

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOAND OULHADJE-BOUIRA



Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées
Département Génie Électrique

Mémoire de fin d'étude

Présenté par :

Moulay Mahfoud

Senouci Ahmed

En vue de l'obtention du diplôme de **Master** en :

Filière : **ÉLECTROMECHANIQUE**

Option : **Électromécanique**

Thème :

Simulation d'un procédé de remplissage et bouchage des bouteilles

Devant le jury composé de :

Mr. MAAFA	MCB	UAMOB	Président
Mme. OUADFEL	MAB	UAMOB	Examinateur
Mr. ISSAOUNI	MAA	UAMOB	Examinateur
Mme. OUALI	MCB	UAMOB	Encadreur
Mr. FEKIK	MAB	UAMOB	Co. Encadreur

Année Universitaire 2018/2019

Remerciement

Avant de commencer la présentation de ce travail, je profite de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet de fin d'études.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour Mme Ouali et Mr Arezki d'avoir accepté de nous encadrer pour ce projet de fin d'études, ainsi que pour leur soutien, leurs remarques pertinentes et leur encouragement.

Mes remerciements s'adressent à tous les enseignants du département de génie électrique pour l'enseignement qu'ils nous ont inculqué durant toute notre formation.

Dédicaces

Je remercie Dieu de m'avoir préservé pour réaliser ce travail que je dédie:

Aux personnes qui sont les plus chères à mon cœur,

A mes chers parents, que dieu les garde et les préserve,

A mes chers frères et ma chère sœur,

A toute ma grande famille,

A mes chers amis,

A tous mes enseignants,

A tous mes collègues de la promotion,

A toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont participé à la réalisation de ce travail.

Mahfoud M.

Dédicaces

Je remercie Dieu de m'avoir préservé pour réaliser ce travail que je dédie:

Aux personnes qui sont les plus chères à mon cœur,

A mes chers parents, que dieu les garde et les préserve,

A mes chers frères et ma chère sœur,

A toute ma grande famille,

A mes chers amis,

A tous mes enseignants,

A tous mes collègues de la promotion,

A toutes les personnes qui d'une manière ou d'une autre, ont participé à la réalisation de ce travail.

Ahmed

Introduction générale

L'automatisation d'un procédé industriel consiste à assurer la conduite par un dispositif technologique avec une logique programmée. Le système automatisé ainsi conçu doit prendre en compte les situations pour lesquelles sa commande a été réalisée.

La force principale d'un automate programmable industriel « API » réside dans sa grande capacité de communication avec l'environnement industriel. Outre son unité centrale et son alimentation, il est constitué essentiellement de modules d'entrées /sorties, qui lui servent d'interface de communication avec le processus industriel. Ces automates sont aujourd'hui les constituants les plus répandus pour réaliser des automatismes. On les trouve pratiquement dans tous les secteurs de l'industrie, car ils répondent à des besoins d'adaptation et de flexibilité pour un grand nombre d'opérations.

L'objectif de notre travail est la conception d'un programme afin d'automatiser une station de remplissage et bouchage des bouteilles, cette tâche ne peut être accomplie qu'après avoir conçu le système et expliquer son principe de fonctionnement, et identifier l'ensemble des équipements à utiliser et finalement proposer, élaborer et simuler le processus du notre système automatisé.

A cet effet, notre travail est structuré en trois chapitres :

Le premier chapitre s'attachera à donner des généralités sur les automates programmables industriels.

Le deuxième chapitre sera consacré à l'étude des différentes solutions de remplissage des bouteilles, le principe de fonctionnement de notre système et ses différents composants.

Dans le troisième chapitre, nous élaborons premièrement un GRAFCET du fonctionnement du procédé, puis le programme d'automatisation en utilisant SIMATIC STEP7, et en utilisant ce dernier on vas simuler le procédé.

I.1. Introduction

L'automate programmable industriel API (Programmable Logic Controller PLC) est aujourd'hui le constituant le plus répandu des automatismes. On le trouve non seulement dans tous les secteurs de l'industrie, mais aussi dans les services et dans l'agriculture vue sa grande flexibilité et son aptitude à s'adapter.

Il est en général manipulé par un personnel électromécanicien. Le développement de l'industrie à entraîné une augmentation constante des fonctions électroniques présentes dans un automate. C'est pour ça que l'API s'est substituée aux armoires à relais en raison de sa souplesse dans la mise en œuvre [1].

Ce chapitre présente la structure d'un système automatisé de production et ses différentes parties. Ainsi, il consiste à décrire d'une manière globale l'automatisme, l'API et les différents langages de programmation.

I.2. Historique

Les automatismes séquentiels ont été réalisés, depuis longtemps, à base de relais électromagnétiques. L'inconvénient c'est qu'il s'agit d'un système câblé ce qui impose la refonte complète du câblage et ceci pour la moindre modification dans l'ordonnancement des séquences. En 1966, l'apparition des relais statiques a permis de réaliser des divers modules supplémentaires tel que le comptage, la temporisation, le pas à pas ...etc. Cependant cette technologie avait le même problème : technologie câblée.

En 1968 et à la demande de l'industrie automobile américaine (GM), sont apparus les premiers dispositifs de commande logique aisément modifiable: Les PLC (Programmable Logic Controller) par Allen Bradley, Modicom et Digital Equipment. Le premier dispositif français était le PB6 de Merlin Gerin en 1973 [2].

I.3. L'automate programmable industriel

I.3.1. Définition

Un automate programmable industriel (API) est une forme particulière de contrôleur à microprocesseur qui utilise une mémoire programmable pour stocker les instructions et qui implémente différentes fonctions, qu'elles soient logiques, de séquençement, de temporisation, de comptage ou arithmétiques, pour commander les machines et les processus [3].

I.3.2. Structure d'un système automatisé

Tout système automatisé est composé de deux parties principales : une partie opérative (PO) et une partie commande (PC), ces deux parties s'échangent les informations entre elles à l'aide des capteurs et pré-actionneurs comme le montre la figure suivante [4].

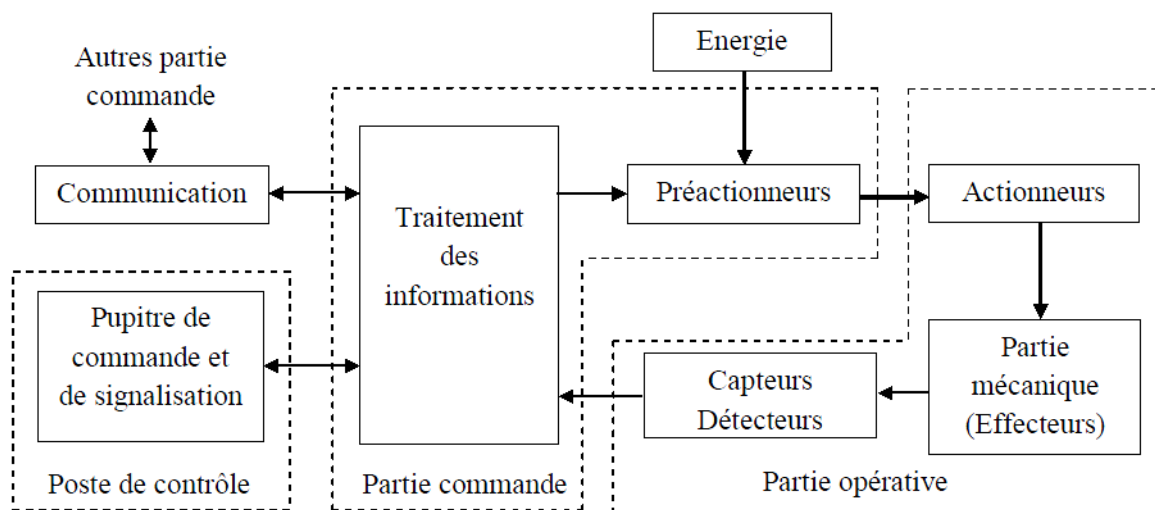


Figure I.1 : Structure d'un système automatisé.

I.3.2.1. Partie commande (PC)

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs ; ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique...) et les actionneurs tels que les contacteurs, les distributeurs... On ajoute à ces deux parties principales un poste de contrôle qui, composé du pupitre de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle...), et il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide des voyants ou d'interfaces homme-machine (IHM) [4].

I.3.2.2. Partie opérative (PO)

Elle agit sur la matière d'œuvre afin de lui donner sa valeur ajoutée. Les actionneurs (moteurs et vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'œuvre [4].

I.3.3. Aspect externe

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire.

I.3.3.1. Type compact

Le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties sont intégrés dans ces automates. Ils sont généralement de fonctionnement simple et destinés à la commande de petits automatismes [5].



Figure I.2 : Vue d'une automate compact.

I.3.3.2. Type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées /sorties résident dans des unités séparées (modules). Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes dont la puissance, la capacité de traitement et la flexibilité sont nécessaires [5].



Figure I.3 : Vue d'une automate modulaire.

I.3.4. Aspect interne

La structure interne d'un automate programmable est constituée comme suit:

I.3.4.1. Module d'alimentation

Permet de fournir à l'automate la tension nécessaire à son fonctionnement. Ils délivrent, à partir du 220V alternatif, des sources de tension nécessaires à l'automate de 24V en continu.

I.3.4.2. Unité centrale

L'unité centrale est à base de micro-processeur. Elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire. Elle commande l'interprétation et l'exécute les instructions qui sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

I.3.4.3. Le bus interne

Il permet la communication de l'ensemble des blocs de l'automate et des éventuelles extensions.

I.3.4.4. Mémoire

Un système de processus est accompagné par un ou plusieurs mémoires qui permettent de stocker le système d'exploitation dans des ROMs.

I.3.4.5. Module d'entrées / sortie

L'interface d'entrée comporte des adresses d'entrée qui reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Chaque capteur est relié à une de ces adresses.

L'interface de sortie comporte aussi des adresses de sortie et qui transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre. Chaque pré-actionneur est relié à une de ces adresses.

1) Module d'entrée

Il permet de recevoir les informations du S.A.P (systèmes automatisés de production) ou du pupitre et mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement (opto-couplage) et Il existe deux types de modules d'entrées [6].

- Module d'entrée <tout ou rien>: Il permet à l'unité centrale de l'automate d'effectuer une lecture de l'état logique des capteurs du système automatisé
- Module d'entrée analogique: Il reçoit un signal analogique qui représente l'état que peut ou doit prendre un capteur entre deux limites. Ce module est muni d'un convertisseur analogique-numérique.

2) Module de sortie

Il permet de commander les divers prés actionneurs et éléments de signalisation du S. A. P (Système Automatisés de Production). On trouve deux types modules de sorties :

- Module de sortie <tout ou rien>: Il permet à l'automate programmable d'agir sur les actionneurs à travers les pré-actionneurs ou d'envoyer les messages à l'opérateur.
- Module de sortie analogique: Il émet un signal analogique qui représente l'état que peut ou doit prendre un actionneur entre deux limites. Ce module est muni d'un convertisseur numérique-analogique [3].

