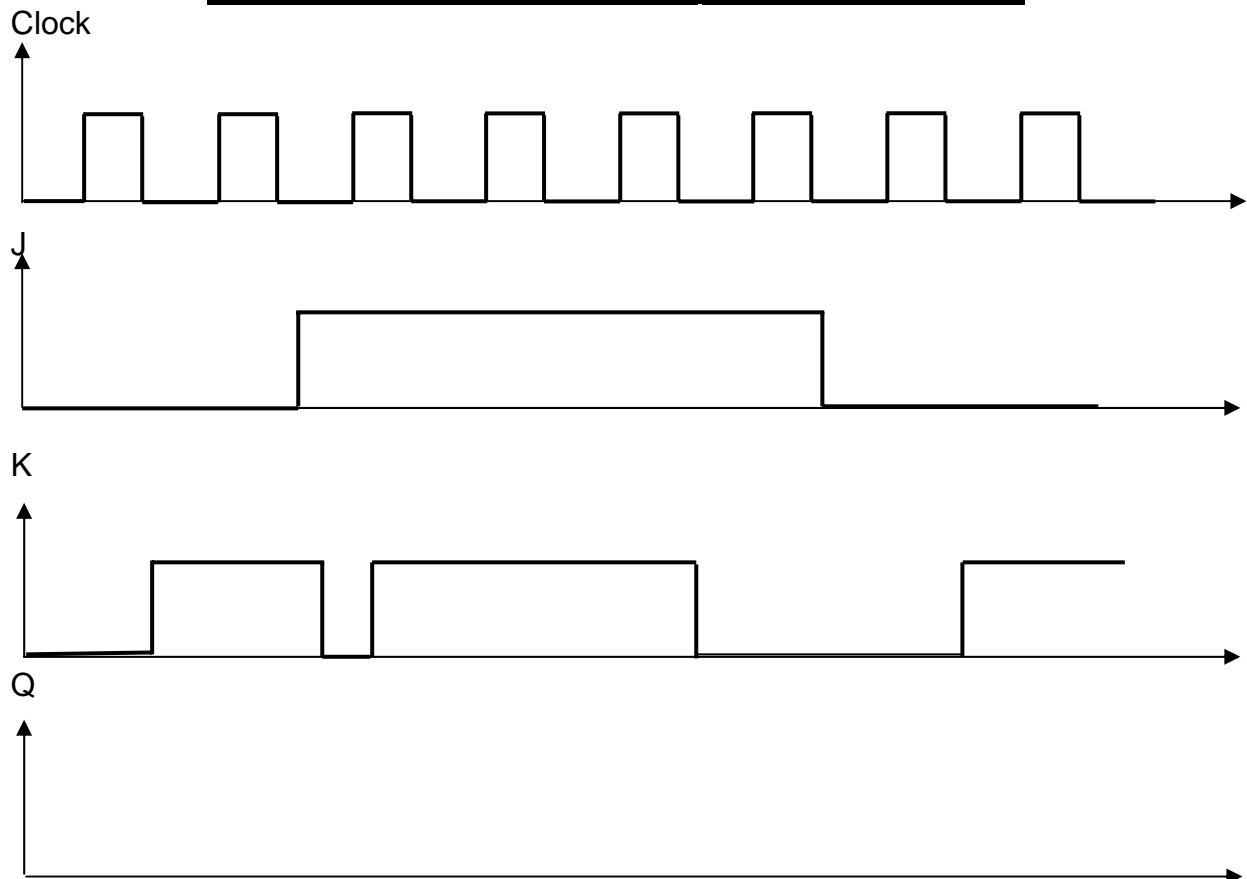


Systèmes logiques séquentiels - exercices -

Exercice n°1 bascule synchrone JK

Le fonctionnement d'une bascule synchrone JK est décrit par la table de vérité suivante :

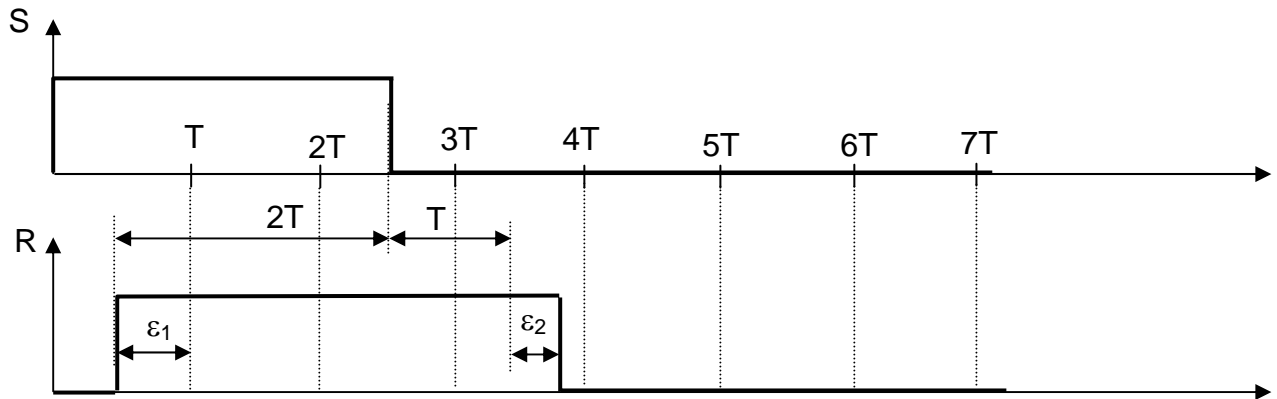
Entrées			Sorties	
Clock	J	K	Q+	Q-
↑	0	0	Q-	$\overline{Q-}$
↑	1	0	1	0
↑	0	1	0	1
↑	1	1	$\overline{Q-}$	Q-
0	*	*	Q-	$\overline{Q-}$



- 1 – Compléter le chronogramme ci-dessus.
- 2 – Etablir l'équation logique de Q+.
- 3 – Comparer la fréquence de commutation de Q+ à celle de l'horloge dans le cas où $J = K = 1$.

Exercice n°2 bascule R-S symétrique

Tracer le chronogramme des sorties $Q_i(t)$ pour les entrées R et S représentées figure suivante.

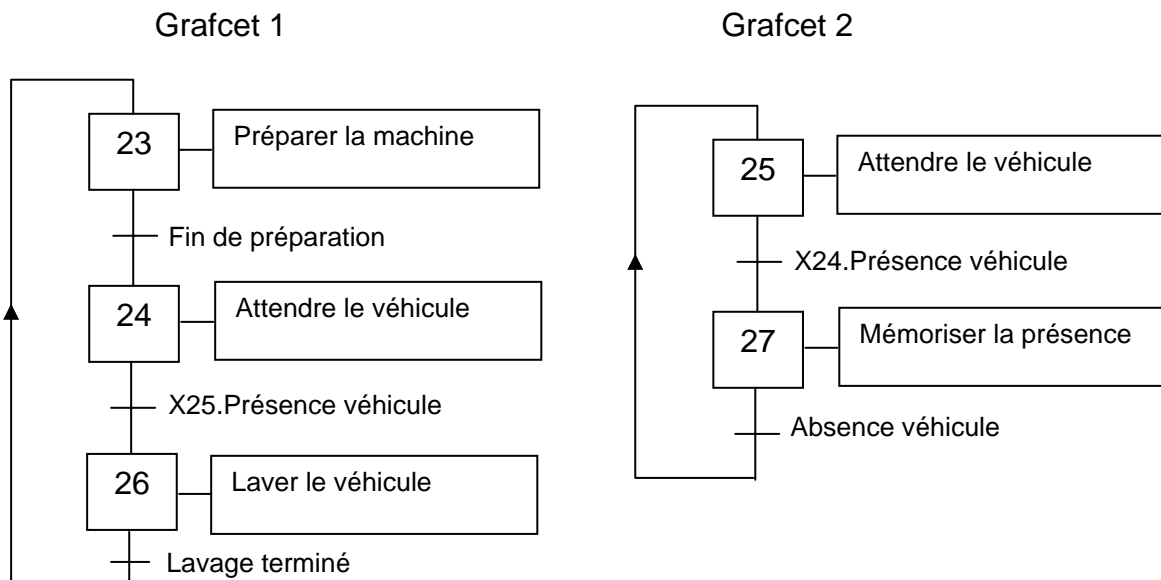


Exercice n°3 ou exclusif

Donner le grafcet partiel correspondant à une sélection de séquences d'un opérateur OU exclusif.

Exercice n°4 lavage de voiture

Les grafkets partiels ci-dessous décrivent le fonctionnement de la partie commande d'une station de lavage de voitures



- 1 – Tracer le chronogramme d'un cycle de lavage ; les conditions initiales devant être justifiées.
- 2 – Montrer qu'un véhicule restant sur le site de lavage ne peut pas être lavé deux fois.
- 3 – Donner une représentation structurale équivalente aux deux grafkets partiels.

