

Systèmes Techniques Automatisés
PT1



Devoir de synthèse du 2^{ème} semestre
12 Mai 2017, durée : 3h

Les deux parties A et B doivent être rédigées sur des feuilles séparées

Partie A : Automatique

Description partielle d'une usine de production de boissons gazeuses

Une entreprise de production de boissons gazeuses (voir figure 1), travaille en trois postes de huit heures et comporte entre autres :

- Une unité de production de bouteilles de verre (la verrerie) ;
- Une unité d'embouteillage et d'évacuation ;
- Un magasin dynamique de stockage temporaire de palettes de bouteilles vides, issues de la verrerie.

Les hauts fourneaux assurant la fonte des silices, ne peuvent pas s'arrêter et redémarrer sans cesse sous peine de risques importants de destruction. La verrerie fonctionne donc sans arrêt et assure la production de 600 palettes de bouteilles de verre chaque 24h.

L'unité d'embouteillage permet le remplissage des 600 palettes de bouteilles d'eau gazeuse. Elle fonctionne seulement pendant les deux postes de la journée, soit 16h. L'évacuation est ensuite réalisée par un système de transport de charges qui sera étudié dans la partie mécanique.

Le magasin dynamique de 225 cases, est utilisé pour stocker (charger) les bouteilles produites pendant la nuit qui seront par la suite déchargées pendant les deux postes de jour. Le magasin dynamique fera le sujet de notre étude.

Modes manuel et automatique

L'API (Automate Programmable Industriel) a pour fonction principale de commander les mouvements du transfèreuseur (X, Y et Z) et du convoyeur (AVC, ARC), afin d'effectuer les séquences de chargement et de déchargement de casiers. Un commutateur manuel/auto, situé sur le pupitre opérateur, permet de sélectionner l'un des deux modes dès le début de fonctionnement.

a- Mode manuel :

A partir de pupitre, l'ouvrier commande les déplacements X, Y et Z du transfèreuseur. Ce mode est employé lors des contrôles préventifs de la machine, des dépannages, réglages, dégagement après un arrêt d'urgence, ...

Le technicien peut également amener à entrer un ou plusieurs numéros de casiers (endommagés ou à protéger) dans l'API.

Ce mode sera représenté par la tâche 200. A la fin de cette tâche, on doit toujours faire la mise en référence automatique du système.

b- Mode automatique :

L'API organise le chargement ou le déchargement de palettes, à partir des coordonnées qu'il aura préalablement calculées (la case est atteinte si les variables x_n et y_n sont vraies). Il a

pour fonction de gérer le stock suivant la configuration de travail et l'état de remplissage du magasin. Dans ce cas, on aura un cycle de production normal.

Si les fourches sont en positions basses, les axes **X**, **Y** et **Z** sont à la position d'origine et dès que le système est prêt à fonctionner (voyant **PA**), on commence le chargement ou le déchargement des palettes selon la description donnée dans le paragraphe qui suit.

Description générale du fonctionnement du magasin dynamique :

L'élaboration des séquences de chargement et de déchargement des palettes du magasin dynamique par le transféreur, est gérée par l'API et l'opérateur, en sélectionnant la séquence souhaitée chargement (**ch**) ou déchargement (**dch**). Les deux séquences ne peuvent pas être réalisées ensemble.

Si le système est prêt à fonctionner (voyant **PA**), deux séquences peuvent être distinguées :

- Une séquence de chargement (position **ch**) effectuée pendant la nuit par le transféreur consiste à aller chercher une palette en attente sur la table croisée afin de la ranger dans le magasin. Cette séquence est décrite comme suit :
 - Translater la palette de la table croisée vers le poste de chargement/déchargement par le convoyeur ;
 - Charger cette palette à l'aide des fourches (voir figure 2) en commandant la montée du vérin double effet **PC**, afin de soulever la palette de quelques centimètres et de supprimer ainsi le contact avec le convoyeur.
 - Atteindre l'emplacement du casier calculer par l'API (**xn, yn**) (voir figure 3) ;
 - Translater les fourches vers l'avant ;
 - Stocker la palette dans le casier en commandant la descente du vérin **PC**, afin de dégager la palette des fourches assurer par la translation **arrière** des fourches ;
 - Ramener le transféreur à sa position d'origine (**x0, y0**).
- Une séquence de déchargement (position **dch**) effectuée pendant la journée par le transféreur consiste à récupérer une palette dans le magasin et la transporter jusqu'à la table croisée (aiguillage) en suivant ces étapes :
 - Atteindre l'emplacement du casier (**xn, yn**) ;
 - Déstocker la palette ;
 - Revenir à la position d'origine ;
 - Déposer la palette sur le poste de chargement/déchargement ;
 - Translater cette palette vers l'aiguillage.