Le schéma simplifié de la structure interne d'un automate est donné par la figure suivante :

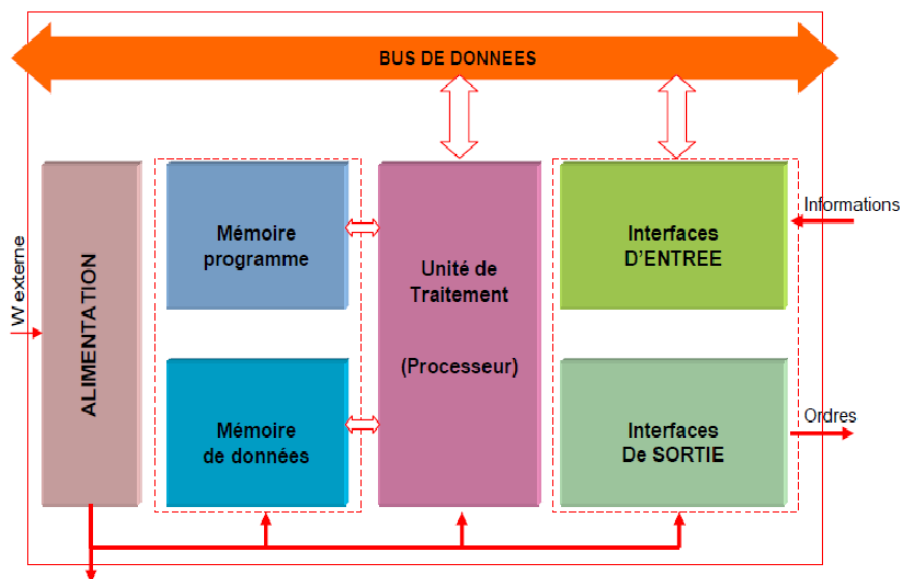


Figure I.4 : Structure interne d'un API.

I.4. Langage de programmation des automates :

La programmation de l'automate est le rôle d'un automaticien. Le langage assembleur qui nécessite la maîtrise de l'architecture interne de l'automate n'est pas recommandée. Les langages évolués orientés objet (tels que le langage Fortran, Turbo C, Pascal) et qui nécessitent des connaissances informatiques poussées sont très peu utilisés. Pour ces raisons, des langages

spéciaux, dont les instructions sont, souvent, représentés par des symboles proches de ceux utilisés en automatismes.

Ces langages se résument en trois langages graphiques :

- LD: Langage à contacts (CONT) ou Ladder (LD).
- FBD: Langage en blocs fonctionnels
- SFC: Sequential Function Charts ou GRAFCET. Ces deux langages sont très proches.

I.4.1. Langages littéraux

- IL : Liste d'instructions.
- ST: Littéral structuré (très proche du Pascal et du C).

I.4.2. Langages normalisés

- Ladder diagram (LD) ou langage à contacts CONT.
- Function block diagram (FBD) ou schéma blocs fonctionnels ; Instruction liste (IL) ou liste d'instructions.
- Structured texte (ST) ou littéral structuré [7].

I.5. Cycle de l'automate programmable

Le fonctionnement d'un automate programmable est basé sur l'exécution des tâches qui lui sont assignés de manière répétitive, pour cela on représente le cycle de l'automate par cinq phases qui s'exécute de la manière suivante :

- Phase 1 : gestion de système, Autocontrôle de l'automate.
- Phase 2 : acquisition des entrées
- Prise en compte des informations du module d'entrées et écriture de leurs valeurs dans la RAM (zone de données).
- Phase 3: traitement des données.
Lecture du programme (située dans la RAM programme) par l'unité de traitement, lecture des variables (RAM données), traitement et écriture des variables dans la RAM de données
- Phase 4 : émission des ordres
Lecture des variables de sortie dans la RAM de données et transfert vers les modules de sortie [8].

I.6. Principe de fonctionnement des automates programmable

I.6.1. Cartes d'entrées / sorties

Au nombre de 4,8, 16, ou 32, elles peuvent aussi bien réaliser des fonctions d'entrée, de sorties ou les deux. Ce sont les plus utilisées et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110, ou 230V continu ou alternatif...).

Les cartes d'entrée permettent de recueillir l'information des capteurs, ...qui lui sont raccordés et de la matérialiser par un bit image de l'état du capteur.

I.6.2. Cartes de comptage rapide

Elles permettent d'acquérir des informations de fréquences élevées incompatibles avec le temps de traitement de l'automate.

I.6.3. Cartes de commande d'axe

Elles permettent d'assurer le positionnement avec proposition d'élément mécanique selon un ou plusieurs axes. La carte permet par exemple de piloter un servomoteur et de recevoir les informations de positionnement par un codeur. L'asservissement de position pouvant être réalisé en boucle fermée.

I.6.4. Cartes d'entrées / sorties analogiques

Elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur. La fonction inverse (sortie analogique) est également réalisée.

I.6.5. Autre cartes

- Carte de régulation ;
- Carte de pesage ;
- Carte de communication (Ethernet...) [3].

Avant d'entamer un projet sur un API. Il faut être méthodique pour développer une application complexe en technologie. La démarche suivie pour réaliser un projet sur un API s'apparente davantage à la méthodologie pratiquée sur ordinateur qu'aux procédures utilisées en logique câblée [5].

I.7. Choix d'un automate programmable industriel

Pour le choix d'un matériel et une configuration capable de résoudre le problème d'automatisation. Il revient à l'utilisateur d'établir le cahier de charge de son système. Cette phase mérite la plus grande attention [5].

I.7.1. Amplitude des entrées / sorties

Les entrées et les sorties peuvent être :

- Logique : entrées et sorties tout ou rien
- Analogique : liaison avec génératrice tachymétrique en entrée et variateur de vitesse en sortie par exemple.
- Numérique : comptage rapide sur un codeur incrémental. Chaque entrée ou sortie devra être adaptée au capteur ou au pré actionneur. Les cartes assurent l'isolation galvanique entre l'unité centrale et le système. Les cartes de sortie peuvent être à relais. Elles permettent de commander des contacteurs par exemple. Elles sont parfois à transistor et permettent alors de commuter des signaux à plusieurs centaines de Hertz.

I.7.2. Unité centrale

C'est le cœur de l'automate. Elle comporte un microprocesseur et de la mémoire qui permet de définir sa puissance. La capacité mémoire de l'automate est une donnée constructrice et dépend principalement de la gamme dans laquelle on se place. La capacité mémoire peut souvent être augmentée par rapport à la version de base.

I.7.3. Alimentation

Elle doit couvrir les besoins énergétiques de l'unité centrale et de toutes les extensions. Quand elle existe sur l'automate de base, elle ne couvre pas les besoins d'un nombre important d'extensions. Il faudra donc rajouter une deuxième alimentation.

Pour les raisons qui viennent d'être évoquées, les API s'adressent à des applications que l'on trouve dans la plupart des secteurs industriels. Ces machines fonctionnent dans les principaux secteurs. Parmi ses applications, on trouve : -métallurgie et sidérurgie, mécanique et automobile, industrie chimique, industrie pétrolière, industrie agricoles et alimentaires et transports et manutention.

I.8. Conclusion

Ce chapitre nous a permis d'apprendre les concepts de base sur l'API et les systèmes automatisés dont nous avons vu leurs architectures, leurs constituants (la partie commande et la partie opérative) et les outils d'automatisation (automates programmables et leurs langages de programmation associés).

II.1. Introduction

Toute installation industrielle a besoin des éléments technologiques qui assurent la réalisation des différentes tâches menant au bon fonctionnement de cette installation. Chaque système automatisé est constitué de deux parties principales : la partie opérative (PO) englobant les éléments fonctionnels, qui agissent sur le processus automatisé et la partie commande (PC) qui gère de façon coordonnée ces éléments grâce à des capteurs et détecteurs.

Dans ce chapitre on va présenter quelques généralités sur les remplisseuses, définitions et exemples des principaux éléments à utiliser après avoir établi le cahier des charges et concevoir une station de remplissage et bouchage des bouteilles et expliquer son principe de fonctionnement.

II.2. Généralités sur les remplisseuses

II.2.1. Types des machines remplisseuses

Il existe deux types des machines remplisseuses, rotatives et linéaires.

II.2.1.1. Remplisseuses rotatives [9]

Pour les cadences élevées, les remplisseuses sont rotatives en continue avec un carrousel dont le nombre de becs peut varier de 4 à plus de 100. La tulipe de centrage centre la bouteille sous le robinet de soutirage. Le vérin de levage soulève la bouteille contre le robinet de soutirage. Le joint de la tulipe de centrage presse la bouteille hermétiquement contre le robinet.



Figure II.1 : Vue d'une remplisseuse rotative.

II.2.1.2. Remplisseuses linéaires [9]

Les remplisseuses linéaires sont des machines à un ou plusieurs couloirs pour les cadences faibles à moyennement élevées. Les remplisseuses linéaires ont plusieurs avantages :

- Utilisant peu de pièces de format ;
- Elles se caractérisent par une structure claire ;
- Une large gamme de volumes et de flacons ;
- Un nettoyage facile.

Le remplissage d'une bouteille advient lorsque le liquide est transféré d'une cuve de stockage à un contenant. Ce qui distingue une technique de remplissage par rapport à une autre, c'est la manière dont on détermine la quantité exacte de produit distribué dans chaque contenant. Il existe moult systèmes et techniques à notre disposition. En gros, nous pouvons en distinguer trois catégories: à niveau, à débitmètre et pondérale [10].



Figure II.2 : Vue d'une remplisseuse linéaire.

II.2.2. Types des de remplissage

II.2.2.1. Remplisseuse à niveau

Le soutirage par niveau constant est la technologie la plus utilisée car très robuste et peu chère.

Principe de fonctionnement

Les bouteilles qui entrent dans la remplisseuse sont placées sur le support de soutien du vérin qui, dégagé de la came, pousse les bouteilles contre le caoutchouc de butée et, en continuant sur sa course, ouvre ensuite la vanne du liquide.

Le remplissage commence lorsque l'actionneur pneumatique ouvre le retour de l'air pour faire en sorte que la légère dépression puisse atteindre la bouteille. Une fois la bouteille

complètement remplie, a lieu la phase d'auto-nivellement que l'on obtient en détachant la bouteille du robinet de quelques millimètres, grâce à la légère dépression qui s'est formée. Le cycle de remplissage est terminé lorsque l'actionneur pneumatique envoie l'ordre de fermeture et que le liquide s'arrête, la bouteille se détachant du robinet. A ce point, le vérin peut s'abaisser et la bouteille quitter la remplisseuse.

La caractéristique principale de cette remplisseuse est qu'elle fonctionne avec une légère dépression qui est appliquée à la cuve du liquide avant de passer aux robinets, puis à la bouteille. Cette légère dépression créée dans la cuve, ainsi que dans toutes les parties intéressées au remplissage, nous permet de ne gaspiller aucune goutte de produit.



Figure II.3 : Remplisseuse à niveau.

II.2.2.2. Remplisseuse à débitmètre

La machine mesure le volume de produit qui entre dans la bouteille. Pour ce faire, un débitmètre (magnétique ou massique) est prévu sur chaque buse de remplissage. La machine qui utilise cette technologie est appelée remplisseuse électronique.