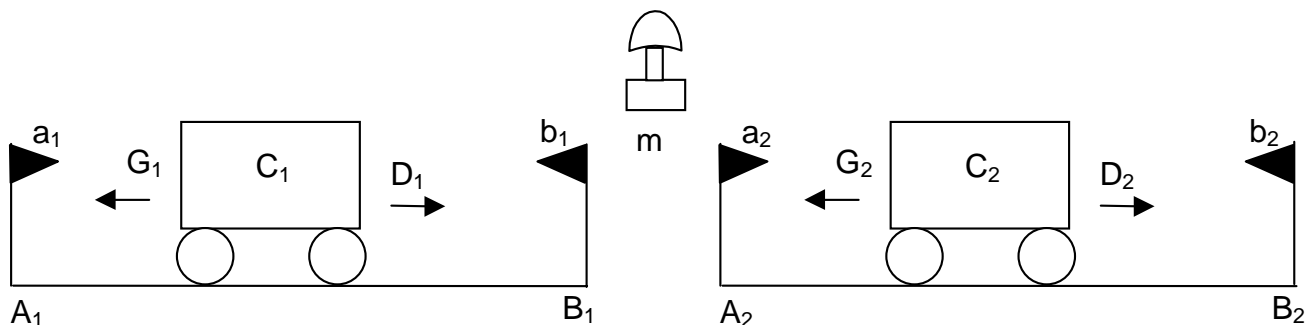
4 – Installer une macro-étape dans le grafcet 1 qui évite d'écrire le grafcet 2.

Exercice n°5 deux chariots, séquences parallèles

Considérons deux chariots C_1 et C_2 qui peuvent se déplacer respectivement entre les points A_1 et B_1 , et A_2 et B_2 , sur deux rails indépendants de longueur quelconque. Ils sont équipés de capteurs de fin de course a_1 et b_1 , et a_2 et b_2 conformément à la figure ci-après. Les déplacements de ces chariots sont commandés par deux moteurs à deux sens de rotation D_1 et G_1 , et D_2 et G_2 respectivement. Les vitesses des deux chariots sont également quelconques.

Lorsqu'un opérateur appuie sur le bouton m , et si les deux chariots sont en A_1 et A_2 , alors ceux-ci partent simultanément vers la droite, jusqu'à atteindre B_1 et B_2 . Lorsque le chariot C_i a atteint le point B_i , il revient immédiatement jusqu'en A_i . Le cycle est terminé lorsque les deux chariots sont en A_i .

Proposer un grafcet modélisant le fonctionnement.



Exercice n°6 deux chariots, séquences synchronisées

Reprendre les deux chariots de l'exercice précédent ainsi que leur cycle de fonctionnement. Supposons de plus que les deux chariots ont un rendez-vous aux points B_1 et B_2 , c'est-à-dire que le premier chariot C_i qui arrive à droite au point B_i doit attendre l'arrivée de l'autre chariot à droite. C'est alors seulement qu'ils repartiront simultanément vers les points A_1 et A_2 .

Proposer un grafcet modélisant le fonctionnement.

Exercice n°7 deux chariots, partage de ressources

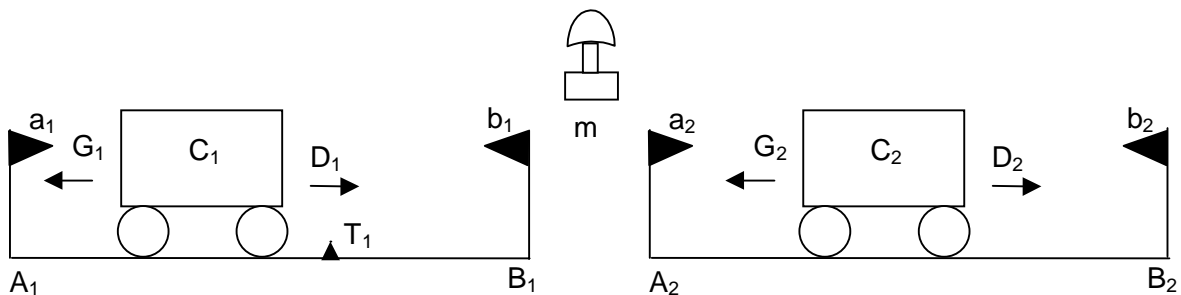
Reprendre les deux chariots de l'exercice 5. Lorsqu'un opérateur appuie sur le bouton m , et si les deux chariots sont en A_1 et A_2 , alors ceux-ci partent simultanément vers la droite pour effectuer un aller retour (A_1B_1 puis B_1A_1 pour le chariot C_1 et A_2B_2 puis B_2A_2 pour le chariot C_2). Le premier chariot qui revient à son point de départ effectue seul un aller retour supplémentaire. Si les deux chariots reviennent au même instant à leur point de départ, ils effectuent tous les deux un aller retour supplémentaire.

Proposer un grafcet modélisant le fonctionnement.

Exercice n°8 deux chariots, séquences avec temporisation

Reprendre les deux chariots de l'exercice 5. Lorsqu'un opérateur appuie sur le bouton m et si les deux chariots sont en A_1 et A_2 alors ceux-ci partent simultanément vers la droite. Un chariot C_i qui arrive à droite au point B_i s'arrête. Le retour des deux chariots s'effectue soit dès que les deux chariots ont atteint B_1 et B_2 , soit dès que C_1 a atteint B_1 depuis 10 secondes. Dans ce cas, C_2 repart vers la gauche sans avoir atteint B_2 . Dans tous les cas, les deux chariots repartent simultanément vers la gauche.

Proposer un grafcet modélisant le fonctionnement.

Exercice n°9 deux chariots, mémorisation de passage

Soient les deux chariots de la figure ci-dessus. Une cellule photoélectrique est positionnée en T_1 . Lorsque le chariot C_1 passe en ce point la cellule est obstruée. La variable t_1 est pilotée par cette cellule. Le passage de C_1 en T_1 correspond à l'événement $\uparrow t_1$.

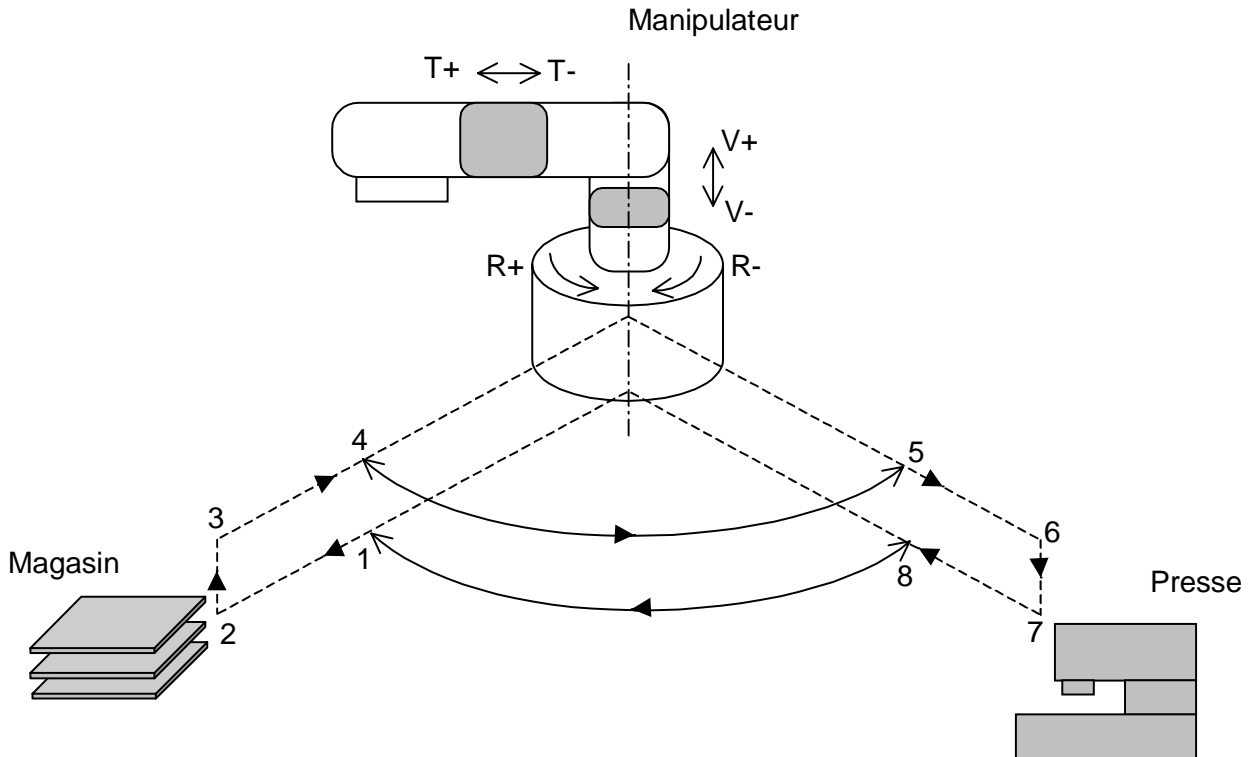
Lorsqu'un opérateur appuie sur le bouton m , et si les deux chariots sont en A_1 et A_2 , alors le chariot C_1 part seul vers la droite. Son passage au point T_1 autorise le départ du chariot C_2 vers la droite. Si C_1 arrive en B_1 avant que C_2 n'arrive en B_2 , alors il l'attend pendant 1 minute au plus. Passé ce délai le chariot C_1 repart jusqu'en A_1 . Le chariot C_2 va jusqu'en B_2 . Il repart vers la gauche jusqu'en A_2 après que le chariot C_1 soit passé à nouveau au point T_1 .

