

Tous documents autorisés, calculatrice autorisée.

Chaîne d'embouteillage

Présentation du système

L'étude porte sur l'automatisation d'un système permettant d'étiqueter, de remplir et de boucher des bouteilles. La partie opérative (P.O.) et le pupitre de commande sont représentés sur la feuille annexe 1 jointe (page 5). La partie commande de l'automatisme est assurée par un API TSX Micro 3722 de Schneider Electric.

Les bouteilles sont positionnées sur les emplacements adaptés d'un tapis roulant. Elles sont étiquetées, puis remplies et bouchées avant d'être envoyées sur un circuit de mise en carton. Le poste d'approvisionnement (mise en place des bouteilles) et le poste d'évacuation ne sont pas traités dans cette étude.

Les différents vérins sont des vérins simple effet. Le vérin assurant la descente du piston de bouchage et l'électrovanne assurant la fermeture et l'ouverture de la citerne de vin sont commandés par un distributeur électropneumatique 3/2 monostable. Les vérins assurant la descente des cônes de remplissage et de bouchage sont commandés par un distributeur électropneumatique 3/2 bistable.

Situation initiale

La citerne de vin, le réservoir de bouchons et le rouleau d'étiquettes doivent être approvisionnés.

Les différents vérins (Piston de bouchage, Cône de bouchage, Cône d'embouteillage) sont en position haute (vérins rentrés). L'électrovanne de remplissage est fermée. Les moteurs du tapis roulant et du système d'étiquetage sont à l'arrêt.

Cahier des charges du fonctionnement

Le tapis roulant

Le tapis roulant est animé par un moteur (MTP). Une des poulies du tapis roulant est équipée d'un codeur permettant de compter des fractions de tour. 10 impulsions (imp_tp) correspondent à un déplacement d'un emplacement.

Le poste d'étiquetage (voir schéma, vue de dessus)

La tâche d'étiquetage sera lancée en même temps que le tapis roulant.

Le moteur assurant la tension du ruban supportant les étiquettes (METQ) pourra être mis en marche dès la détection d'une bouteille (pb_etq). Le fonctionnement du moteur METQ sera conditionné en fonction de l'état du capteur petq2 : le moteur METQ permettra de tendre le ruban si besoin.

Le ruban avance et l'étiquette adhésive se colle par contact entre le rouleau et la bouteille lorsque le tapis roulant avance. La tâche d'étiquetage prendra fin lorsque le tapis aura terminé son déplacement. Un détecteur testant la tension du ruban (petq1) indique la présence de celui-ci.

Le poste de remplissage (embouteillage)

Si une bouteille est présente au poste d'embouteillage (détecteur de présence pb_emb), des vérins simple effet (VCEMB) assurent la descente du cône de remplissage, ensuite l'électrovanne est maintenue ouverte pendant 15 s assurant ainsi le remplissage de la bouteille. Cette dernière opération n'est possible que s'il reste suffisamment de vin dans la citerne. Pour cela la citerne est équipée d'un détecteur de niveau bas (pvc=1, présence vin), la quantité de vin sous ce détecteur est suffisante pour assurer le remplissage d'une bouteille.

Le poste de bouchage

Si une bouteille est présente au poste bouchage (détecteur de présence pb_bch), des vérins simple effet (VCBCH) assurent à la fois la descente du cône de bouchage et la descente d'un bouchon dans le cylindre vertical. Pour cela un système mécanique (non étudié) lié au mouvement du cône de bouchage permet la chute d'un seul bouchon bloquant les suivants. Cette dernière opération n'est possible que si le détecteur de présence de bouchons (bch_ok) détecte la présence de bouchons dans la réserve. Un vérin simple effet (VPBCH) pousse ensuite le bouchon dans la bouteille, le piston remonte avant le cône de bouchage.

Le cycle de production

Le tapis se décale d'un emplacement grâce au comptage des impulsions générées par imp_tp. Les bouteilles sont étiquetées, puis remplies et enfin bouchées au fur et à mesure de leur progression sur le tapis roulant. L'absence d'une ou plusieurs bouteilles sur le tapis ne doit pas bloquer l'automatisme et doit être prise en compte.