Figure II.4 : Constitution d'une remplisseuse à débitmètre. [20]

II.2.2.3. Remplisseuse pondérale

Est une technologie adaptée aux produits à fortes valeur ajoutée car le dosage est très précis, de l'ordre de 0,5% de la consigne. Les becs sont souvent tout inox et sans contact avec la bouteille, ce qui limite les risques d'une contamination. Cette technologie est aussi intéressante pour les produits moussants. Le dosage pondéral est intéressant car il permet de faire un tarage de la bouteille vide avant remplissage pour augmenter la précision, en particulier pour les bouteilles en verre dont la variation de poids due au moulage est réelle.

L'électronique associée aux balances permet d'avoir une traçabilité complète pour les dossiers qualité et de suivi de production. Le logiciel développé pour faire la mesure de poids et contrôler l'ouverture et la fermeture du bec, doit prendre en compte :

- Une correction de la force de Coriolis due à la rotation de la machine qui influe la pesée et donc la précision de dosage ;

- Une correction statistique de la « queue de chute », c'est-à-dire la quantité de produit en train de s'écouler entre le bec et le niveau dans la bouteille et qui finalement pèsera dans la bouteille remplie.



Figure II.5 : Vue d'une remplisseuse pondérale.

II.2.2.4. Remplisseuse volumétrique

La machine mesure le volume de produit qui rentre dans la bouteille. Il suffit de régler la hauteur de la rampe inclinée où sont fixés les doseurs, les courses que font ces derniers (aspiration en montant et refoulement en descendant) permis de doser un volume bien défini dans la bouteille.

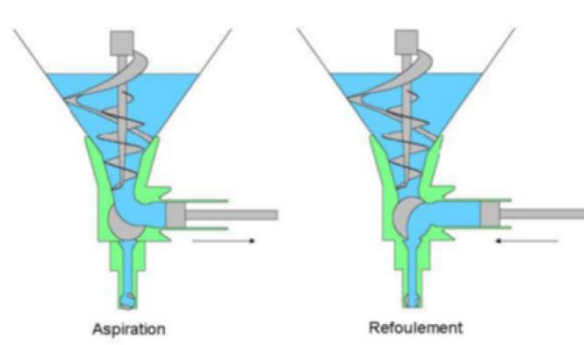


Figure II.6 : Remplisseuse volumétrique rotative.

1) Remplisseuse volumétrique rotative

Remplisseuse volumétrique rotative pour les produits alimentaires ou non alimentaires conditionnés dans des contenants en verre, plastique, métal ou carton. Le volume est défini dans

le cylindre par le mouvement d'aspiration du piston et il est envoyé dans le récipient par refoulement.

2) Remplisseuse volumétrique linéaire

Remplisseuse volumétrique en ligne équipée d'une à deux têtes pour produits alimentaires ou non alimentaires difficiles pouvant nécessiter un remplissage par le fond. Les contenants possibles sont : verrines, boîtes métal, sachets et barquettes plastiques.

Le principe de remplissage s'effectue par un piston commandé mécaniquement par cames synchronisées.

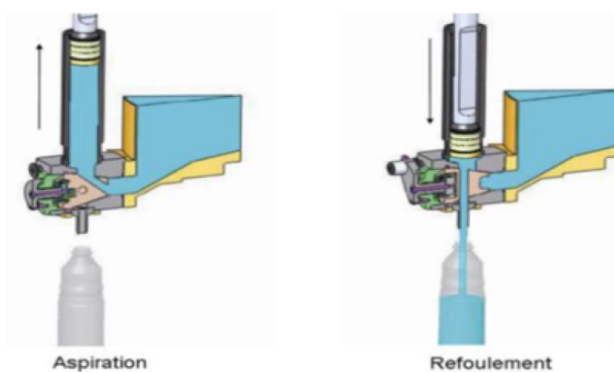


Figure II.7 : Remplisseuse volumétrique linéaire.

II.2.3. Critère de choix de remplisseuse

Le choix de la remplisseuse s'effectue selon ces critères principaux:

- La cadence de production à atteindre selon le volume de la bouteille ;
- La technologie de remplissage ou le type des doseurs ;
- Le pas de la machine, c'est-à-dire la distance entre deux doseurs de remplissage qui détermine le plus petit et le plus grand diamètre de bouteille possible pour la circulation dans la machine.

II.3. Etude de cahier des charges

L'automatisme doit assurer les tâches suivantes :

- Détection de huit bouteilles;
- Remplir les bouteilles par les vannes ;
- Libérer le mouvement des bouteilles ;
- Ouverture du vérin de sorti ;
- Evacuer les huit bouteilles vers la bouchonneuse ;
- Boucher les bouteilles d'une manière rapide.

II.4. Description du fonctionnement du système

Après avoir donné un aperçu sur les différents types de remplisseuses en expliquant leurs principes de remplissage et définir le cahier des charges, on va brièvement expliquer le fonctionnement de notre système.

A la présence des bouteilles misent en place, deux convoyeurs (d'entrée et du bouchage) marchent à l'appui sur le bouton de départ, huit bouteilles passent par le premier convoyeur vers la remplisseuse qui va descendre pour les remplir, une fois que la remplisseuse termine sa tâche, elle remonte puis le 1^{er} convoyeur va les faire passer à l'autre convoyeur, dans cette dernière étape les bouteilles seront bouchées une par une avec une manière très rapide à l'aide d'un vérin bloquer qui permet de positionner les bouteilles pendant la descente de la bouchonneuse.

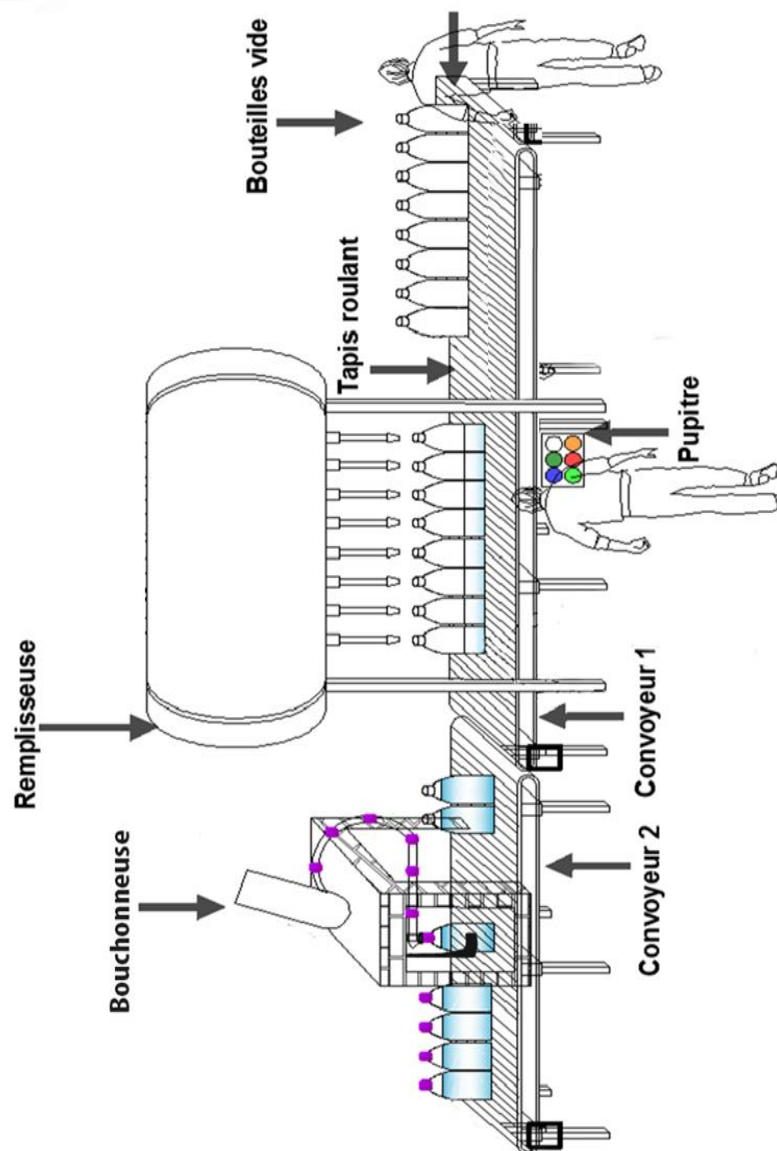


Figure II.8 : Conception du système.

II.5. Eléments pour le bon fonctionnement du système

II.5.1. Eléments d'énergie et de sécurité

II.5.1.1. Transformateur

Un transformateur électrique est un convertisseur permettant de modifier les valeurs de tension et d'intensité du courant délivrées par une source d'énergie électrique alternative, en un système de tension et de courant de valeurs différentes, mais de même fréquence et de même forme. Il effectue cette transformation avec un excellent rendement.

Dans une entité de fabrication, il est nécessaire d'installer un transformateur d'énergie électrique, qui sera directement branché sur le réseau moyen tension afin de transformer la tension et le courant pour un usage bien spécifique.



Figure II.9 : Vue d'un transformateur.

II.5.1.2. Sectionneur

Le sectionneur est avant tout un organe de sécurité réalisant la fonction "isolement". Il peut avoir la fonction "sélection" d'un circuit (cas des sectionneurs d'aiguillage dans un système à deux jeux de barres par exemple) Le sectionneur est un appareil dépourvu de



Figure II.10 : Vue d'un sectionneur.

pouvoir de coupure, c'est-à-dire qu'il doit être manœuvré à courant nul. Le courant doit être interrompu auparavant par un autre appareil prévu à cet effet.

II.5.1.3. Bloc d'alimentation

Les modules du bloc d'alimentation ont les fonctions suivantes :

- Le transformateur sert à réduire la tension de service. L'entrée du transformateur est soumise à la tension d'alimentation (par ex. tension alternative de 230 V), tandis que sa sortie présente une tension réduite (par ex. tension alternative de 24 V) ;
- Le redresseur sert à transformer la tension alternative en une tension continue. Le condensateur, situé à la sortie du redresseur, lisse la tension ;
- La régulation de la tension à la sortie du bloc d'alimentation est indispensable pour maintenir une tension constante indépendamment du courant qui circule [11].



Figure II.11 : Vue d'un bloc d'alimentation.

II.5.1.4. Disjoncteur

Un disjoncteur est un interrupteur à ouverture automatique, qui assure la protection d'une installation contre les surcharges, les courts circuits, les défauts d'isolements, par ouverture rapide du circuit en défaut. Il remplit aussi la fonction de sectionnement (isolement d'un circuit). Les disjoncteurs sont essentiellement destinés à la protection des circuits, des transformateurs, des sources d'énergie, des moteurs, des couplages entre différents circuits [12].

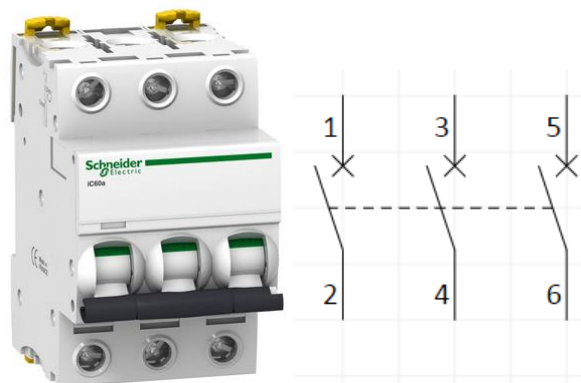


Figure II.12 : Vue d'un disjoncteur et son symbole.