Le grafcet à réaliser doit comprendre les tâches suivantes :

Tâche **100** : Grafcet de production normale (**GPN**), tâche lancée par **X1**.

La fin de cette tâche se réalise par l'activation de l'étape **0**.

Tâche **200** : Grafcet de la gestion de la marche manuelle (**GML**), tâche lancée par **X2**.

La fin de cette tâche se réalise par le passage au mode automatique (**ma**) qui activera l'étape **202**.

Tâche **300** : Grafcet de mise en référence automatique du système (**GREF**), tâche lancée par **X3**. Cette tâche est activée dès la désactivation de la tâche **200**. On exige que la dernière étape de cette tâche prenne le numéro **306**.

Dès le début, l'ouvrier doit choisir le mode de fonctionnement souhaité (**ma** ou **mm**).

- En choisissant le mode manuelle, la tâche **200** sera lancée par l'activation de l'étape **2**.
- En choisissant le mode automatique, la tâche **100** sera lancée par l'activation de l'étape **1**.

Travail demandé :

Etablir le grafcet qui traduit le fonctionnement de cette usine en utilisant les tâches **100**, **200**, **300** et en détaillant les grafkets des tâches **100** et **200**.

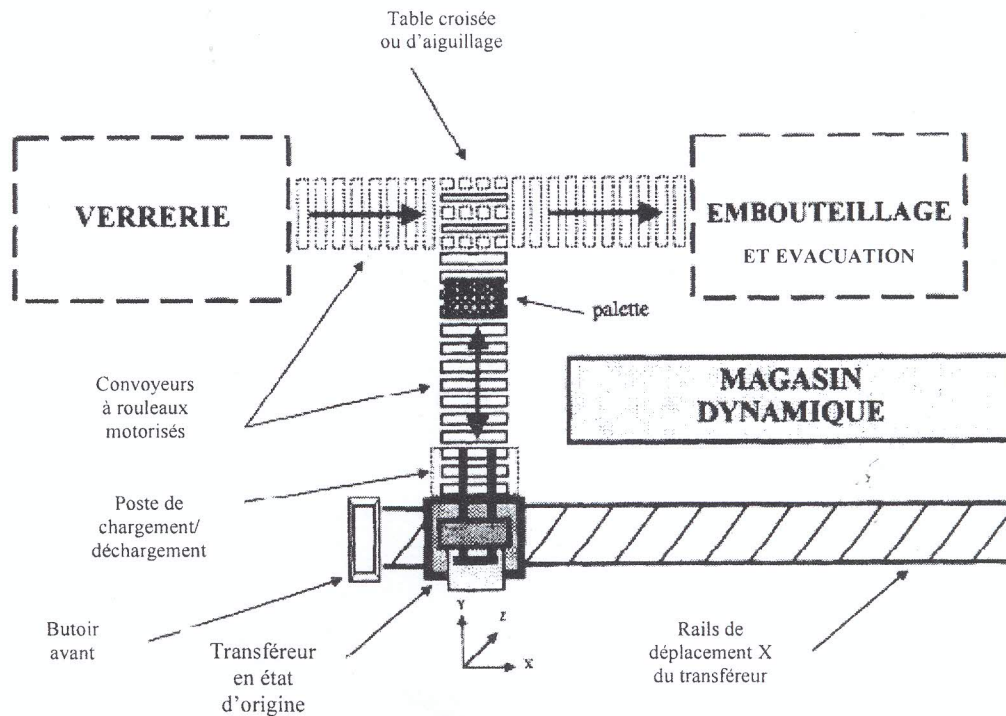