Les tâches d'étiquetage, de bouchage et de remplissage sont indépendantes et ne nécessitent aucune synchronisation entre elles. Toutefois elles doivent être synchronisées par rapport à l'avance du tapis. C'est pourquoi, le Grafset de Fonctionnement Normal (G.F.N.) sera un grafset de synchronisation des tâches.

Modes de marches et d'arrêts

Les modes de marches et d'arrêts sont décrits à l'aide du GEMMA joint (annexe 2, page 6)

- ✓ À la mise en énergie de la partie commande, l'initialisation de la partie opérative sera effectuée (si nécessaire) par un opérateur qui appuie sur le bouton poussoir « init ». Il n'y aura pas d'action sur le tapis.
- ✓ L'appui sur le bouton poussoir de « départ de cycle » (dcy) autorise le fonctionnement automatique de la chaîne d'embouteillage. Pour quitter ce mode de marche, l'opérateur doit appuyer sur le bouton poussoir « arrêt de cycle ». La partie opérative termine son cycle et se retrouve arrêtée dans l'état initial.
- ✓ L'enclenchement du bouton « Arrêt d'urgence » (AU) stoppe les actionneurs (de la partie opérative) et met sous tension un voyant (HAU). Après désactivation de l'AU, l'appui sur le bouton poussoir de réarmement (rearm) réinitialise la partie commande conformément au GEMMA.
- ✓ L'absence d'étiquettes, de bouchons dans la réserve ou de vin dans la citerne provoque le clignotement du voyant HAPPRO. L'opérateur peut réapprovisionner la machine en bouchons ou en vin sans avoir besoin d'arrêter la production, dans ce cas il appuie sur le bouton « dcy » pour éteindre le voyant HAPPRO. Pour réapprovisionner la machine en étiquettes, l'opérateur doit attendre la fin du cycle (voyant HMARCHE éteint) et ouvrir le carter de la machine. Il devra ré-enclencher le relais de sécurité en appuyant sur le bouton rearm, ré-initialiser la partie opérative en appuyant sur le bouton « init » et relancer le cycle en appuyant sur « dcy » (L'appui sur « init » ne devrait pas provoquer de mouvement si l'opérateur a attendu la fin du cycle, la P.O. étant dans son état initial).

Les affectations d'entrées / sorties sur les automates

Variable (mnémonique de programmation)	Fonction
init	Bouton poussoir, initialisation de la P.O.
dcy	Bouton poussoir, départ de cycle
acy	Bouton poussoir, arrêt de cycle
secu	Relais sécurité câblée, signalant l'absence de défaut (contact N.O.) Coup de poing d'arrêt d'urgence (contact NF), ouverture du carter de la machine (contact NF) et bouton poussoir de réarmement (rearm) câblé en série avec la bobine du relais (effet mémoire, arrêt prioritaire) (si coup de poing AU au repos, relais alimenté, secu = 1).
HMARCHE	Voyant vert clignotant pour indiquer que la P.O. est initialisée (attente de dcy) et fixe pour indiquer que la machine est en production.
HAPPRO	Voyant rouge indiquant un défaut d'approvisionnement
HAU	Voyant rouge indiquant un arrêt d'urgence
pb_etq	Détecteur présence bouteille au poste d'étiquetage
pb_emb	Détecteur présence bouteille au poste d'embouteillage (remplissage)
pb_bch	Détecteur présence bouteille au poste de bouchage
petq1	Détecteur tension du ruban d'étiquettes, présence d'étiquettes
petq2	Détecteur tension du ruban d'étiquettes, tension correcte (0 si ruban mal tendu)
bch_ok	Détecteur présence bouchon dans la réserve
pvc	Détecteur présence vin dans la citerne
cbch_h	Détecteur vérin VCBCB rentré, cône de bouchage en position haute
cbch_b	Détecteur vérin VCBCB sorti, cône de bouchage en position basse
cemb_h	Détecteur vérin VCEMB rentré, cône de remplissage en position haute
cemb_b	Détecteur vérin VCEMB sorti, cône de remplissage en position basse
pbch_h	Détecteur vérin VPBCH rentré, piston de bouchage en position haute
pbch_b	Détecteur vérin VPBCH sorti, piston de bouchage en position basse
imp_tp	Impulsions générées par le codeur monté sur l'arbre du moteur du tapis
KMTP	Contacteur moteur tapis roulant
KMETQ	Contacteur moteur assurant la tension du ruban d'étiquettes
YVCV	Électrovanne (monostable) ouverture de la citerne de vin
YVPBCH	Commande de la sortie du vérin VPBCH, descente du piston
YVCEMB_D	Commande de la sortie du vérin VCEMB, descente du cône
YVCEMB_M	Commande de la sortie du vérin VCEMB, montée du cône
YVCBCH_D	Commande de la sortie du vérin VCBCB, descente du cône
YVCBCH_M	Commande de la sortie du vérin VCBCB, montée du cône