II.5.1.5. Fusible

Les fusibles permettent d'interrompre automatiquement un circuit parcouru par une surintensité, grâce à la fusion d'un conducteur métallique calibré. Ils sont surtout efficaces pour la protection contre les court-circuit [12].

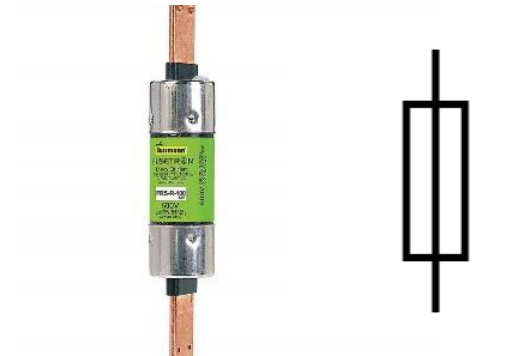


Figure II.13 : Vue d'un fusible et son symbole.

II.5.1.6. Sectionneur porte fusible

Le sectionneur porte fusible est également muni de fusibles type AM (accompagnement moteur) dont leur rôle est de protéger l'équipement électrique contre les courts-circuits. Le sectionneur porte fusible est cadenas sable (à l'aide d'un cadenas) afin de verrouiller la mise en tension ou hors tension de l'installation.

Le sectionneur porte –fusibles assure donc 2 fonctions principales :

- Isolement (séparation) de la source d'alimentation électrique et de l'équipement.
- Protection contre les courts circuits (grâce aux cartouches fusibles) [12].

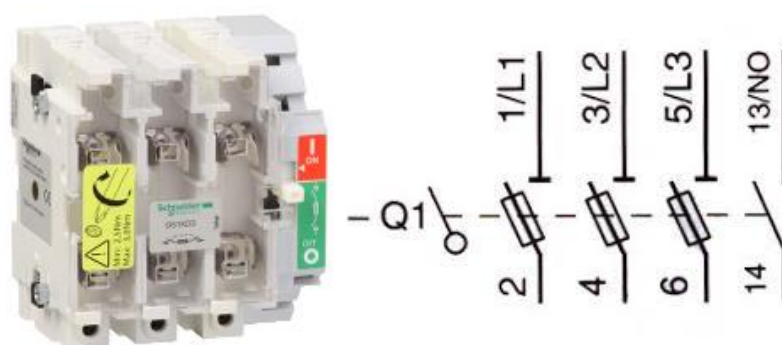


Figure II.14 : Vue d'un sectionneur porte fusible et son symbole.

II.5.1.7. Relais thermique

Le relais thermique est un appareil qui protège le récepteur placé en aval contre les surcharges et les coupures de phase. Pour cela, il surveille en permanence le courant dans le récepteur.

En cas de surcharge, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit de puissance. Un contact du relais thermique ouvre le circuit de commande d'un contacteur qui coupe le courant dans le récepteur [12].

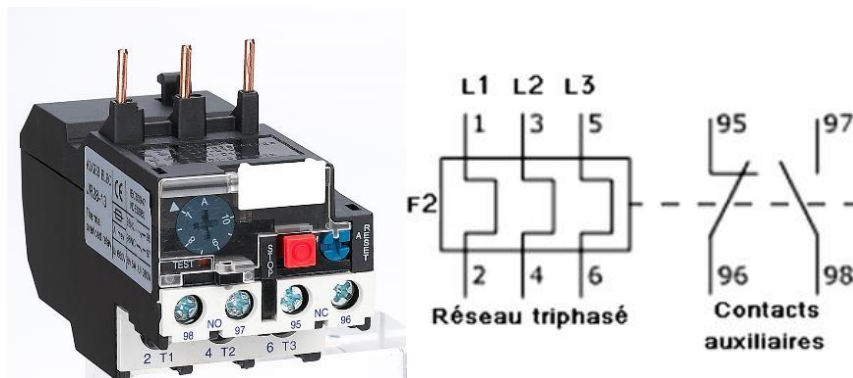


Figure II.15 : Vue d'un relais thermique et son symbole.

II.5.1.8. Relais de sécurité

Un relai de sécurité ou module de sécurité s'utilisent pour la surveillance des circuits d'arrêt d'urgence et répondent également aux exigences de sécurité pour la surveillance électrique des interrupteurs de position dans les dispositifs de protection. Ils assurent la protection de l'opérateur et de la machine. Après avoir reçu une commande d'arrêt par l'opérateur ou par la détection d'une erreur dans le circuit de sécurité lui-même [13].



Figure II.16 : Vue d'un relais de sécurité.

II.5.2. Eléments de la partie commande

II.5.2.1. Relais magnétique

Le relais magnétique, encore appelé relais de protection à maximum de courant, est un relais unipolaire (un pour chaque phase d'alimentation) dont le rôle est de détecter l'apparition d'un court-circuit. Il s'ensuit qu'il n'a pas de pouvoir de coupure et que ce sont ses contacts à ouverture et à fermeture qui vont être utilisés dans le circuit de commande pour assurer l'ouverture du circuit de puissance du récepteur et signaler le défaut. Ce relais est recommandé pour la protection des circuits sans pointe de courant (ex. charges résistives) ou au contrôle des pointes de démarrage des moteurs asynchrones à bagues [13].

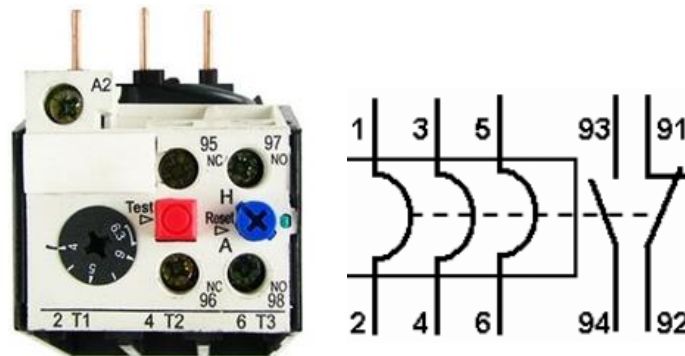


Figure II.17 : Vue d'un relais magnétique et son symbole.

II.5.2.2. Relais temporisé

Un relais temporisé est un appareil d'automatisme qui permet à l'issue d'un temps préalablement déterminé, de transmettre une information électrique. On l'appelle aussi relai tout ou rien à temps spécifié ou encore minuterie [12].

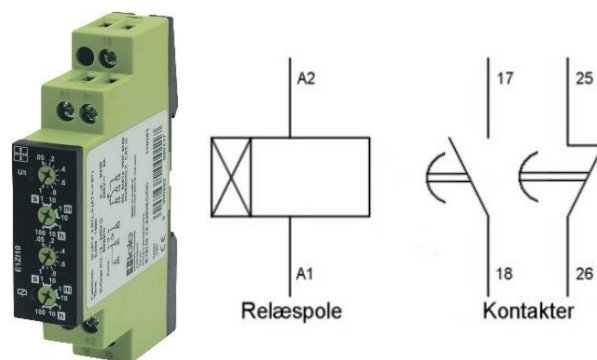


Figure II.18 : Vue d'un relais temporisé et son symbole.

II.5.2.3. Contacteur

Ce sont des appareils de commande, doués d'un pouvoir de coupure, qui permettent d'établir ou d'interrompre un circuit en charge. Par un bouton poussoir ou par télécommande, qu'on peut fonctionner ou interrompre un fonctionnement d'une installation industrielle.

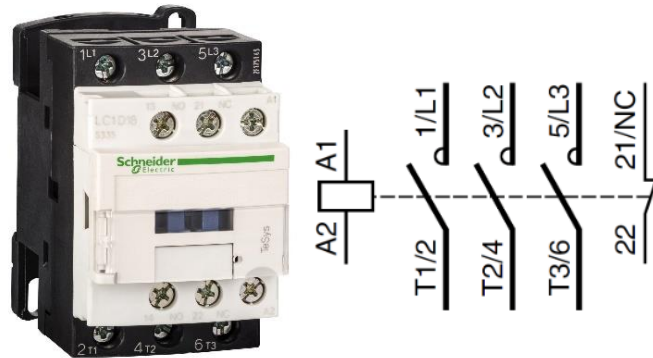


Figure II.19 : Vue d'un contacteur et son symbole.

II.5.2.4. Variateur de fréquences (variateur de vitesses)

Un variateur de vitesse est un équipement électrotechnique alimentant un moteur électrique de façon à pouvoir faire varier sa vitesse de manière continue, de l'arrêt jusqu'à sa vitesse nominale. La vitesse peut être proportionnelle à une valeur analogique fournie par un potentiomètre, ou par une commande externe : un signal de commande analogique ou numérique, issue d'une unité de contrôle [14].



Figure II.20 : Vue d'un variateur de vitesse.

II.5.2.5. Distributeurs pneumatiques

Les distributeurs pneumatiques ont pour fonction essentielle de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres de vérins. Ils jouent le même rôle que les contacteurs pour les moteurs électriques [15].

Constitution : Un distributeur comprend 3 éléments principaux :

- Coulisseau ;
- Corps ;
- Chapeau.

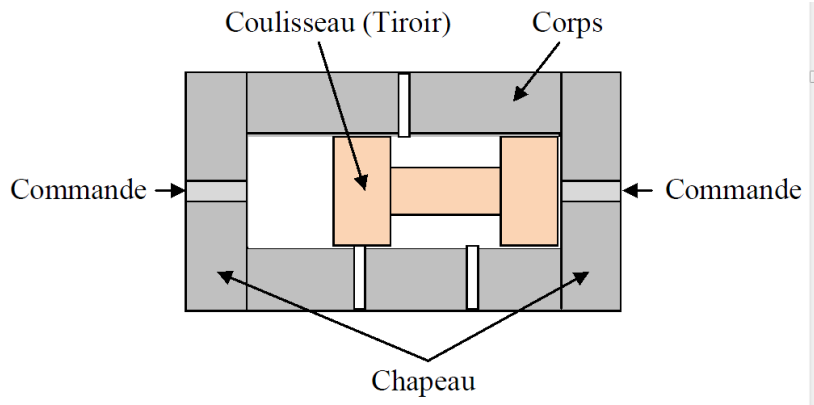


Figure II.21 : Constitution d'un distributeur pneumatique.

1) Caractérisation des distributeurs :

Un distributeur peut être caractérisé par :

- Le nombre des orifices : 2, 3, 4 ou 5 ;
- Le nombre des modes de distribution ou positions : 2 ou 3 ;
- Le type de commande du pilotage assurant le changement de position ;
- La technologie de pilotage : pneumatique, électropneumatique ou mécanique.

2) Exemple de distributeurs

- Distributeur 3/2 (NF et NO) : Les distributeurs à 3 orifices et à 2 positions sont utilisés pour commander le fonctionnement des récepteurs à simple effet (voir figure III.14 a). Ils sont aussi utilisés comme capteurs de fin de course [16].
- Distributeur 5/2 (12 et 14) : Les distributeurs à 5 orifices et à 2 positions servent à commander les récepteurs à double effet. Ils sont munis de deux orifices de travail reliés au récepteur, d'un orifice d'alimentation en air comprimé et de deux orifices d'échappement [16]. (Voir figure III.14 b).