Proposer un GRAFCET modélisant le fonctionnement.

Exercice n°10 manipulateur pneumatique

Le manipulateur pneumatique présenté ci-après est utilisé pour l'approvisionnement en tôles d'une presse plieuse. Il est équipé de 4 mouvements (une rotation d'axe vertical, deux translations et une préhension) qui lui permettent d'effectuer le cycle suivant :

A partir du point 1 et si une pièce est présente dans le magasin ($ppm = 1$) il avance jusqu'au point 2 où il prend une pièce. Il va la présenter devant la presse au point 5, en passant successivement aux points 3 et 4. Il la dépose ensuite dans la presse au point 7 si celle-ci a terminé de plier la pièce précédente.



Le magasin à tôles plates est équipé d'un distributeur automatique et la dépose de la pièce brute par le manipulateur sur la presse provoque automatiquement l'évacuation de la pièce précédemment pliée.

Le cycle de fonctionnement de cette installation peut être décomposé en 4 tâches :

- Tâche 1 – Le pliage d'une tôle plate par la presse. Cette tâche n'est exécutée que si une pièce est présente dans la presse ($ppp = 1$).
- Tâche 2 – L'approvisionnement de la presse en tôles plates par le manipulateur. Il s'agit du déplacement du point 1 au point 5 en passant par 2, 3 et 4.
- Tâche 3 – La dépose de la tôle plate sur la presse.
- Tâche 4 – Le retour du manipulateur de la presse vers le magasin.

La rotation du manipulateur de 4 vers 5 est commandée par l'action R + et de 8 vers 1 par R -. La translation vers l'avant est commandée par T+ et vers l'arrière par T-. La translation vers le haut est commandée par V + et vers le bas par V -. A chaque position 1 à 8 un capteur indique la présence du manipulateur. A ces capteurs sont associés les variables pi : par exemple lorsque le manipulateur est en position 2 la tôle plate est aimantée.

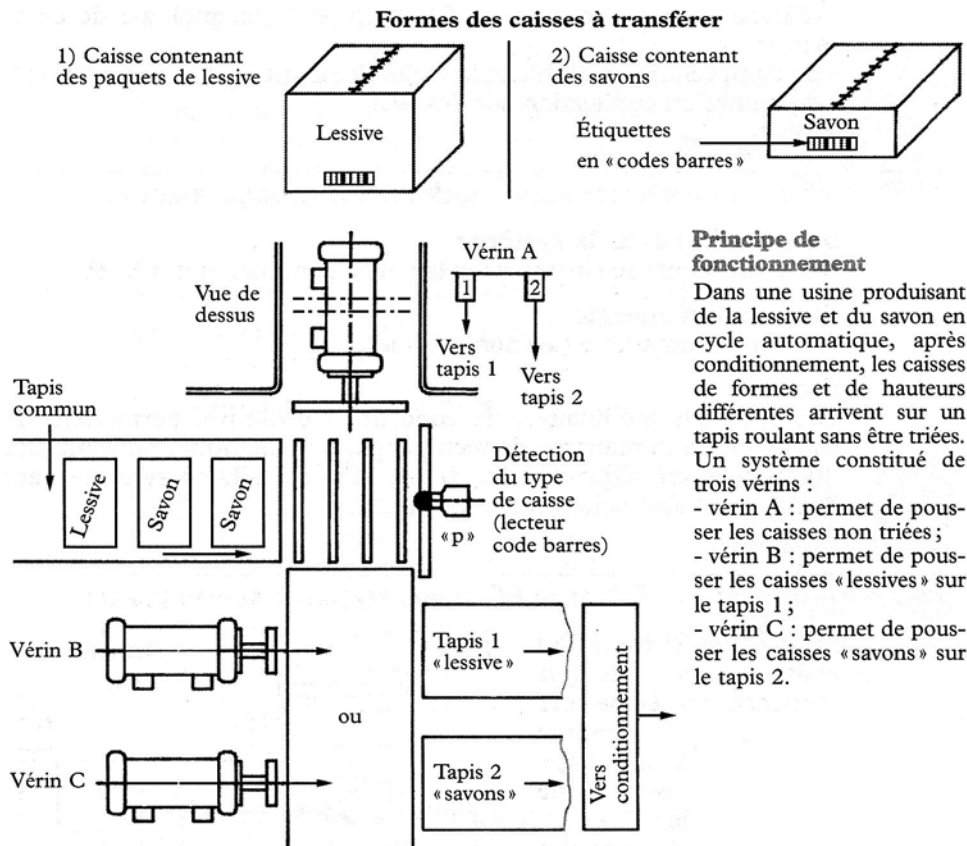
1 – Proposer un grafcet qui permette de coordonner les 4 tâches décrites précédemment en minimisant le temps nécessaire pour alimenter la presse et plier les tôles. On associera à chaque tâche une étape dont le numéro est égal au numéro de la tâche et on notera fti la variable binaire associée à la fin de la tâche numéro i . On utilisera la notion d'encapsulation.

2 – Proposer un grafcet qui modélise l'étape encapsulée de la tâche 2.

Exercice n°11 tri automatique de caisses

Tri automatique de caisses

Schéma de principe



Le tapis ① et le tapis ② orientent les caisses vers leurs destinations finales afin d'être mises sur palettes.

Cycle de déroulement des étapes

Le type de caisse est reconnu quand celles-ci arrivent devant le vérin A. Elles déclenchent un aiguillage qui traitera :

- tapis 1 : grandes caisses « lessives » ;
- tapis 2 : petites caisses « savons ».

Le vérin A poussera la caisse soit :

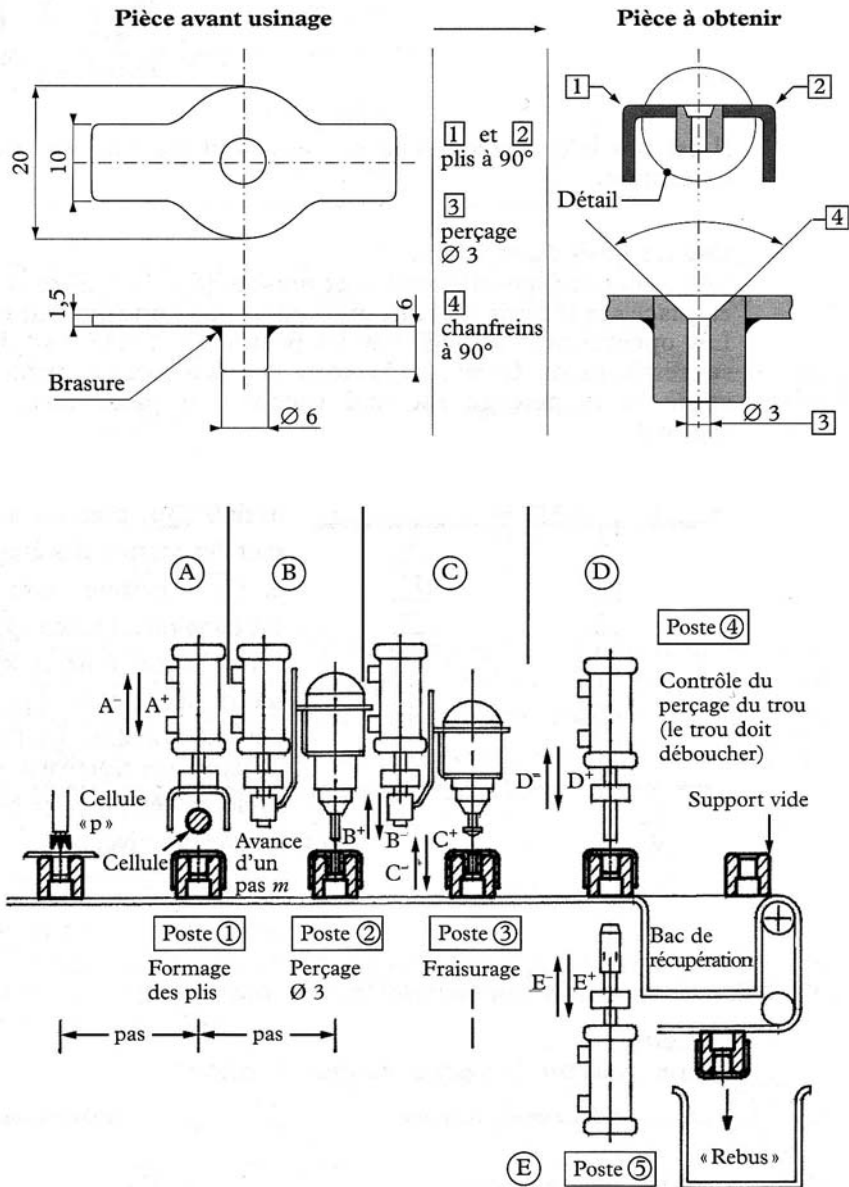
- a) devant le tapis 1 ;
- b) devant le tapis 2.

La dernière séquence déclenchera le retour du vérin A qui autorisera l'arrivée d'une nouvelle caisse.