Travail demandé

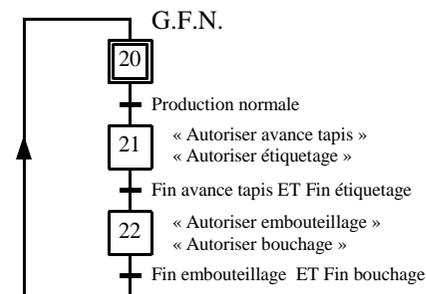
1. Étude des modes de marches et d'arrêts

- ✓ Selon le GEMMA fourni en annexe (page 6), lister (et **ordonner**) les différents rectangles-états dans lesquels se trouvera la machine (P.C.) lorsque la fin du ruban d'étiquettes est détectée au cours d'un cycle de production normale (F1) jusqu'à la reprise de la production (F1).
- ✓ Établir le Grafcet opérationnel de niveau commande de Sécurité (G.S., étape initiale : 0) dont l'objectif est de gérer l'arrêt de la machine en vue d'assurer la sécurité suite à un arrêt d'urgence ou à l'ouverture du carter de la machine.
- ✓ Établir le Grafcet opérationnel de niveau commande de Conduite (G.C., étape initiale : 10) conforme au GEMMA fourni en annexe.

2. Étude du cycle de production normale

Établir les grafquets opérationnels de niveau commande des différentes tâches :

- ✓ G.T.A. (étape initiale :30) : Grafcet de la Tâche d'Avance du tapis,
 - ✓ G.T.E. (étape initiale :40) : Grafcet de la Tâche du poste d'Étiquetage,
 - ✓ G.T.R. (étape initiale :50) : Grafcet de la Tâche du poste de Remplissage,
 - ✓ G.T.B. (étape initiale :60) : Grafcet de la Tâche du poste de Bouchage.
- ✓ D'après le grafcet fonctionnel fourni ci-dessous, établir le Grafcet opérationnel de Fonctionnement Normal (G.F.N., étape initiale : 20) dont l'objectif est d'assurer la synchronisation des différentes tâches.