Figure 1 : Usine de production de boissons gazeuses

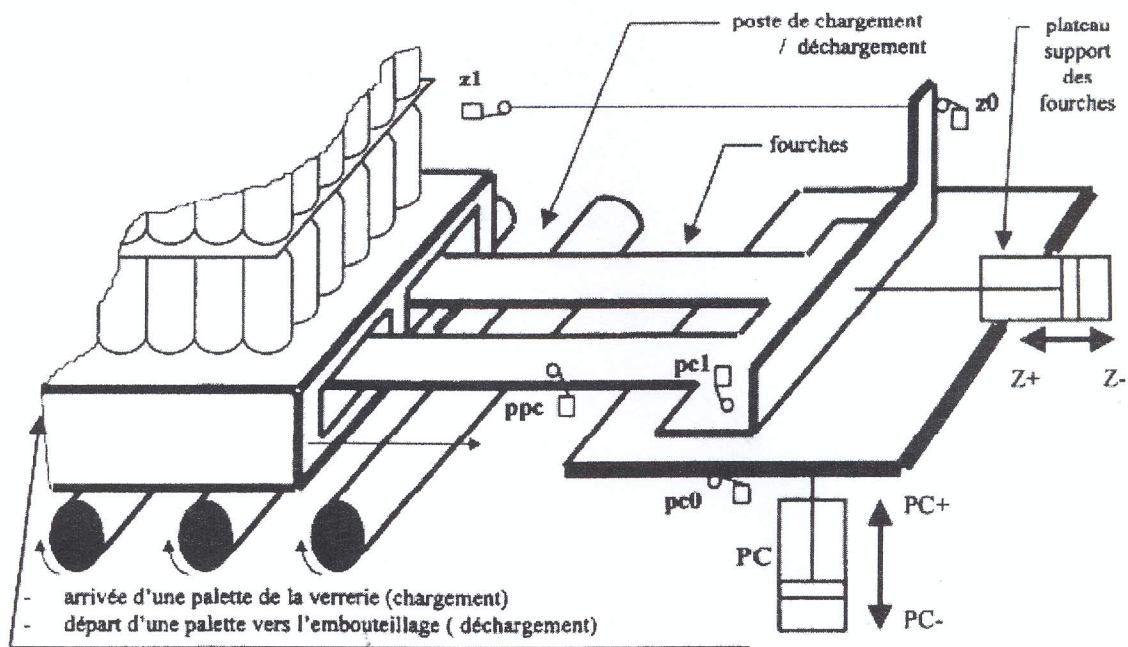


Figure 2 : Détail des fourches du transfère

Le transfère assure la manutention des palettes suivant trois axes :

- X : Déplacement longitudinal sur le rail ;
- Y : Mouvement vertical assuré par un élévateur ;
- Z : Translation (avant et arrière) des fourches.

Tableau de capteurs et d'actionneurs

<i>Capteurs</i>		<i>Actionneurs</i>	
ppt	Présence palette sur table croisée	ARC	Recul convoyeur vers table croisée
ppc	Présence palette au poste de chargement	AVC	Avance convoyeur vers magasin
ch	Chargement palette	PC+	Monter fourches
dch	Déchargement palette	PC-	Descendre fourches
z1	Fourches sorties	X+	Déplacement à droite
z0	Fourches rentrées	X-	Déplacement à gauche
pc1	Fourches en position haute (prise palette)	Y+	Déplacement en haut
pc0	Fourches en position basse (dépose palette)	Y-	Déplacement en bas
x0	Position origine du déplacement horizontal	Z+	Avancer fourches
y0	Position origine du déplacement vertical	Z-	Reculer fourches
xn	Position X atteinte (calculée par l'API)		
yn	Position Y atteinte (calculée par l'API)		
ma	Mode automatique		
mm	Mode manuelle		
PA	Prés à fonctionner (voyant)		