Figure II.22 : Les distributeurs 3/2 et 5/2

II.5.2.6. Electrovanne

Les électrovannes (vannes commandées par un servomoteur électrique) sont par exemple utilisées pour le remplissage de réservoirs ou comme organes de sécurité (vannes de sectionnement permettant de couper le débit lorsqu'une alarme se déclenche).

Les puissances électriques appelées par ces organes sont faibles et le temps réel de fonctionnement est très court [17].



Figure II.23 : Vue d'une électrovanne.

II.5.3. Eléments de la partie opérative

II.5.3.1. Générateur d'air comprimé

L'air comprimé est une forme d'énergie emmagasinée qui sert à faire fonctionner des machines, des équipements ou des procédés industriels. L'air comprimé est utilisé dans la plupart des industries de fabrication et dans certaines industries de services, notamment dans les cas où l'utilisation directe de l'électricité pour alimenter des outils ou des appareils se révèle dangereuse. Avec de ses nombreuses applications des différents environnements dépendant de l'air comprimé, les compresseurs n'ont pas pour seule tâche de comprimer l'air à une pression spécifique ou à un débit donné, mais ils doivent offrir un air selon la qualité souhaitée [18].

II.5.3.2. Le vérin pneumatique linéaire

Un vérin pneumatique est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique. Il est soumis à des pressions d'air comprimé qui permettent d'obtenir des mouvements dans un sens puis, dans un autre. Les mouvements obtenus peuvent être linéaires ou rotatifs [19].

1) Détermination d'un vérin pneumatique

Les vérins pneumatiques sont choisis généralement en fonction de la force à développer et de la pression disponible. Il s'ajoute d'autres critères tels que [20] :

- Taux de charge ;
- Nécessités d'amortissement ;
- Résistance de la tige ;
- Débit et consommation d'air.

Constitution d'un vérin

Un vérin est constitué principalement d'un piston muni d'une tige qui se déplace librement à l'intérieur d'un tube [15].

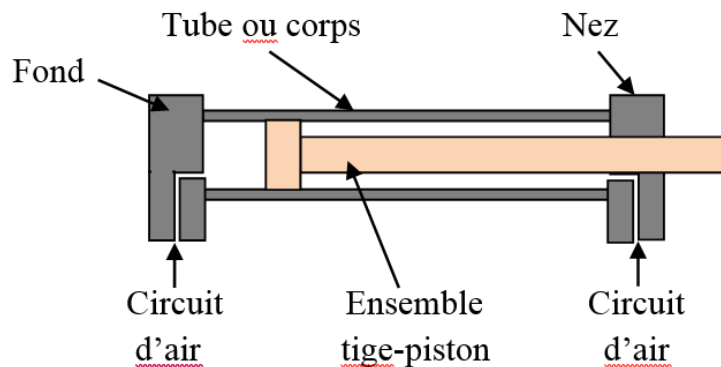


Figure II.24 : Les principaux constituants d'un vérin pneumatique linéaire.

2) Vérin simple effet

L'ensemble tige-piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un autre moyen que l'air comprimé : (ressort, charge...). Pendant le retour, l'orifice d'admission de l'air comprimé est mis à l'échappement [19].

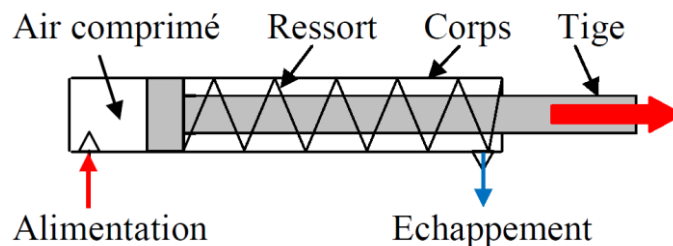


Figure II.25 : Vérin simple effet (rappel par ressort).

Avantages

- Les vérins simple effet sont économiques, et la consommation de fluide est réduite.

Inconvénients

- À course égale, ils sont plus longs que les vérins double effet ;
- La vitesse de la tige est difficile à régler ;
- En pneumatique, les courses proposées sont limitées (jusqu'à 200 mm).

Utilisation

- Travaux simples (serrage, éjection, levage...)

3) Vérins double effet

L'ensemble tige-piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression (air comprimé).

L'effort en poussant (sortie de la tige) est légèrement plus grand que l'effort en tirant (entrée de la tige), car la pression n'agit pas sur la partie de surface occupée par la tige [19].

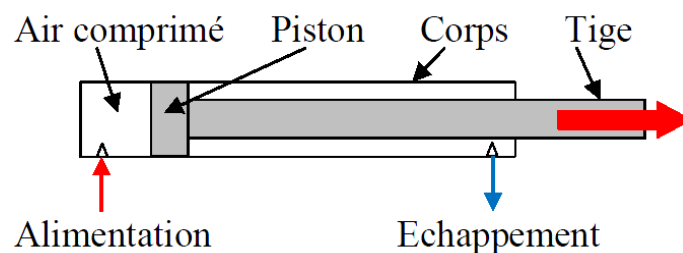


Figure II.26 : Vérin double effet (sortie de la tige).

Avantages

- Plus grande souplesse d'utilisation;
- Réglage plus facile de la vitesse, par contrôle du débit à l'échappement ou à l'admission;
- Ils offrent de nombreuses réalisations.

Inconvénients

- Ils sont plus coûteux.

Utilisation

- Ce sont les vérins les plus utilisés en industrie et ils présentent un grand nombre applications.

II.5.3.3. Convoyeur pas à pas

Les convoyeurs pas à pas sont principalement utilisés pour transporter au sein de l'entreprise les produits en pièces ou en vrac emballés et non emballés. Ils permettent de transporter des produits en pièces de différentes formes et dimensions dans le domaine de la maintenance de produits légers (domaine d'application principal des convoyeurs à bandes) de manière économique et efficace sur le plan énergétique [21].

Domaine d'utilisation

- Industrie alimentaire (produits emballés et non emballés).
- Industrie médicale et pharmaceutique (blisters, sachets, bouteilles, etc.).
- Logistique (transport de paquets, récipients, etc.)



Figure II.27 : Vue d'un convoyeur pas à pas.

II.5.3.4. Capteurs

1) Définition

Un capteur est un dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable. Il prélève une information sur le comportement de la partie opérative et la transforme en une information exploitable par la partie commande.

Dans le système automatisé séquentiel la partie commande traite des variables logiques ou numériques. L'information délivrée par un capteur pourra être logique (2 états), numérique (valeur discrète), analogique (dans ce cas il faudra adjoindre à la partie commande un module de conversion analogique numérique). On peut caractériser les capteurs selon deux critères :

- En fonction de la grandeur mesurée: on parle alors des capteurs de position, de température, de vitesse, de force, de pression, etc. ;
- En fonction du caractère de l'information délivrée: on parle alors des capteurs logiques appelés aussi capteur tout ou rien (TOR), de capteur analogique ou numérique.

2) Capteur optique

La cellule photoélectrique est un capteur de proximité. Il est composé essentiellement d'émetteur de lumière, associé à un capteur photosensible. La détection aura lieu lorsqu'un objet pénètre dans le faisceau lumineux émis, et modifie la quantité de lumière reçue par le récepteur, ce qui induit une modification de l'état de la sortie.

La photocellule est activée si le faisceau est interrompu par la cible ou quand cette dernière fait renvoyer le faisceau sur le récepteur.



Figure II.28 : Vue d'un cellule photoélectrique.

Système de proximité

Le système de proximité se compose uniquement d'un boîtier émetteur/récepteur. C'est l'objet à détecter qui renvoie la lumière émise vers le récepteur.

- Portée faible (jusqu'à 2 m) et dépendant de la couleur (pouvoir de réflexion) de la cible ;
- Mise en œuvre simple (montage et raccordement d'un seul élément) ;
- Détection de tout type de cibles (opaques, brillantes ou transparentes).

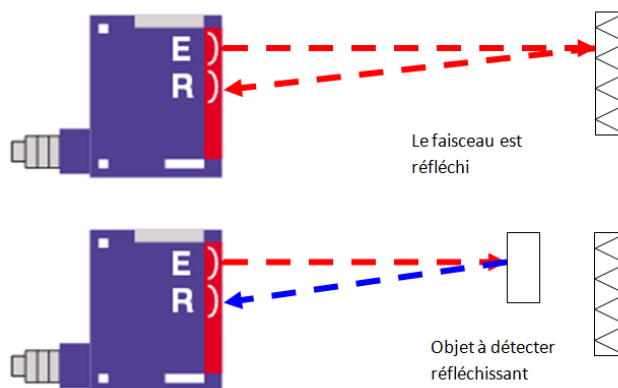


Figure II.29 : Système de proximité.

3) Capteur à seuil de pression pneumatique

Ce sont des capteurs fins de cours qui se montent directement sur les vérins. Pour pouvoir fonctionner correctement, il est nécessaire de les coupler avec une cellule non-inhibition à seuil.

Le principe de fonctionnement de ce capteur est d'utiliser la contre pression (pression résistant au déplacement) qui existe dans la chambre non soumise à la pression du réseau.

Lorsque le piston subit une pression il se déplace. Ce déplacement entraîne une réduction du volume de la chambre qui n'est pas soumise à la pression du réseau. Ceci entraîne une augmentation de la contre-pression qui est amplifiée par des régleurs de débit.

4) Capteur inductif

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité leur tête de détection un champ magnétique oscillant. Ce champ est généré par une self et une capacité montée en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, il y a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant. Cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie. Le capteur commute.

5) Capteur capacitif

Les capteurs capacitifs sont des capteurs de proximité qui permettent de détecter des objets métalliques ou isolants, lorsqu'un objet entre dans le champ de détection des électrodes sensibles du capteur, il provoque des oscillations en modifiant en la capacité de couplage du condensateur.

Capteur de niveau capacitif

Les capteurs de niveau capacitifs utilisent le même principe de fonctionnement qu'un condensateur électronique pour mesurer le niveau d'un produit dans une cuve ou dans un réservoir. En effet, un condensateur électronique est constitué de deux plaques métalliques (électrodes) conductrices séparées par une sorte de matériau isolant appelé diélectrique. La capacité est la mesure de la quantité d'énergie qu'un condensateur peut stocker. La valeur de la capacité d'un condensateur dépend du diélectrique utilisé, de la surface de la plaque et de la distance entre les plaques [22].

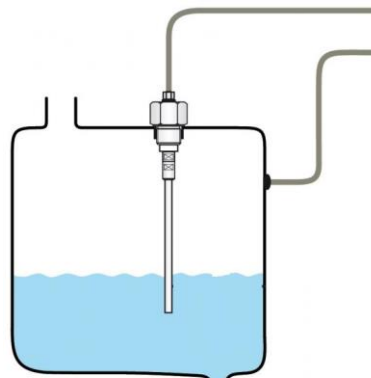


Figure II.30 : Capteur de niveau capacitif.