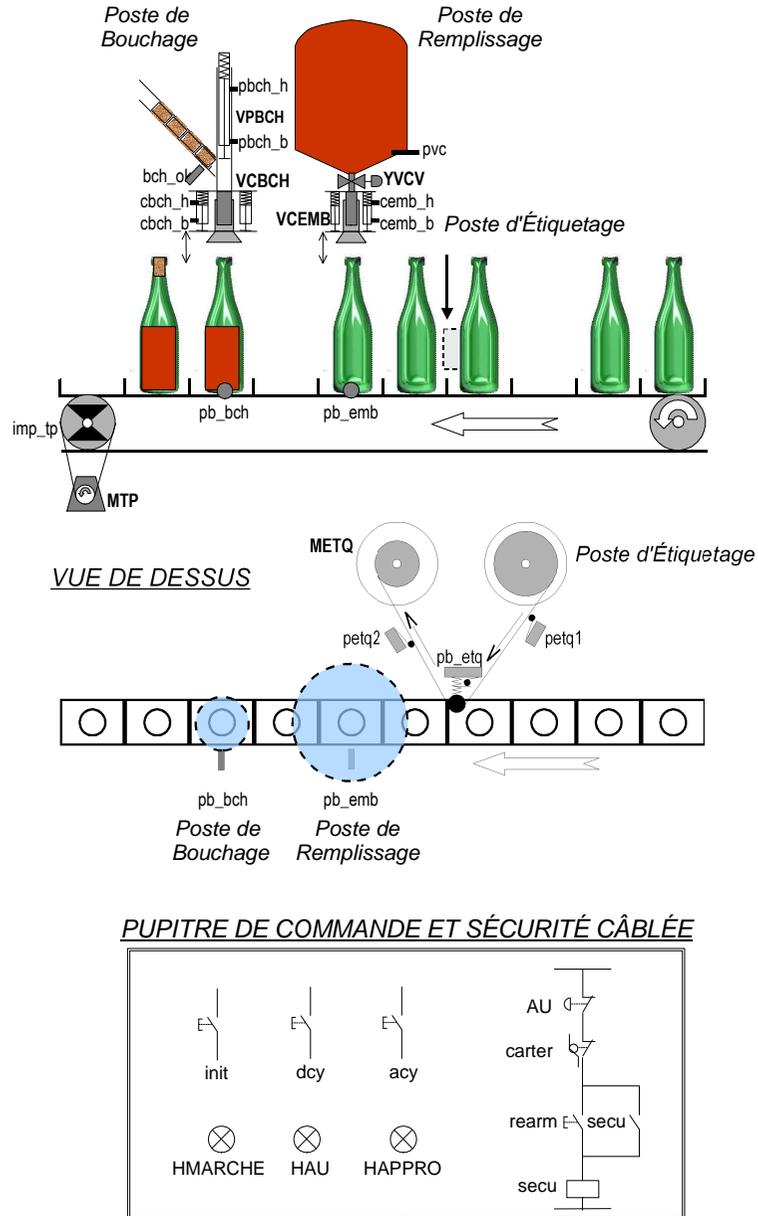


3. Programmation de l'A.P.I.

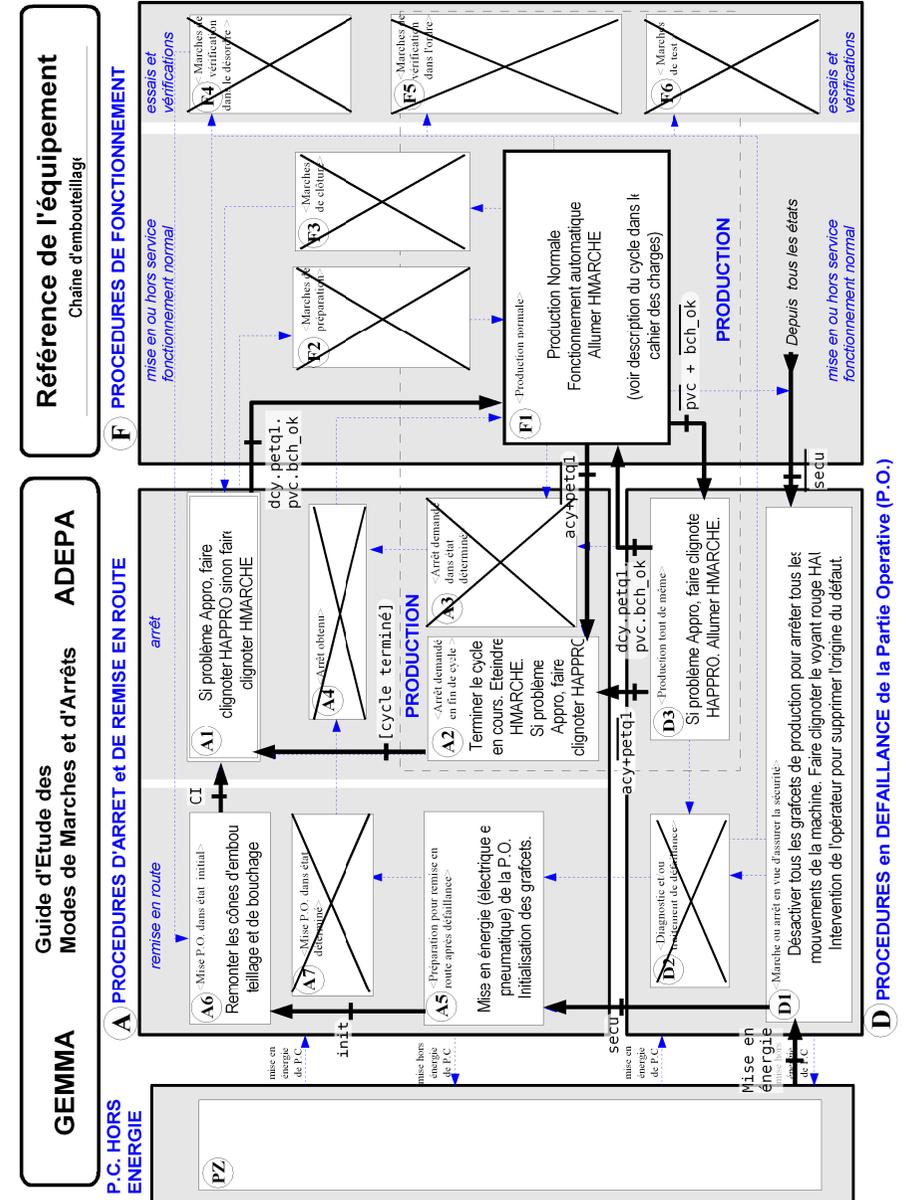
- ✓ Écrire, en langage à contact (LD), la programmation du compteur et préciser dans quelle partie du programme ce réseau sera inséré.
- ✓ Écrire, en langage à contact (LD), la programmation relative à la commande des vérins du poste de bouchage VPBCH et VCBCB et préciser dans quelle partie du programme ces réseaux seront insérés.
- ✓ Écrire, en langage à contact (LD), la programmation relative au voyant HMARCHE et préciser dans quelle partie du programme ce réseau sera inséré.