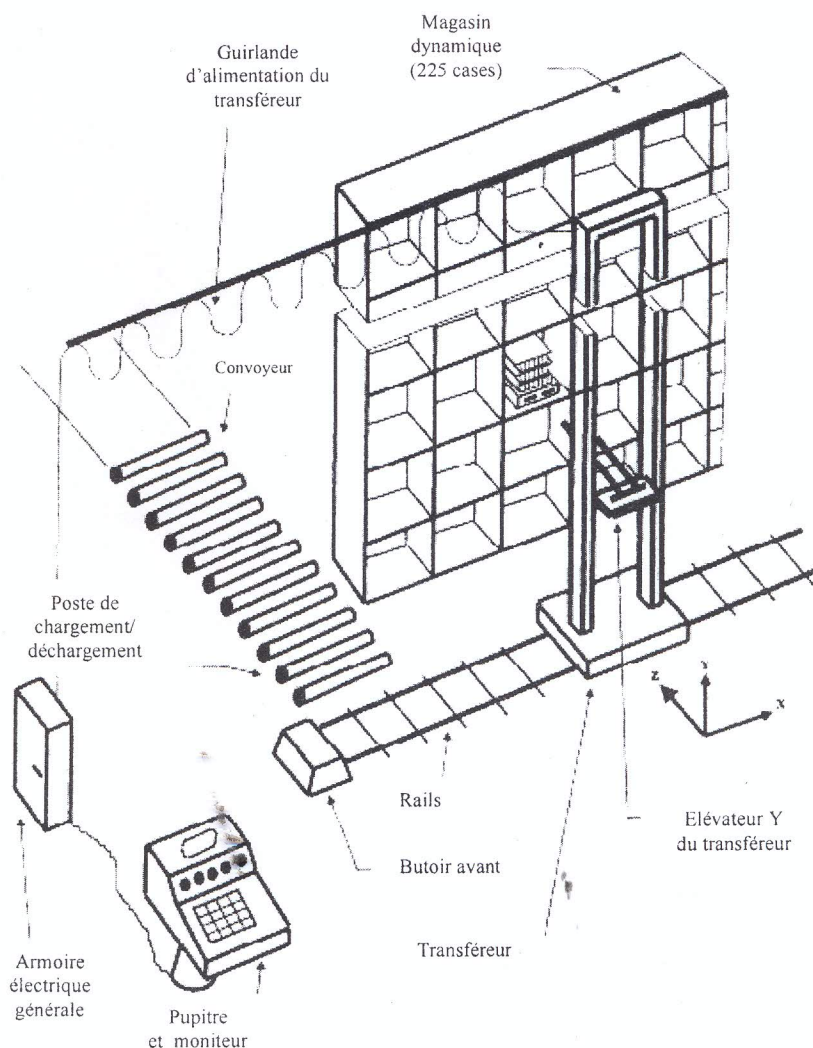


Figure 3 : Organisation du magasin dynamique

Systèmes Techniques Automatisés
PT1

Devoir de synthèse du 2^{ème} semestre
12 Mai 2017, durée :3h

Les deux parties A et B doivent être rédigées sur des feuilles séparées

Le document réponse DR₁ est à rendre avec la feuille de la partie B

Partie B Mécanique Générale

La figure 1 représente le schéma cinématique d'un système automatisé de transport de charges. La rotation de la manivelle (1) par rapport au bâti (0), repérée par l'angle θ , entraîne la translation selon l'axe (B, \vec{Y}) du piston (2) par rapport au porte charge (3) et par conséquent la translation selon l'axe (C, \vec{X}) de (3) par rapport au bâti (0). Les deux translations sont paramétrées par $x_c(t)$ et $y_b(t)$. La charge à transporter est appliquée au centre de gravité G.