6) Capteur de position

Les capteurs de position sont des capteurs de contact, Ils peuvent être équipé d'un galet, d'une tige souple, d'une bille, l'information donnée par ce type de capteur est de type tout ou rien et être électrique ou pneumatique.

II.5.4. Eléments de poste de contrôle

II.5.4.1. Bouton poussoir et voyant

Un bouton-poussoir est un interrupteur actionné par une pression du doigt. Il constitue le lien entre l'humain et la machine, les boutons poussoirs sont à ressort de rappel. Les voyants ou feux d'avertissement sont utilisés principalement pour des applications de signalisation.



Figure II.31 : Un bouton-poussoir et un feu d'avertissement.

II.6. Conclusion

Nous avons réussi à concevoir une station de remplissage et bouchage de bouteilles et définir son principe de fonctionnement en répondant aux exigences de cahiers des charges préalablement défini, puis nous avons indiqué les éléments technologiques qui peuvent assurer le bon fonctionnement de cette tâche, ça c'est ce que nous mène aux solutions de l'automatisation dans le chapitre suivant.

III.1. Introduction

Après l'identification des éléments technologiques qui peuvent assurer la réalisation de notre système automatisé, il faut gérer leurs fonctionnements de manière séquentielle et organisée, pour cela, il faut automatiser tout le système à l'aide d'un cerveau (API) demandant un programme à implémenter et cela sera après avoir utilisé la méthode d'analyse fonctionnelle GRAFCET.

III.2. Automatisation

III.2.1. Objectifs de l'automatisation

L'automatisation permet de :

- Accroître la productivité du système, c'est-à-dire, augmenté la quantité de produits fabriqués pendant une durée donnée ;
- Éliminer certaines tâches manuelles fatigantes et répétitives ;
- Améliorer la qualité du produit ;
- Assurer la sécurité.

III.2.2. Le GRAFCET

Le GRAFCET (graphe de commande étapes-transitions) est un outil graphique de représentation du cahier des charges d'un automatisme séquentiel. Il est à la fois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel. Il est basé sur les notions d'étapes auxquelles sont associées des actions et des transitions auxquelles sont associées des réceptivités. Il décrit les ordres émis par la partie commande vers la partie opérative en mettant en évidence les actions engendrées et les événements qui les déclenchent. [23]

III.2.2.1. Éléments d'un GRAFCET

Le GRAFCET utilise une succession alternée d'étapes auxquelles sont associées des actions, des transitions avec leurs réceptivités et des liaisons orientées.

- **L'étape** : Une étape caractérise une situation invariable du cycle de fonctionnement. Elle correspond à une période de temps qui permet de réaliser complètement une ou plusieurs actions.

- **La transition :** Une transition est une condition de passage d'une étape à une autre. Elle n'est que logique (dans son sens vrai ou faux), la condition est définie par une réceptivité qui est généralement une expression booléenne (avec des ET et des OU) de l'état des capteurs.
- **La liaison orientée :** Elle est représentée par une ligne verticale qui relie les étapes entre elles (le sens normal d'évolution entre étapes est de haut en bas, sauf mention contraire).

III.2.2.2. Symbolisation du GRAFCET

- Une étape est représentée par un carré repéré numériquement, tandis que l'action associée est représentée par un rectangle ;
- La transition est représentée par une barre horizontale, les réceptivités sont inscrites à la droite de la transition ;
- L'alternance entre étape et transition doit être respectée qu'elle que soit la séquence en cours: deux étapes ne doivent jamais être reliées directement, deux transitions ne doivent jamais non plus être reliées directement. CONCEPTION

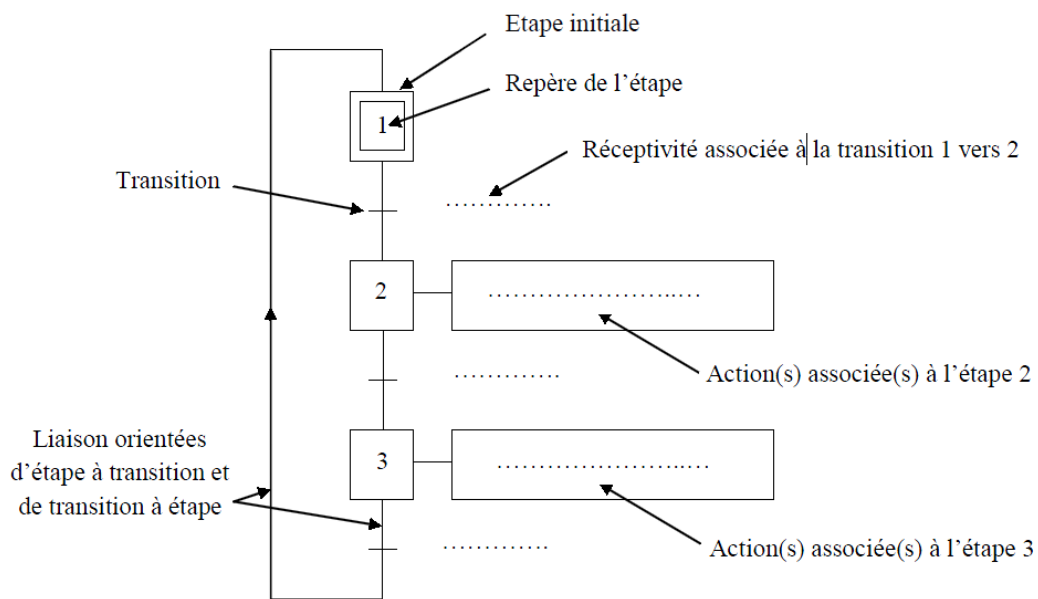


Figure III.1 : Représentation des éléments d'un GRAFCET.

III.2.3. Présentation de l'API utilisé

L'automate programmable utilisé dans ce projet est un S7-300. Sa caractéristique principale est l'intégration de modules comportant entre autres des fonctions intégrées.

III.2.3.1. Programmation des automates

Description du logiciel STEP7 [24]

SIMATIC Manager constitue l'interface d'accès à la configuration et à la programmation. Ce gestionnaire de projets présente le programme principal du logiciel STEP7. Il gère toutes les données relatives à un projet d'automatisation. Le gestionnaire de projets SIMATIC démarre automatiquement les applications requises pour le traitement des données sélectionnées.

III.2.3.2. Types de variable utilisées en STEP7

Il existe plusieurs types de variables distinctes dans le step7, ces variables sont déclarées préalablement avant chaque début de programme. Le tableau suivant réunit ces différentes variables :

TYPE	TAILLE
Bool	1 bit
Real	32 bits
Int	16 bits
Byte	8 bits
Word	16 bits
DWord	32 bits
DInt	32 bits
Char	8 bits
Time	32 bits
S5Time	16 bits
Date	16 bits
Time of Day	32 bits

Tableau III.1 : Types des variables en STEP7

III.2.3.3. Simulateur des programmes PLCSIM

S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (par exemple, d'activer ou de désactiver des entrées). Tout en exécutant le programme dans l'AP de simulation, on a également la possibilité de mettre en œuvre les diverses applications du logiciel STEP7 comme, par exemple, la table des variables (VAT) afin d'y visualiser et d'y forcer des variables.

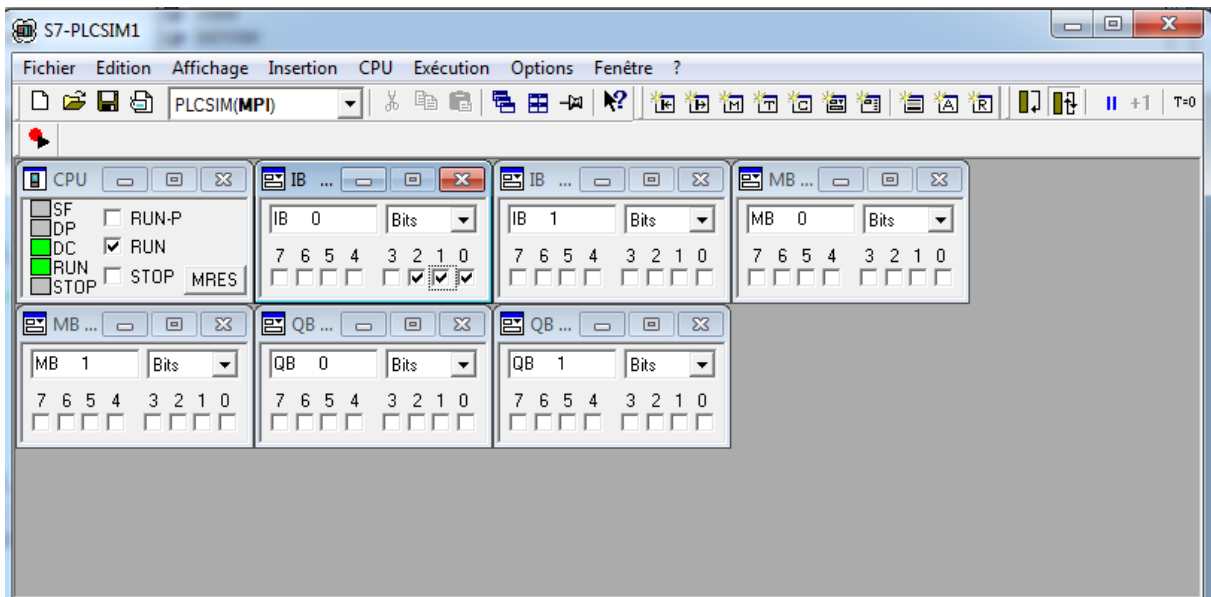


Figure III.2 : Interface du simulateur PLCSIM.

III.2.3.4. Adressage absolu et adressage symbolique

Dans un programme step7, on utilise des opérands comme des signaux d'E/S, des mémoires, des compteurs, des temporisateurs, des blocs de données et des blocs fonctionnels. On peut accéder à ces opérands par adressage absolu dans le programme, toutefois, la lisibilité du programme sera grandement améliorée si nous faisons plutôt appel à des mnémoniques. Il est alors possible d'accéder aux opérands du programme utilisateur via ces mnémoniques. Les entrées et sorties des automates sont la plupart du temps regroupées en groupe de huit entrées ou sorties TOR ; ce groupe de huit est appelé un « Octet », ce dernier reçoit un numéro que l'on appelle l'adresse d'octet. Chaque octet est divisé en huit bits.

III.2.3.5. Mnémoniques

Une mnémonique (Nom symbolique) nous permet d'utiliser des désignations parlantes à la place d'adresses absolues. En combinant l'usage de mnémoniques courtes et de commentaires explicites, on répond à la fois aux besoins d'une programmation concise et d'une programmation bien documentée. Les mnémoniques améliorent considérablement la lisibilité et la clarté d'un programme.

III.2.3.6. Mémentos

Les mémentos sont des éléments électroniques bistables qui servent à mémoriser les états logiques. Des mémentos sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire.

III.2.3.7. Blocs utilisateurs

1) OB (Bloc d'Organisation)

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre

OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

2) FB (Bloc de fonction)

Le FB est à disposition via un espace mémoire correspondant. Si un FB est appelé, il lui est attribué un bloc de données (DB). On peut accéder aux données de cette instance DB par des appels depuis le FB. Un FB peut être attribué à différents DB. D'autres FB et d'autres FC peuvent être appelés dans un bloc de fonction par des commandes d'appel de blocs.