Exercice n°12 perçage de pièces

Mise en forme et perçage de pièces

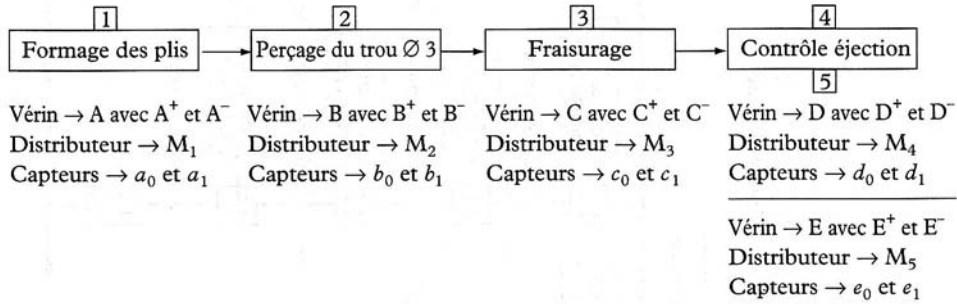
Les pièces arrivent découpées et brasées (voir figure). Elles sont mises en place sur le tapis roulant, une cellule « p » contrôle leur présence. Les opérations d'usinage sur les postes 1, 2 et 3 se déroulent successivement. Le poste 5 éjecte la pièce après contrôle du perçage. Si le perçage est mal exécuté, la pièce reste sur son support.



Le système est composé de :

- 5 vérins pneumatiques DE équipés de détection magnétique,
- 5 distributeurs bi-stables 5/2 – commande électrique,
- capteurs détection magnétique,
- boutons 3/2 NF à 1 ou 2 positions pour : départ cycle, cycle court, marche automatique, arrêt d'urgence,
- 1 voyant présence pièce,
- 2 cellules présence pièce et avance pas,

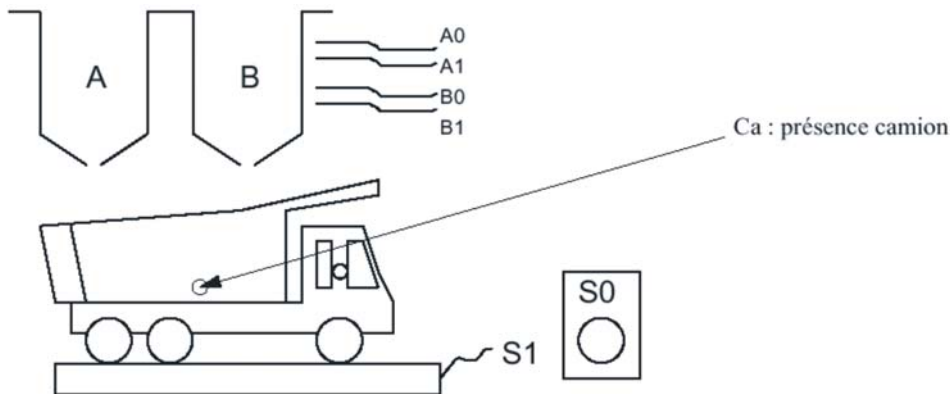
Étude du cycle à obtenir



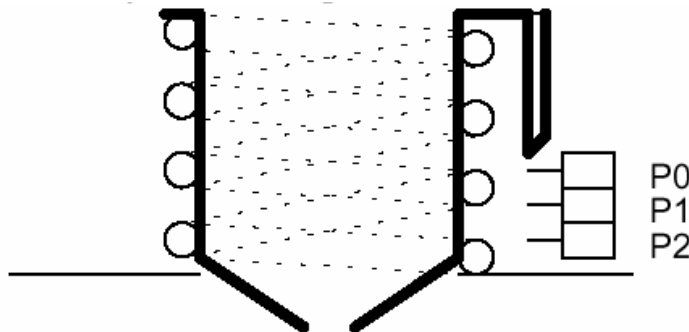
- 1 – Réaliser le grafcet fonctionnel du système,
- 2 – Réaliser le grafcet procédé du système,
- 3 – Réaliser le grafcet partie commande du système,

Exercice n°13 remplissage d'un camion

Pour remplir un camion de sable on utilise deux trémies A et B Placées au-dessus d'une balance pour poids lourds. Un camion vide vient se placer sur la balance (déclenchement du capteur Ca) puis l'opérateur appuie sur un bouton poussoir S0 pour mettre en marche le remplissage. Dès que le camion est plein la balance fait passer à l'état 1 le signal logique S1 et le remplissage s'arrête automatiquement.



Le remplissage doit se faire en utilisant la plus remplie des deux trémies ou les deux ensembles si leur poids est identique. Les trémies peuvent être remplies à tout moment, indépendamment du reste du fonctionnement, et le système doit réagir en conséquence.



Les deux trémies A et B sont montées sur un système de pesage qui donne le poids de sable en tonnes codé sur deux bits. Pour la trémie A les deux bits A1 et A0 valent respectivement :

- 0 et 0 s'il y a moins d'une tonne de sable ;
- 0 et 1 s'il y a entre une et deux tonnes de sable ;
- 1 et 0 s'il y a entre deux et trois tonnes de sable ;
- 1 et 1 s'il y a plus de trois tonnes de sable.

La trémie B possède le même système de pesage avec les deux bits B0 et B1. L'ouverture des trémies est commandée par deux trappes TA et TB.

1 – Pesage des trémies

Le système de pesage des trémies est composé de trois capteurs P0, P1 et P2. Si la trémie contient moins d'une tonne de sable, aucun capteur n'est actionné; si la trémie contient entre 1 et deux tonnes de sable le capteur P0 est actionné ; S'il y a entre deux et trois tonnes de sable P0 et P1 sont actionnés et s'il y trois tonnes ou plus de sable P0, P1 et P2 sont actionnés. A partir de ces trois capteurs on code le poids de la trémie sur deux bits A0 et A1.

- Donnez l'équation de A0 et A1 en fonction de P0, P1 et P2.
- Donnez le logigramme de A0 en utilisant que des fonctions NAND.

2 – Système complet, modélisation par grafcet

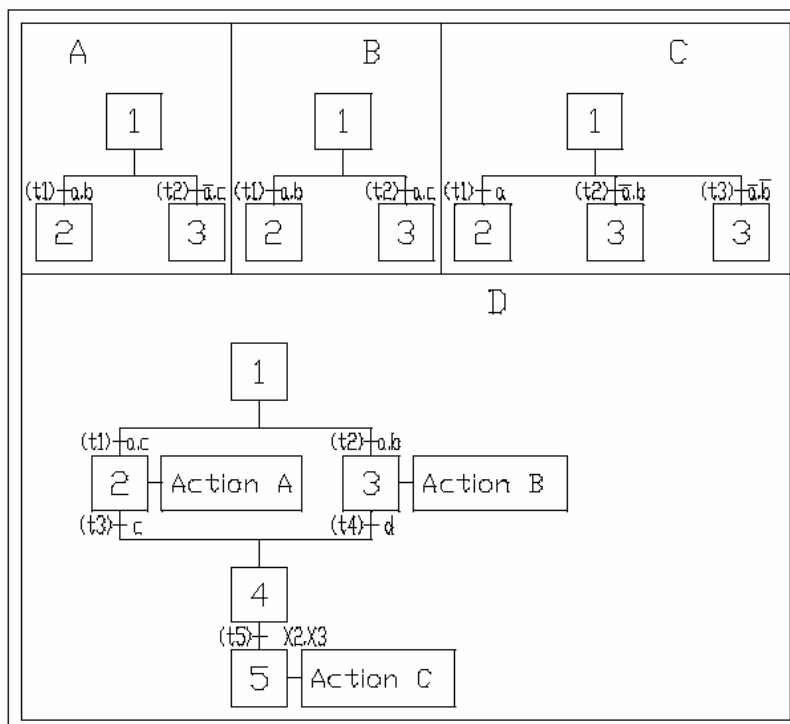
Donner le grafcet décrivant le fonctionnement du système complet.

Exercice n°14 conflits dans un grafcet

Un conflit est la possibilité d'avoir deux transitions, partageant une même étape d'entrée, qui sont simultanément franchissables.

Les exemples suivants correspondent ils à des conflits ?

Si oui, proposer des schémas équivalents de comportement, mais sans conflits.

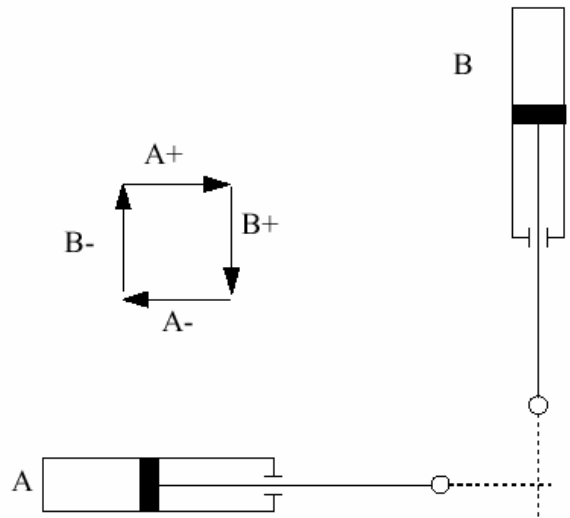


Exercice n°15 cycle de deux vérins

On veut faire effectuer à deux vérins (A) et (B) le cycle suivant : sur une impulsion manuelle de mise en marche (bouton poussoir m), A sort, puis B sort, puis A rentre, puis B rentre. Le cycle s'arrête alors en l'attente d'une nouvelle impulsion.