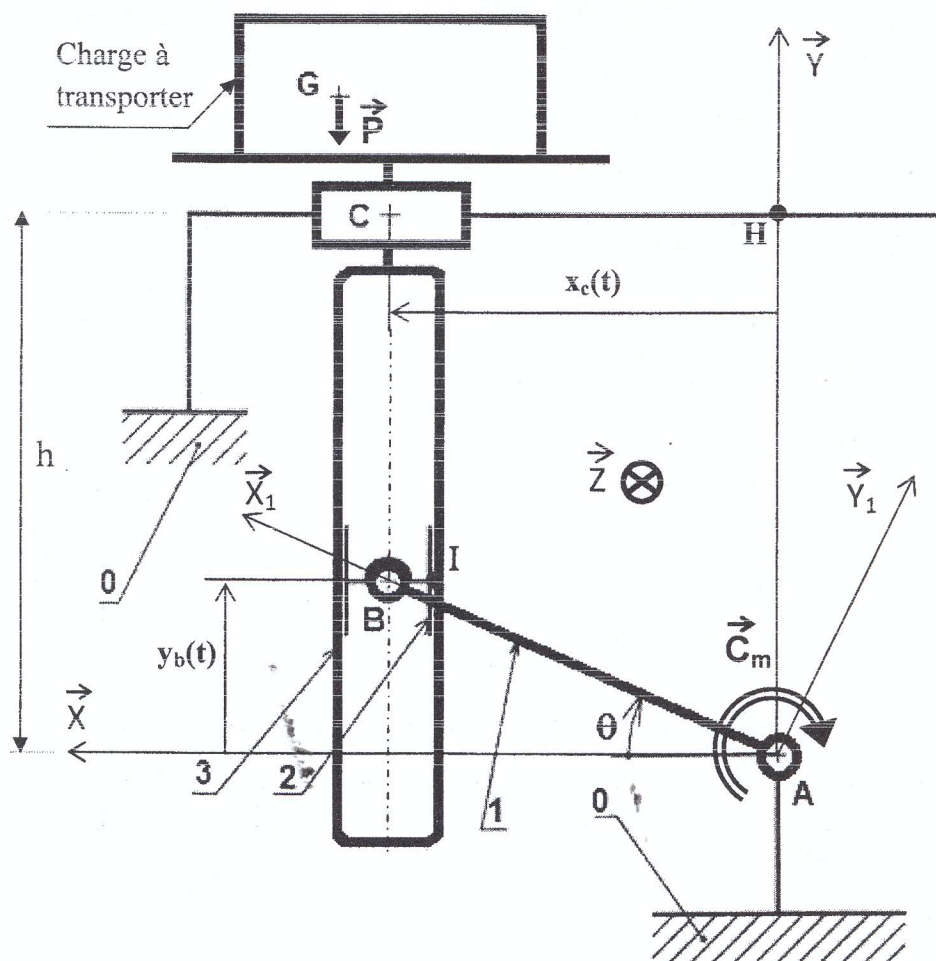


Figure 1

La Définition des différentes liaisons sont:

- Liaison [1/0] : liaison pivot d'axe (A, \bar{Z}) .
- Liaison [1/2] : liaison pivot d'axe (B, \bar{Z}) .
- Liaison [2/3] : liaison glissière d'axe (B, \bar{Y}) .
- Liaison [3/0] : liaison glissière d'axe (C, \bar{X}) .

Soient $R(A, \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$, $R_1(A, \bar{X}_1, \bar{Y}_1, \bar{Z})$, $R_2(B, \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ et $R_3(C, \bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z})$ les repères liés, respectivement, au bâti (0), à la manivelle (1), au piston (2) et au porte charge (3) avec $\theta = (\bar{X}, \bar{X}_1) = (\bar{Y}, \bar{Y}_1)$.

On donne: $\overline{AB} = L \bar{X}_1$, $\overline{AC} = \overline{AH} + \overline{HC} = h \bar{Y} + x_c(t) \bar{X}$, $\overline{CG} = a \bar{X} + b \bar{Y}$ et $\overline{BI} = -r \bar{X}$ où L, a, b, r et h sont des constantes géométriques du mécanisme.