3) FC (Fonction)

Une FC ne possède pas un espace mémoire attribué. Les données locales d'une fonction sont perdues après le traitement de la fonction. D'autres FB et FC peuvent être appelés dans une fonction par des commandes d'appel de blocs.

4) DB (Bloc de données)

Les DB sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données. Les DB globaux où tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrées et écrire eux-mêmes des données dans le DB. Les instances DB sont attribuées à un FB défini.

III.3. Elaboration du système

III.3.1. Elaboration des GRACETs du système

Suivant le cahier des charges préalablement défini et suivant le fonctionnement des éléments technologiques choisis, et pour faciliter la tâche de l'automatisation, on va représenter notre système global par ce GRAFCET de niveau 01.

III.3.1.1. GRAFCET principal

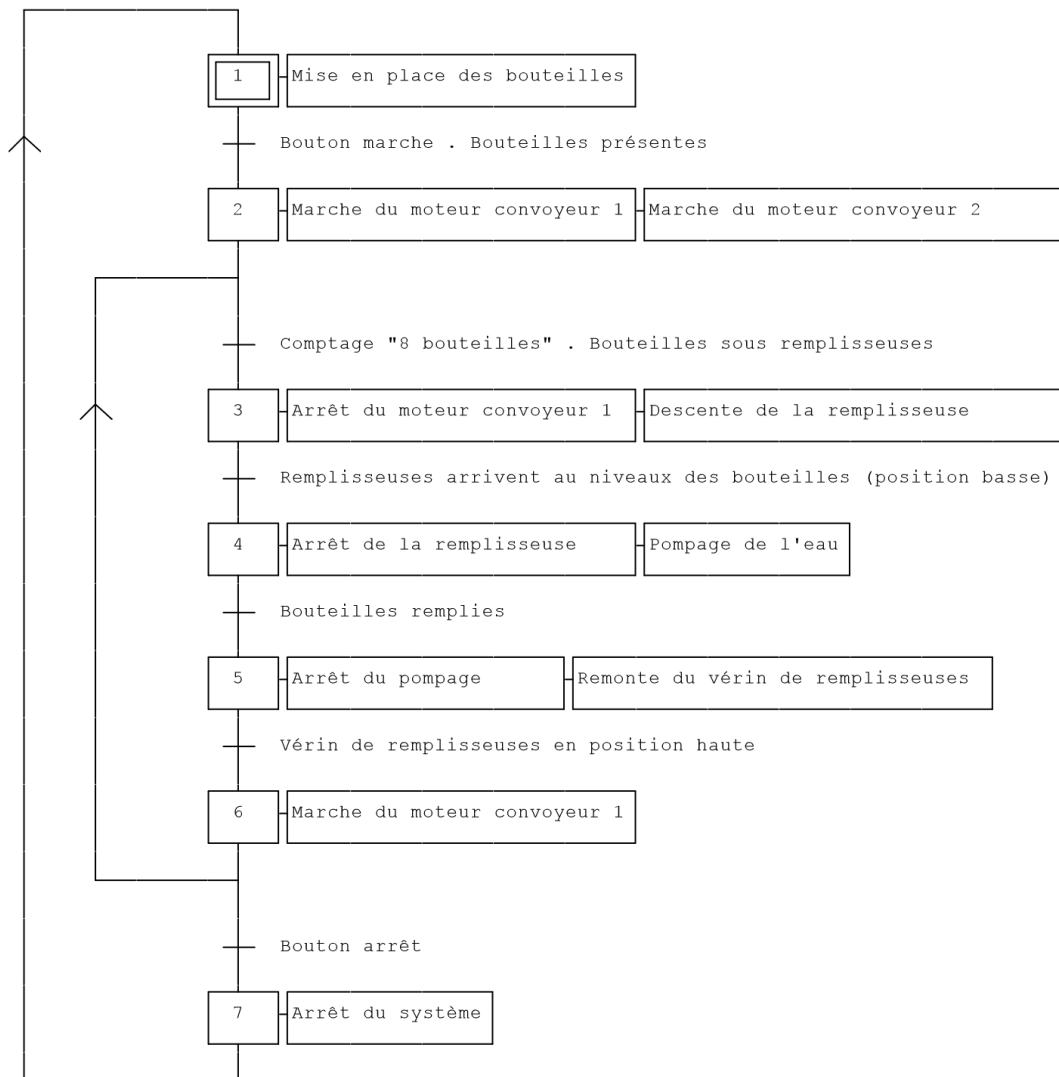


Figure III.3 : GRAFCET principal.

III.3.1.2. GRAFCET de la bouchonneuse

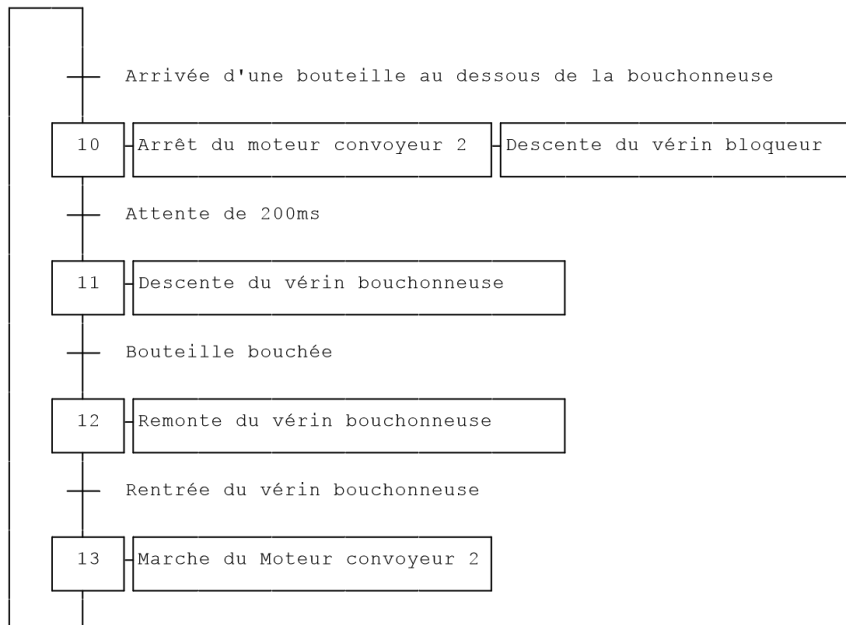


Figure III.4 : GRAFCET de la bouchonneuse.

III.3.2. Elaboration du programme S7

Avant de commencer les programmes on doit créer les blocs de fonction et on choisit le langage à contacte

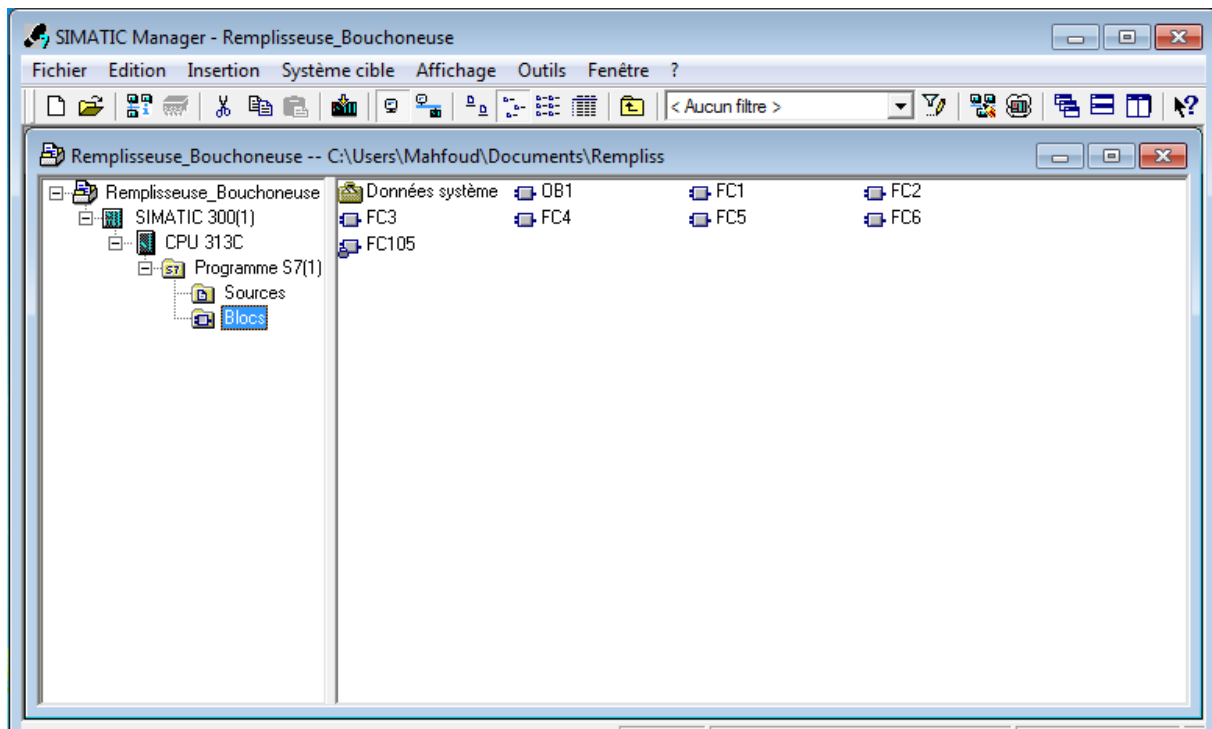


Figure III.5 : Interface des blocs

III.3.2.1. Table des mnémoniques

	Opérande	Type de données
ALARMES	FC 6	FC 6
ANIMATION	FC 4	FC 4
ARRET_URGENCE	I 0.0	BOOL
B_M_ECRAN	M 10.3	BOOL
BOU_MA	I 0.2	BOOL
BOUCHON	FC 3	FC 3
CAP_ANL_TUBE1	PIW 256	16 BIT
CAP_INDU_MOT_REPLISS	I 1.4	BOOL
CAP_POST_TUB8	I 1.3	BOOL
CAP_PT1	I 0.4	BOOL
CAP_PT2	I 0.5	BOOL
CAP_PT3	I 0.6	BOOL
CAP_PT4	I 0.7	BOOL
CAP_PT5	I 1.0	BOOL
CAP_PT6	I 1.1	BOOL
CAP_PT7	I 1.2	BOOL
COMPTAGE_OK	M 10.5	BOOL
MANUEL	FC 5	FC 5
Mode_AUTO	M 10.1	BOOL
Mode_MANU	M 10.2	BOOL
MOT_CONV_BOUCHON	Q 0.5	BOOL
MOTEUR_CONV_ENTREE	Q 0.0	BOOL
MOTEUR_REMP_SENS1	Q 0.1	BOOL
MOTEUR_REMP_SENS2	Q 0.2	BOOL
PH3	I 1.6	BOOL
PHOTOC_PRES_BOUTEL	I 0.3	BOOL
PRESENCE_BOUCH	I 1.7	BOOL
RELAIS_PHASE	I 0.1	BOOL
REPLISSAGE	FC 2	FC 2
SCALE	FC 105	FC 105
	FC 1	FC 1
SECURITE_OK	M 10.0	BOOL
VERIN_BLOQUEUR	Q 0.3	BOOL
VERIN_BOUCHON	Q 0.4	BOOL

Tableau III.2 : Mnémoniques

III.3.2.2. Fonction de sécurité

Une fois que la fonction de sécurité FC1 est créée, on commence la programmation comme indiqué dans le réseau ci-dessous.