Deux choix technologiques sont possibles :

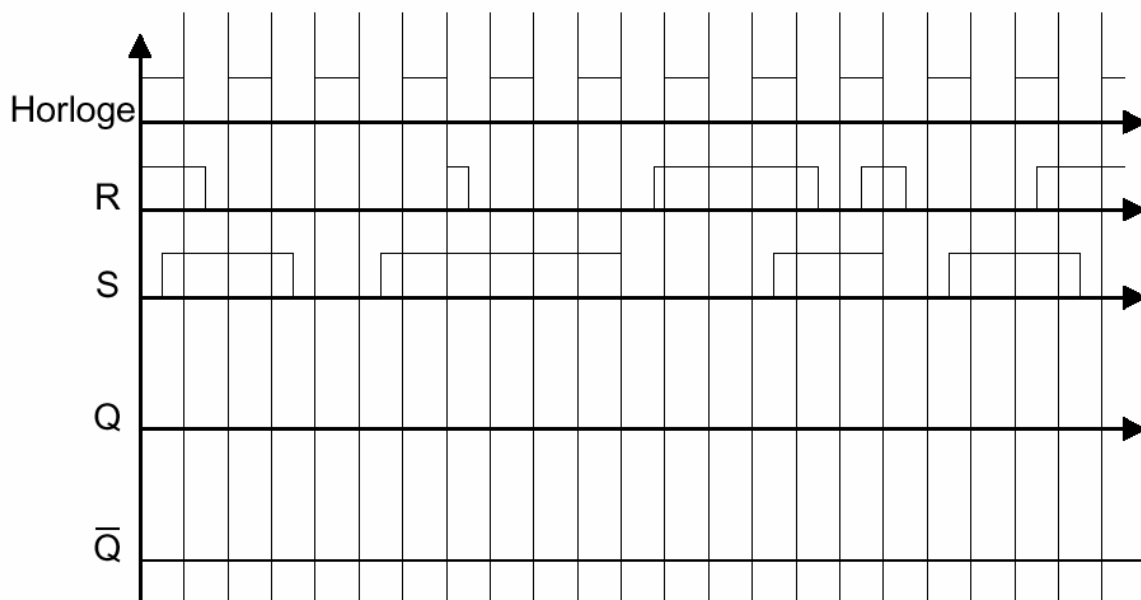
- A et B sont deux vérins simple effet. Un ressort de rappel fait revenir la tige en position initiale lorsqu'il n'y a plus de pression ;
- A et B sont deux vérins double effet : il faut une action pour faire sortir le vérin et une pour le faire rentrer ;
- Dessiner le grafcet fonctionnel du système ;
- Définir les entrées et les sorties du système. En déduire le schéma de l'automatisme (parties commande et partie opérative) ;
- Tracer le grafcet point de vue concepteur.



Exercice n°16 diagramme de Gantt d'une bascule R-S synchrone

Dessinez les formes d'ondes Q et \bar{Q} de la bascule R-S synchrone de la figure suivante en fonction du chronogramme donné.

N.B. Valeurs de départ pour $Q = 1$, $\bar{Q} = 0$.



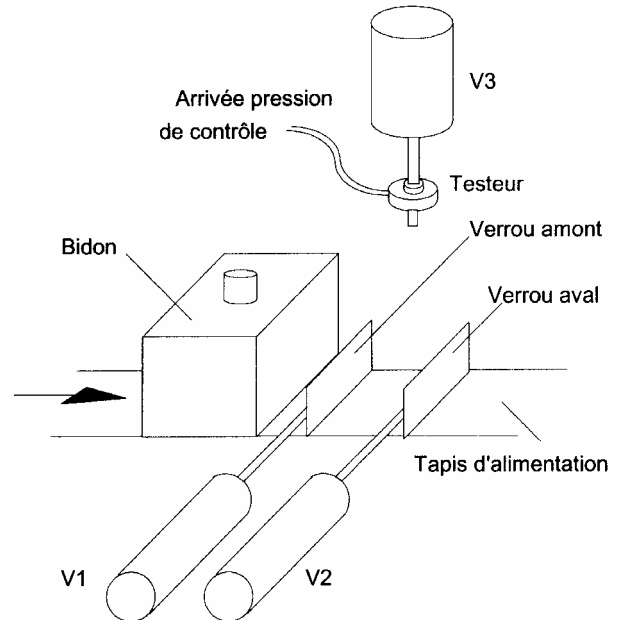
Exercice n°17 testeur d'étanchéité**Description fonctionnelle**

Un poste de contrôle d'étanchéité se compose d'un sas formé de deux verrous actionnés par des vérins et d'un testeur formé d'un tube de mise sous pression avec un bourrelet d'étanchéité, également mû par un vérin.

Lorsqu'un bidon se présente, le verrou amont se ferme puis le testeur descend et met le bidon sous pression. Si le bidon est étanche, la pression monte. Elle est détectée par un capteur de pression qui autorise l'ouverture du verrou aval.

Si au bout de 2 secondes la pression n'est pas atteinte, le dispositif se met en attente et un voyant "Défaut d'étanchéité" s'allume : un opérateur ôte le bidon manuellement et réarme le dispositif par un bouton poussoir « réarmement ».

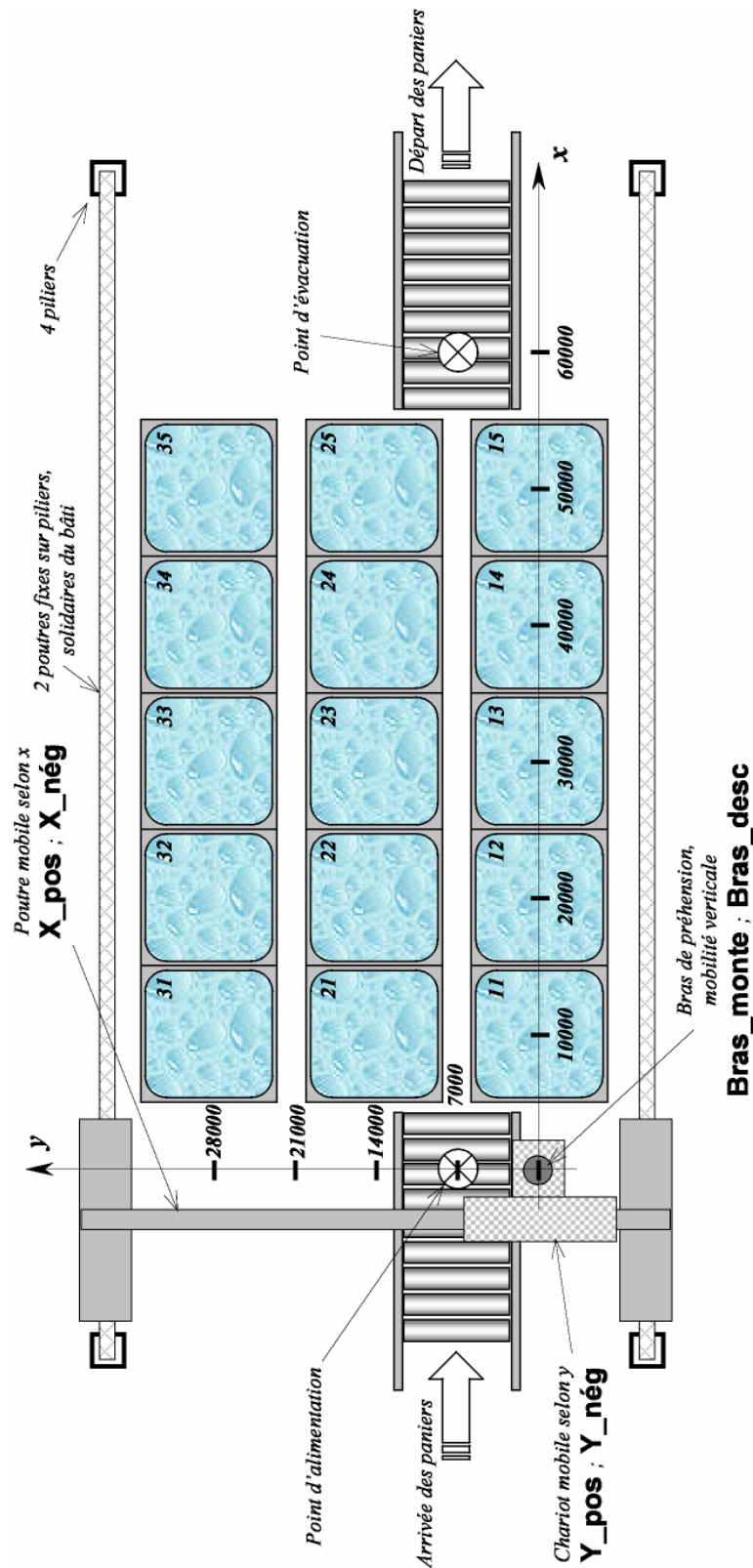
Le cycle se termine par la fermeture du verrou aval et l'ouverture du verrou amont. Le tapis d'alimentation tourne en permanence.