Etude cinématique (10 pts):

- 1) Déterminer les vecteurs rotations: $\bar{\Omega}_{1/0}$, $\bar{\Omega}_{2/3}$, $\bar{\Omega}_{3/0}$ puis déduire $\bar{\Omega}_{1/3}$ et $\bar{\Omega}_{2/0}$.
- 2) Déterminer les relations géométriques reliant θ et $x_c(t)$ d'un côté et θ et $y_b(t)$ de l'autre côté puis dériver ces relations pour avoir $\dot{x}_c = f(\theta, \dot{\theta})$ et $\dot{y}_b = g(\theta, \dot{\theta})$.
- 3) Calculer $\bar{V}(B)_{/R}$ la vitesse du point B par rapport à R en fonction de θ et $\dot{\theta}$.
- 4)
 - a. Calculer la vitesse du point de contact I appartenant à (2) par rapport à (0) $\bar{V}(I)_{2/R}$ en fonction de θ et $\dot{\theta}$.
 - b. Calculer la vitesse du point de contact I appartenant à (3) par rapport à (0) $\bar{V}(I)_{3/R}$ en fonction de θ et $\dot{\theta}$.
 - c. Déduire la vitesse de glissement en I, point de contact entre (2) et (3), $\bar{V}(I)_{2/3}$ en fonction de θ et $\dot{\theta}$.
- 5)
 - a. Justifier que les mouvements de (1)/(0), (2)/(1) et (1)/(3) sont des mouvements plan sur plan, déterminer les centres instantanés de rotation respectifs I_{10} et I_{21} en justifiant convenablement votre réponse.
 - b. Calculer par composition de mouvement, les vitesses $\bar{V}(B)_{1/R3}$ et $\bar{V}(A)_{1/R3}$ en fonction de L, θ et $\dot{\theta}$ (prenez R comme repère relatif).
 - c. Sur le document réponse DR₁, construire le centre instantané de rotation I_{13} .
 - d. Déduire et construire sur le même document réponse DR₁, la base et la roulante du mouvement plan sur plan de (1)/(3).

Etude statique (10 pts):

Le système a un mouvement alternatif. Nous ne sommes donc pas dans le cadre d'une étude de statique stricte. Cependant, compte tenu de la faible importance des inerties, nous négligerons les termes dynamiques. L'étude pourra alors être conduite comme une étude de statique.

On s'intéresse à l'étude statique du système dans la configuration de la figure 1. On suppose que le problème est plan et que le système est à la limite de glissement au point I.

La manivelle (1) est soumise à un couple moteur $\vec{C}_m = C_m \vec{Z}$.

- La charge supportée par la porte charge (3) est $\vec{P} = -P \vec{Y}$ appliquée au point G.
- Les poids des différents éléments du système sont négligés.
- Toutes les liaisons sont parfaites **sauf la liaison entre (1) et (3) au point I et la liaison entre (0) et (3) au point C qui sont caractérisées par le même coefficient de frottement f .**

1°) Etudier, au point A et dans la base de R, l'équilibre de la manivelle (1), déduire les équations d'équilibre.

2°) a) Montrer que le torseur d'action mécanique de (3) sur (2) au point I, s'écrit sous la

$$\text{forme } \{\tau_{3 \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} X_I & 0 \\ -f \cdot X_I & 0 \\ 0 & N_I \end{Bmatrix}_I^R \quad \text{où } X_I \geq 0.$$

b) Etudier au point B et dans la base de R, l'équilibre du piston (2), déduire les équations d'équilibre.

3) Résoudre les équations des questions (1) et (2), déduire les composantes d'actions mécaniques inconnues en fonction de X_I et exprimer ce dernier en fonction de C_m , f , L et θ .

4°) a) Montrer que le torseur d'action mécanique de (0) sur (3) au point C, s'écrit sous la

$$\text{forme } \{\tau_{0 \rightarrow 3}\} = \begin{Bmatrix} f Y_C & 0 \\ Y_C & 0 \\ 0 & N_C \end{Bmatrix}_C^R \quad \text{où } Y_C \geq 0,$$

b) Etudier, au point C et dans la base de R, l'équilibre du porte charge (3), déduire les équations d'équilibre.

c) Déduire Y_C , P et N_C en fonction de X_I puis exprimer la loi d'entrée sortie en statique P en fonction C_m , f , L et θ .

Bonne chance

Nom :

Prénom :

Classe :

Document Réponse DR₁ (à rendre même sans réponse)