Annexe 1 : Chaîne d'embouteillage

Partie opérative, pupitre de commande et sécurité câblée



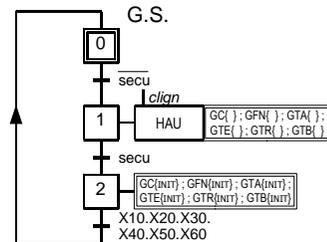
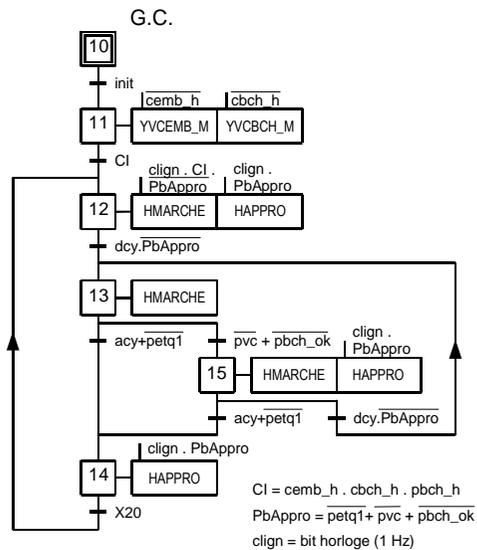
Annexe 2 : Guide d'étude des modes de marches et d'arrêts