Description matérielle

- 1- Déterminer le grafset point de vue système utilisant les spécificités fonctionnelles de cette machine.
- 2- En tenant compte des options technologiques faites ci dessous, déterminer le grafset point de vue commande utilisant les spécificités technologiques de cette machine.

Action	Actionneur	Préactionneur	Information	Capteur
Avance verrou amont	V1	V1+	Verrou amont en avant	V11
Recul verrou amont	V1	V1-	Verrou amont en arrière	V10
Avance verrou aval	V2	V2+	Verrou aval en avant	V21
Recul verrou aval	V2	V2-	Verrou aval en arrière	V20
Descente testeur	V3	V3+	Pression atteinte	PAT
Montée testeur	V3	V3-	Testeur en haut	V30
Envoi pression d'essai	V4	V4+	Présence pièce en entrée	PPE
Défaut étanchéité	DE	DE	Réarmement	REA

Exercice n°18 traitements thermiques



Le chariot mobile est représenté en position de référence ($x = 0, y = 0$). Les coordonnées sont exprimées en points codeurs.

Capteurs

Pour x et pour y : codeurs incrémentaux câblés sur entrées de comptage notées Vc_x et Vc_y.

Pour le bras de préhension : détecteurs « Haut » et « Bas »

Au bout du bras, une pince permet la préhension des paniers. Au repos, elle est fermée. Son ouverture est obtenue grâce à un vérin avec distributeur monostable noté « Pince » (détecteurs « Pince_o » et « Pince_f »).

Les paniers disposent d'un système mécanique leur permettant d'être suspendus au-dessus des bacs lorsque le robot effectue une autre tâche.

Description du fonctionnement

Les paniers transportent des pièces devant subir différentes gammes de traitements dans les bacs.

Chaque panier est identifié grâce à un code à barres. La gamme de traitement est prise en compte au moment de la saisie d'un panier au point d'alimentation.

Après traitement les paniers sont déposés au point d'évacuation.

Définition des paramètres

On prévoit d'associer une gamme de traitement spécifique à chaque rangée de bacs. Les gammes peuvent être modifiées à volonté d'une campagne de production à l'autre. Elles sont exprimées directement dans 3 *files d'attente*, à savoir une file d'attente par rangée. Pour chaque opération, on saisit la coordonnée selon l'axe x du bac souhaité.

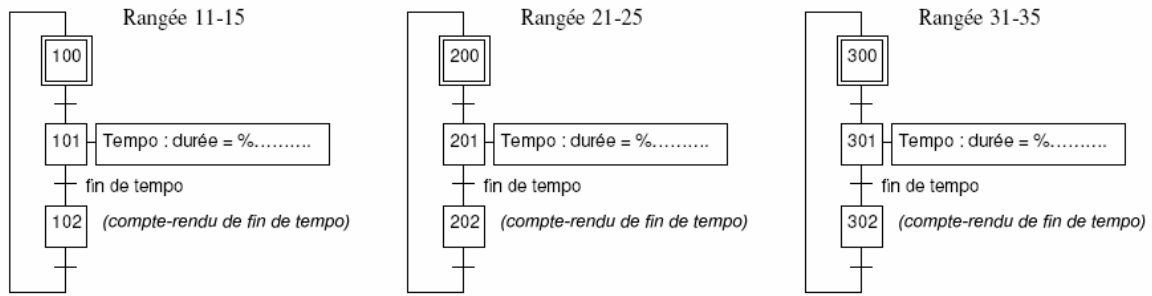
De plus, on affecte à chaque opération de trempe une durée de temporisation spécifique (durées exprimées en secondes, maxi = 6000).

Une gamme comporte entre 1 et 4 opérations de trempe. Ces trempes sont réalisées parmi les 5 bacs d'une même rangée (un panier ne sera donc traité que par la rangée des bacs 11 à 15, ou bien 21 à 25, ou bien 31 à 35).

Les 3 rangées de bacs peuvent être utilisées simultanément (un panier en cours de traitement dans la rangée 11-15, et un autre panier dans la rangée 21-25 et un troisième panier dans la rangée 31-35). Mais on ne traite qu'un seul panier à la fois dans une rangée. Il n'y a donc pas à gérer d'éventuels risques de collision entre les paniers.

Gestion des durées de trempe

On prévoit un grafcet de gestion des durées de trempe pour chaque rangée de bacs :



Limite du sujet : on considère que les étapes X102, X202 et X302 ne seront jamais actives en même temps.

Coordination des tâches

On prévoit de décomposer le mode de production normale (on ne demande aucun autre mode de fonctionnement) en plusieurs grafquets :

G0 : Grafquet de coordination des tâches ;

G1 : Grafquet de l'encapsulation : « prélever un nouveau panier au point d'alimentation » ;

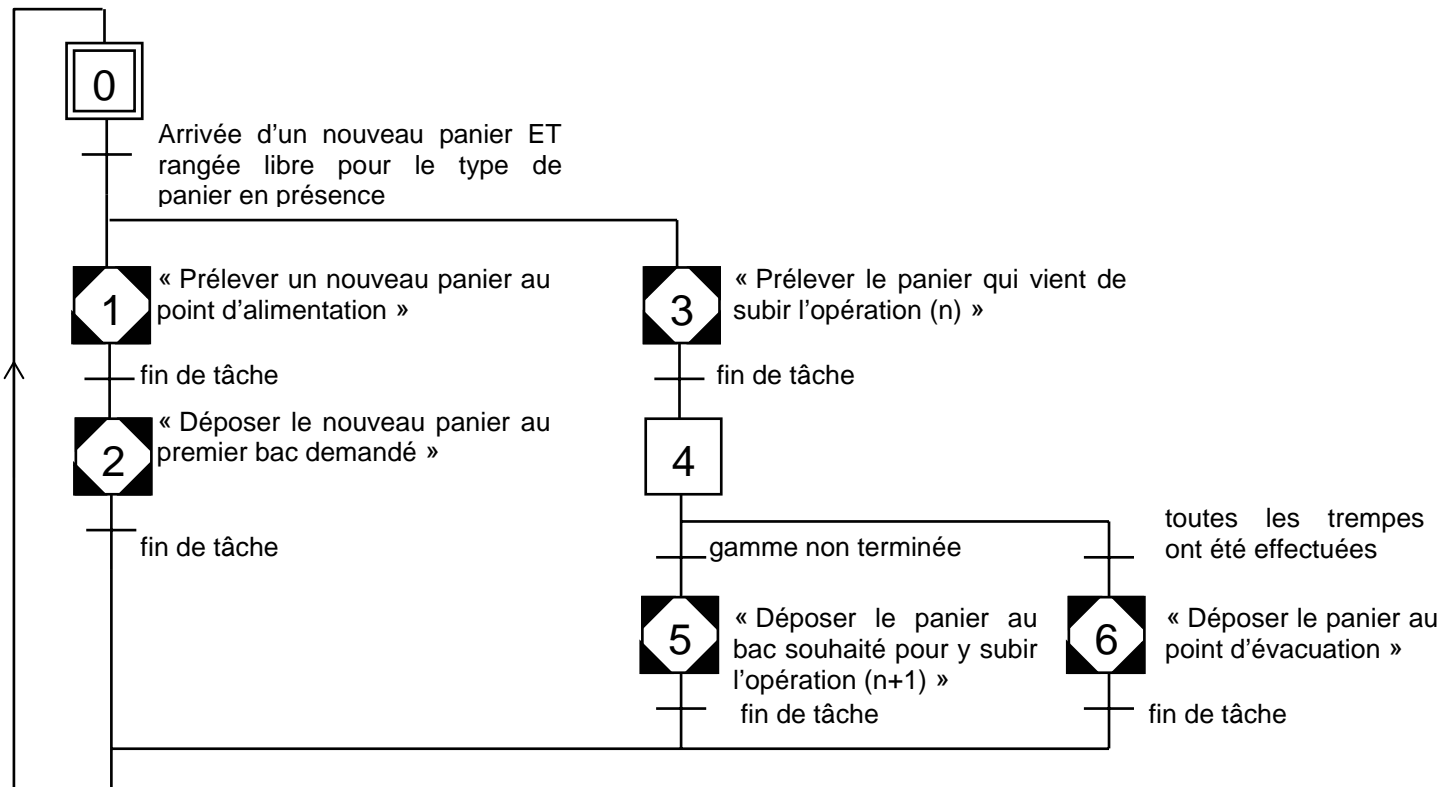
G2 : Grafquet de l'encapsulation : « déposer le nouveau panier au premier bac demandé » ;

G3: Grafquet de l'encapsulation : « prélever le panier qui vient de subir l'opération (n) » ;

G5: Grafquet de l'encapsulation : « déposer le panier au bac souhaité pour y subir l'opération (n + 1) » ;

G6 : Grafquet de l'encapsulation : déposer le panier au point d'évacuation.

