenseur.

Traduire ce Grafcet en langage Ladder en utilisant la méthode par bits.

Fonctionnement en ascenseur :

Pour fonctionner dans ce mode, l'interrupteur STOP doit être à 0 (position automatique). En cas de demande de montée, la cabine doit monter jusqu'à atteindre l'étage appelé. En cas de demande de descente, la cabine doit descendre jusqu'à atteindre l'étage appelé. En cas de demande simultanée de montée et de descente, la priorité est donnée à la descente. Après être arrivée à un étage, la cabine doit attendre 3 secondes avant de pouvoir repartir. Enfin, l'afficheur doit afficher l'étage d'arrivée de la cabine.

Réaliser le Grafcet niveau 1 correspondant au fonctionnement de l'ascenseur.

Traduire ce Grafcet en langage Ladder en utilisant la méthode par mots après avoir traduit les équations des variables de mémorisation d'appel dans ce même langage.