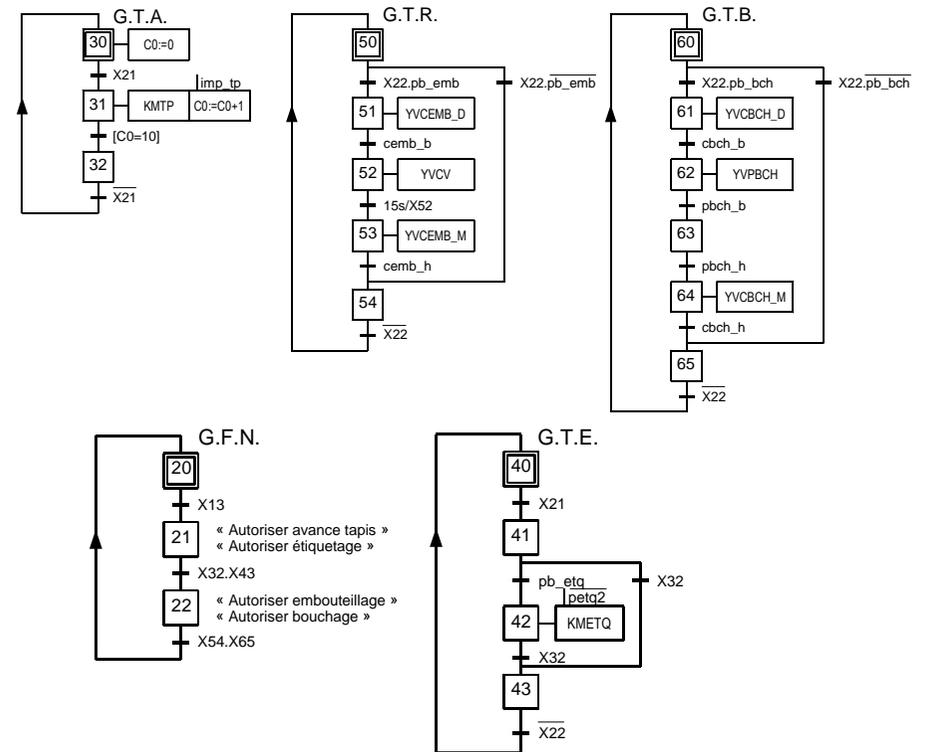
Correction

1. Étude des modes de marches et d'arrêts

Selon le GEMMA les différents rectangles états pris en compte lors d'un remplacement d'étiquettes sont (F1) → (A2) → (A1) → (D1) → (A5) → (A6) → (A1) → (F1). Dans le cas où l'opérateur attend la fin du cycle pour changer le rouleau et ouvrir le carter de la machine. En effet, d'après le cahier des charges, l'ouverture du carter provoque la mise en sécurité de la machine.

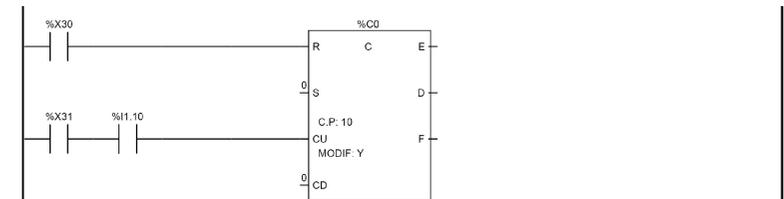


2. Étude du cycle de production normale

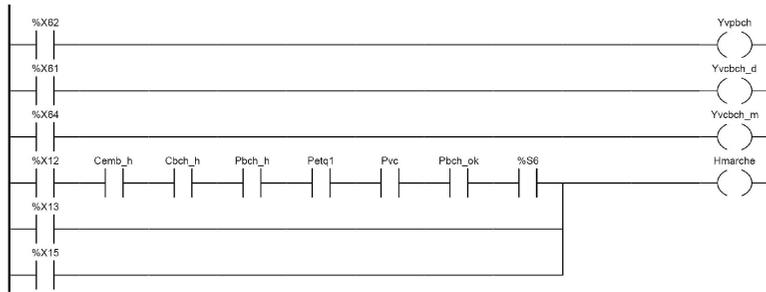


3. Programmation de l'A.P.I.

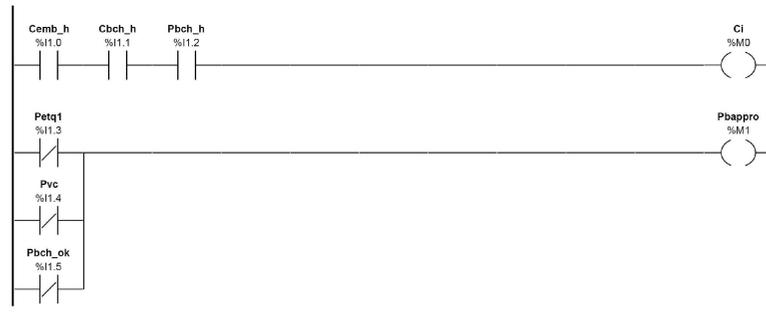
Le bloc Compteur peut selon les habitudes et les cas être programmé dans le POST ou le PRL.



La programmation des sorties de l'automate (YVPBCH, YVCBCH_D, YVCBCH_M et HMARCHE) doit obligatoirement faire partie du POST.



Il peut être intéressant de programmer dans le PRL des bits mémoires
 $%M0 = CI = Cemb_h \cdot Cbch_h \cdot Ppch_h$ et $%M1 = PbAppro = \overline{Petq1} + \overline{Pvc} + \overline{Ppch_ok}$



La programmation du voyant Hmarche est ainsi modifiée :