Grafquet de coordination des tâches



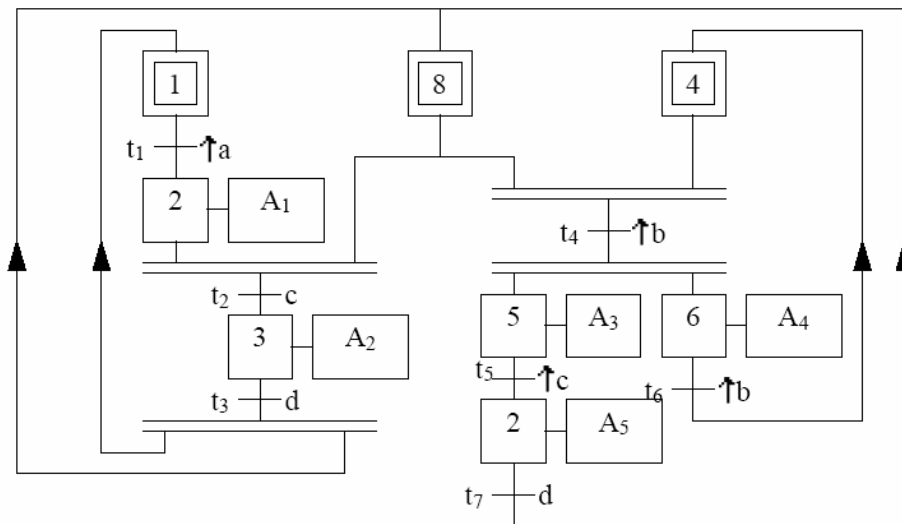
1. Mettre en place les structures de données nécessaires. Choisir des adresses adaptées. Donner la désignation de chaque élément.

2. Tracer les grafquets des tâches X10 et X50 de la façon la plus précise possible compte tenu des éléments indiqués dans ce sujet. Compléter les grafquets de gestion des durées de tremp. On ne demande pas de gérer les priorités au cas où plusieurs tâches sont simultanément demandées au robot.

Pour simplifier l'écriture des réceptivités, on accepte l'égalité stricte dans la vérification des positions numériques (p. ex. : $Vc_x = 0$ est accepté).

Exercice n°19 grafcet et chronogramme

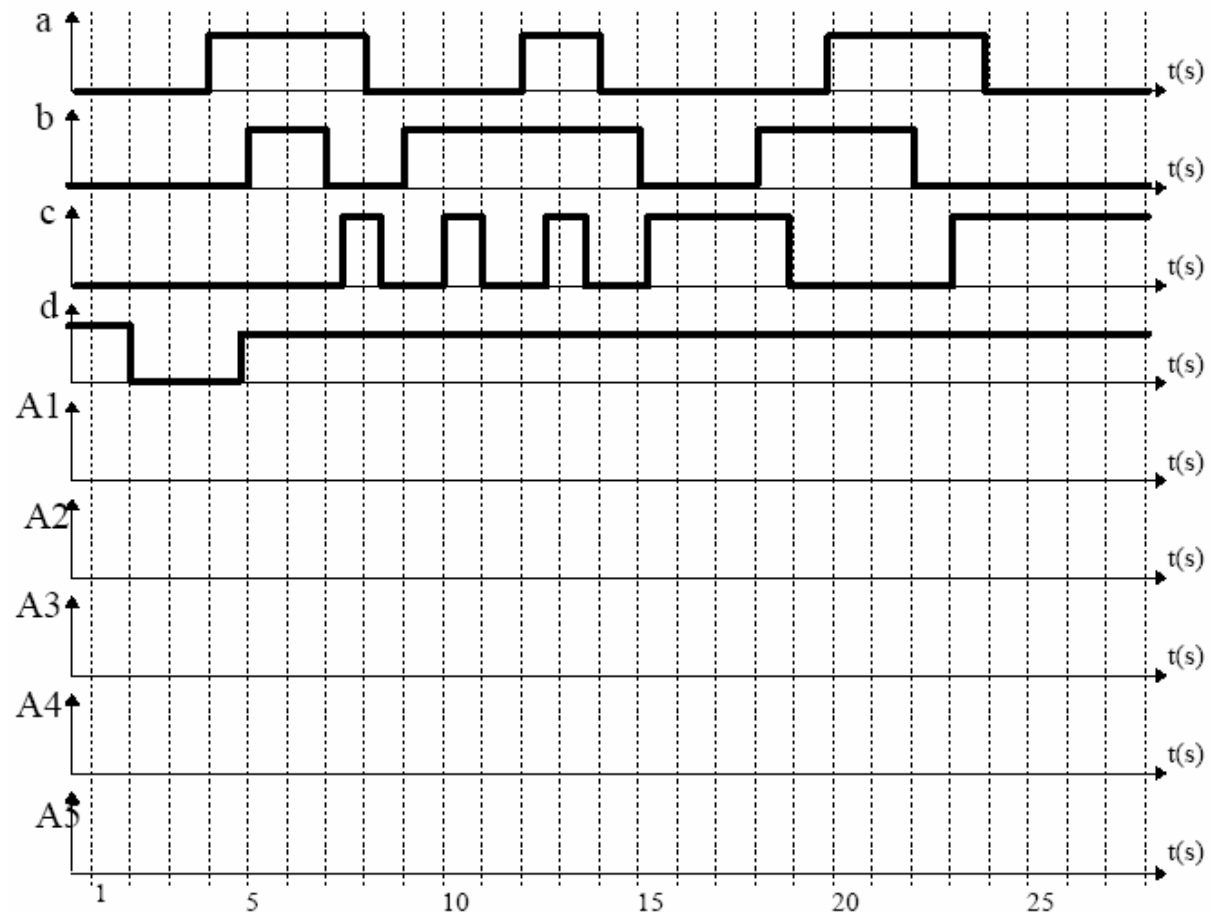
Soit le GRAFCET ci-dessous. Il représente le fonctionnement d'un système séquentiel comportant quatre entrées a, b, c, d et 5 sorties $A1, A2, A3, A4, A5$.



À partir de la situation initiale et pour la séquence d'entrée représentée sur le diagramme temporel ci-dessous, dresser, dans les deux cas suivants, les graphes de situation en indiquant les étapes instables.

Donner ensuite, sur le diagramme temporel les évolutions correspondantes des sorties, toujours pour les deux cas :

1. pour le grafcet dessiné ci-dessus.
2. pour le même grafcet, mais en supposant que la transition t_2 a une réceptivité $\uparrow c$ (événement externe) et non c (condition logique) et la transition t_4 une réceptivité b (condition logique) et non plus $\uparrow b$ (événement externe).



Exercice n°20 machine de forage de sols (agrégation de mécanique 2004)

La machine étudiée est une machine de forage qui sert à forer des trous dans le sol. Elle comporte une embase montée sur un chenillard, et une flèche de forage. Le chenillard permet de déplacer la machine sur la zone de forage, et d'assurer son chargement et son déchargement de la remorque de transport. La flèche de forage supporte les éléments actifs de la machine. Elle travaille en position verticale, comme sur la figure 1. L'embase accueille les autres composants de la machine : moteur, pompes, réservoirs, organes de commande etc.

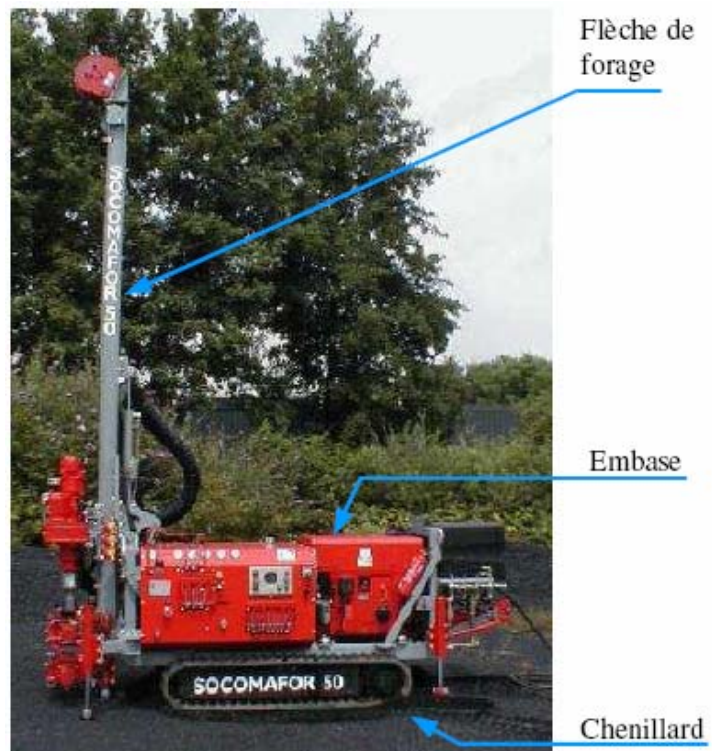


Figure 1 : machine de forage, flèche verticale

La flèche de forage doit être basculée en position horizontale pour réduire l'encombrement de la machine pendant les phases de transport de la machine sur remorque.

L'énergie mécanique est délivrée par un moteur thermique, qui entraîne des pompes hydrauliques. C'est ensuite principalement l'énergie hydraulique qui est distribuée aux différents composants de la machine.



Le forage est assuré par une tête de forage constituée d'un outil adapté au type de trou et à la nature du terrain. Le mouvement de coupe (rotation d'axe vertical) est transmis à la tête de forage par un train de tubes. La tête de rotation est constituée de deux moteurs hydrauliques à engrenages.

Figure 2 : machine de forage, flèche horizontale

La tête de rotation est montée sur un chariot, lui-même guidé en translation sur la flèche. Le mouvement d'avance est constitué par la descente de ce chariot. Il est transmis à la tête de forage par la tête de rotation et le train de tubes. Ce mouvement de translation est généré par un motoréducteur hydraulique avec frein par manque de pression, associé à une transmission par chaîne et pignons. Au fil du forage, le poids propre du train de tubes augmente. Pour conserver un effort de poussée constant sur la tête de forage, il faut équilibrer le circuit hydraulique agissant sur la contre-pression. En phase de forage, lorsque la tête de rotation arrive en position basse, il est nécessaire rajouter un tube au train de tubes déjà enfoncé dans le sol. Pour cela, il faut bloquer le train de tubes, le désolidariser la tête de rotation, et remonter cette tête pour pouvoir rajouter le nouveau tube. On utilise pour bloquer le train de tube enfoncé dans le sol, un frein de tubes. Ce frein de tubes est situé à l'extrémité inférieure de la flèche de forage. Le blocage est obtenu par serrage radial du train de tubes par deux vérins hydrauliques. En phase de remontée du train de tubes, il faut effectuer la manoeuvre en sens inverse.

Une pompe d'injection injecte des boues de forage dans le train de tube pour faire remonter les débris de forage. Cette pompe d'injection est entraînée par un moteur hydraulique lui-même alimenté par une pompe hydraulique.

En phase de forage, la machine est en appui sur quatre vérins de stabilisation positionnés aux quatre coins de l'embase. Ces vérins sont commandés séparément. La machine dispose de fonctions additionnelles : percussion hydraulique, frappe au retrait, vérin de débouage, rotation auréolaire et treuil. Ces fonctions ne rentrent pas dans le cadre de l'étude et ne seront pas détaillées.

Présentation du cahier des charges de l'étude

Outre le forage simple de trous, cette machine est capable de réaliser un certain nombre d'essais normalisés relatif à la mécanique des sols. L'essai qui nous intéresse est l'essai dit « essai destructif enregistré ». Cet essai consiste à réaliser un forage à effort de poussée et couple de rotation sur la tête de forage constant. On fore un trou d'un diamètre donné à une profondeur donnée en souhaitant enregistrer à chaque instant :

- la position de l'outil ;
- la vitesse de descente de la tête de forage ;
- l'effort de poussée sur la tête de forage ;
- le couple de rotation sur la tête de forage ;
- la pression d'injection des boues de forage.

A partir de ces informations, les géotechniciens sont capables de déterminer certaines caractéristiques mécaniques du sol aux différentes profondeurs. Le suivi de la pression d'injection des boues de forage permet de détecter les cavités rencontrées. En effet, les boues de forages se répandent dans ce cas dans la cavité, et la pression d'injection chute alors brutalement. Actuellement, le suivi de la position de la tête de forage est assuré par un capteur à fil déroulant. Le capteur est installé à l'extrémité supérieure de la flèche. Le fil est fixé sur le chariot supportant la tête de rotation. Le fil se déroule à mesure de la descente du chariot. Il faut réinitialiser ce capteur à chaque ajout de tube, et cumuler la longueur des différents tubes déjà enfoncés dans le sol.

L'effort de poussée et le couple de rotation ne sont suivis qu'au travers des pressions en sortie des pompes d'alimentation des circuits hydrauliques respectifs de translation et de rotation, ainsi que du suivi de la pression d'équilibrage pour la translation. Ces pressions, prises en début de chaîne de transmission de puissance, sont suivies sur des manomètres, et c'est l'opérateur de la machine qui ajuste les débits dans les différents circuits pour les stabiliser. La pression d'injection des boues de forage est mesurée directement par un capteur de pression.

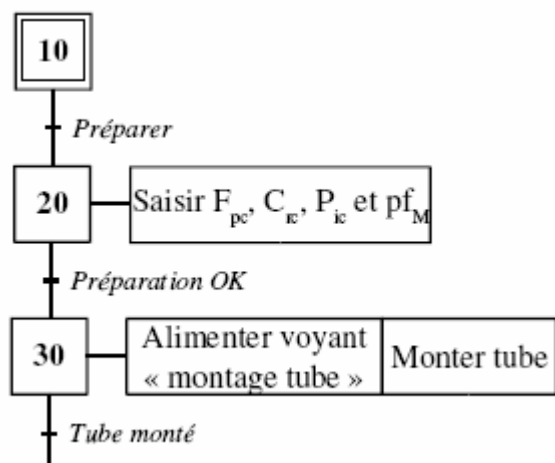
Pilotage de l'essai

Il s'agit de coordonner les actions de la machine et du technicien réalisant l'essai. On suppose que la machine est dans un état initial où la flèche de forage est en position de travail verticale, les vérins de stabilisation sont mis en place, le chariot de translation est en position haute et il n'y a pas de tube monté sur la tête de rotation. Le cycle commence sur une demande de préparation de l'essai du technicien depuis le pupitre de commande : réceptivité « préparer ». L'étape 20 consiste à la saisie par le technicien des paramètres de l'essai :

- F_{pc}, C_{rc}, P_{ic} : respectivement les consignes d'effort de poussée, de couple de rotation et de pression d'injection des boues de forage ;
- Pf_m : profondeur maximale de forage à atteindre.

Le technicien indique la fin de cette étape à partir du pupitre de commande : réceptivité « préparation OK ». L'étape 30 consiste alors au montage par le technicien d'un nouveau tube. La Partie Commande étudiée indique ce état par l'allumage d'un voyant :

« Montage tube ». Le technicien signale la fin du montage à partir du pupitre de commande : réceptivité « tube monté ». Le début du grafcet de commande a donc la forme suivante :



à la fin de l'étape 30, la position du chariot de translation sur la flèche de forage fournie par le codeur est Ct_1 . Dans cet état, le forage est prêt à démarrer. Pendant le forage, la position du chariot de translation sur la flèche de forage fournie par le codeur sera Ct_i . Lorsque le chariot est en position haute ou basse sur la flèche, cette position prend respectivement les valeurs Ct_h et Ct_b (on gère là des butées « soft »). L'étape 40 consiste à assurer le forage pour enfoncer le tube qui vient d'être monté.

Soient les variables la partie commande :

- pf qui représente la profondeur totale déjà forée au cours de l'essai ;
- N qui représente le nombre de tube du train de tube.

1. Dans quelle étape placer l'initialisation de N et de Ct_1 et avec quelle valeur ?

Au cours de l'étape 40, on va commander les actions suivantes :

- « produire et contrôler F_p » (F_p est l'effort de poussée) ;
- « produire et contrôler C_r » (C_r est le couple de rotation) ;
- « produire et contrôler P_i » (P_i est la pression des boues d'injection) ;
- « calculer pf » ;
- « enregistrer pf » ;
- « calculer V_t » (V_t est la vitesse de descente) ;
- « enregistrer V_t ».

2. Exprimer la règle de mise à jour de pf à chaque cycle automate.

3. Coordonner les actions de l'étape 40 en considérant que 40 est une étape encapsulante.

Le forage s'arrête si la position basse du chariot sur la flèche est atteinte (butée « soft »), ou si la profondeur pf_M est atteinte.

Dans le premier cas, il s'agit, en opération 50, de désolidariser le dernier tube de la tête de rotation (action opérateur) en indiquant cet état par allumage d'un voyant (désolidariser tête de rotation du train de tube »). Une fois ceci fait (réceptivité « désolidarisation OK »), l'étape 60 consiste à remonter le chariot en position haute. Le cycle peut alors continuer.

Dans le second cas, il s'agit de remonter le chariot en position haute étape 70, puis de dévisser le dernier tube (étape 80, action opérateur, ou Partie Commande si la machine est équipée d'un second frein de tige), puis de désolidariser la tête de rotation du dernier tube (étape 90) (action opérateur, indiquée par allumage d'un voyant « désolidariser tête de rotation du train de tube »).

Si il reste des tubes dans le train de tubes, il faut alors redescendre le chariot jusqu'au contact du tube suivant (étape 100), solidariser la tête de rotation avec le train de tube (étape 110), (action opérateur, indiquée par allumage d'un voyant « solidariser tête de rotation avec le train de tube »), et recommencer le cycle de remontée. S'il ne reste plus de tubes, il reste alors à éditer l'enregistrement de l'essai (étape 120).

4. Compléter le grafcet initié ci-dessus pour décrire le cycle complet. Ne pas développer l'étape 40. Faire apparaître explicitement les actions de gestion de la variable N .
5. Indiquer comment varie la pression d'injection des boues de forage P_i lorsque la tête de forage rencontre une cavité dans le sol.

On souhaite dans ce cas enregistrer les profondeurs de début et de fin de cavité

6. Proposer un grafcet gérant l'enregistrement d'une cavité.
7. Ajouter ce graphe en couleur rouge au grafcet précédent.

Exercice n°21 Actions continues et mémorisées