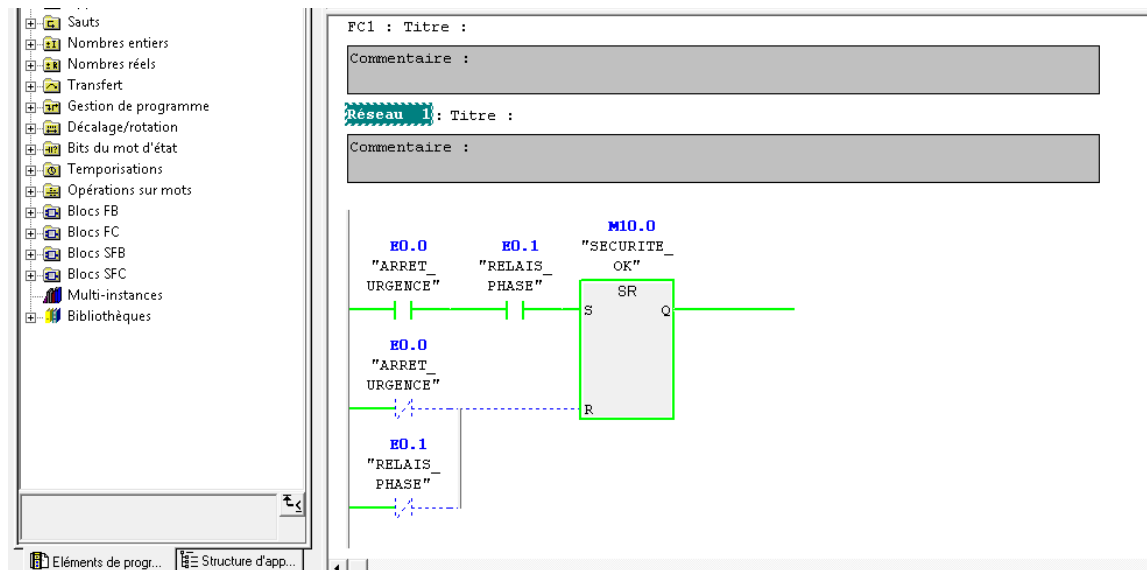


Figure III.6 : Fonction de sécurité

III.3.2.3. Fonction de la remplisseuse

Nous avons créé cette fonction pour automatiser la remplisseuse ainsi que le convoyeur d'entrée.

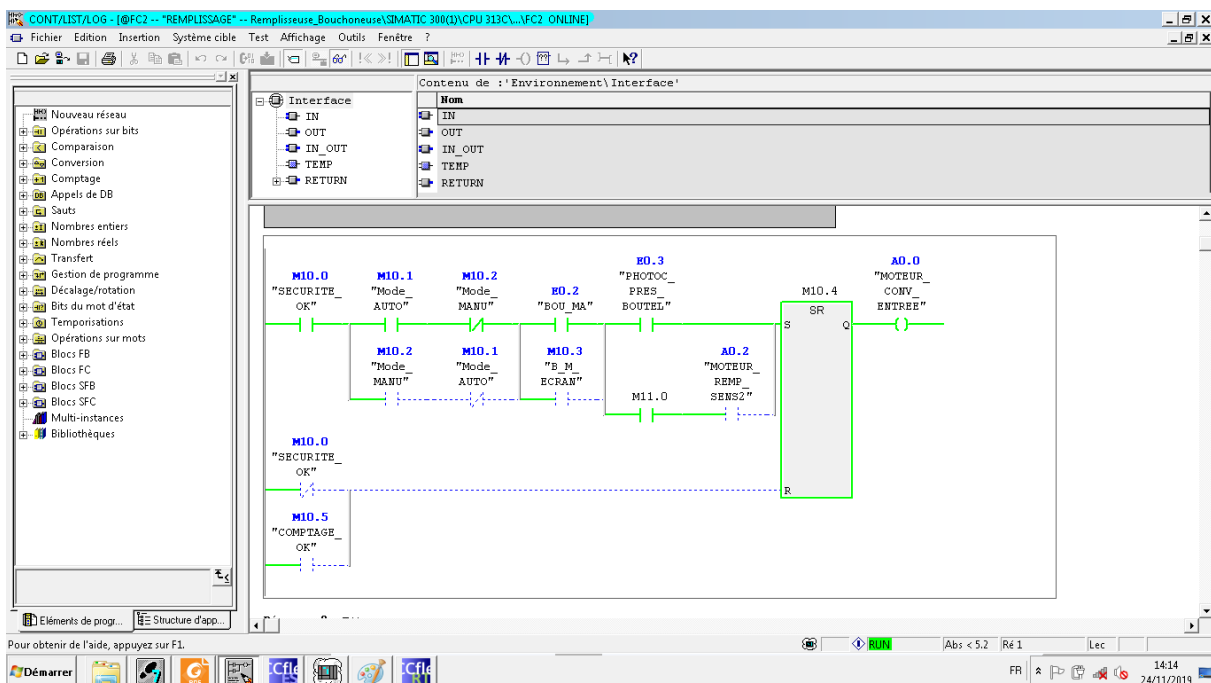


Figure III.7 : Fonction de la remplisseuse et du convoyeur d'entrée.

III.3.2.4. Fonction de la bouchonneuse

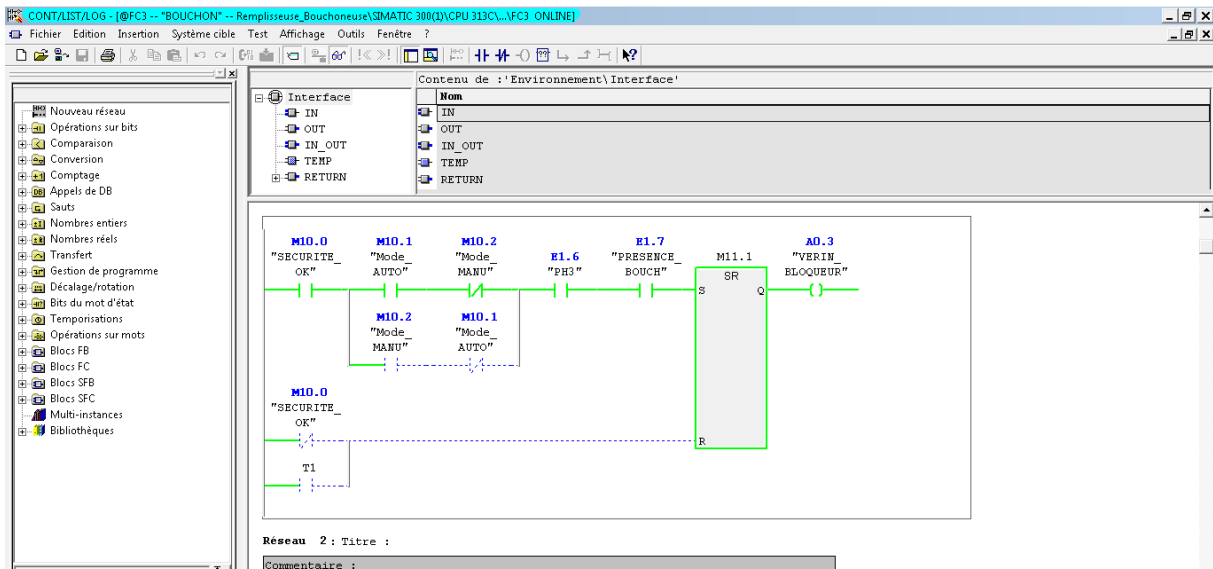


Figure III.8 : Fonction de la bouchonneuse (vérin bloqueur).

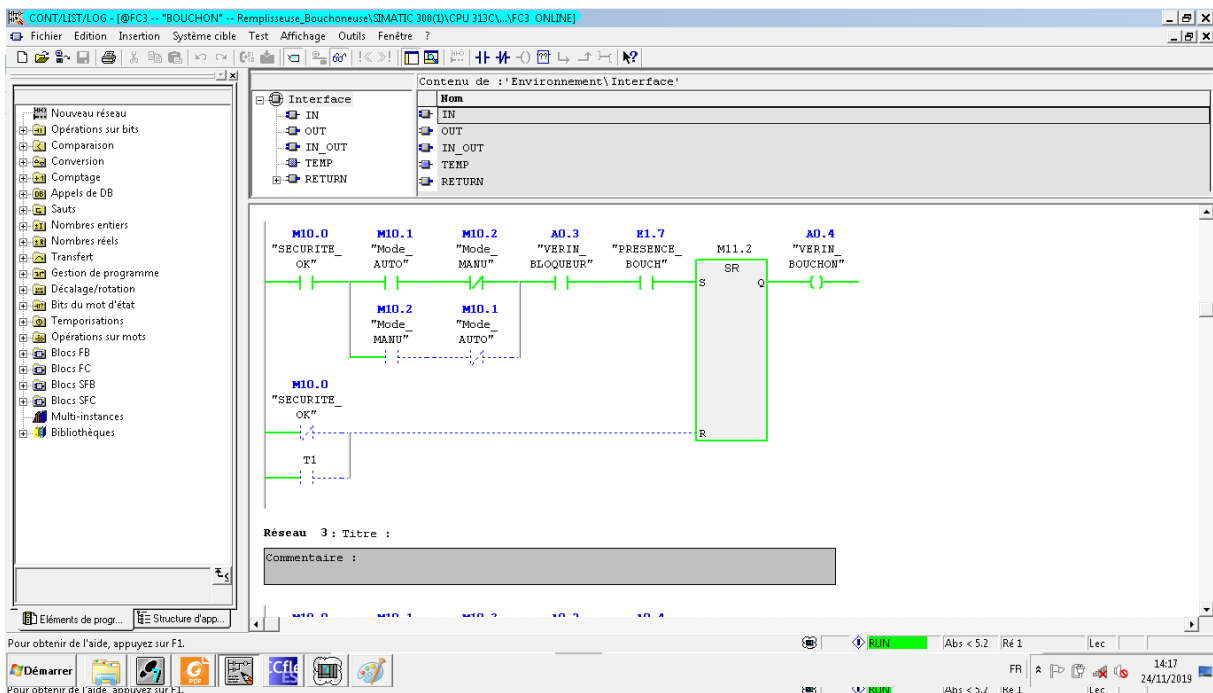


Figure III.9 : Vérin bouchonneuse.

III.4. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de décrire les étapes essentielles afin de réaliser une solution d'automatisation pour notre système, l'élaboration du GRAFCET de fonctionnement nous a aidé à passer à faire la programmation et la simulation utilisant le programme SIMATIC STEP7.

Conclusion générale

L'objectif de notre projet était l'élaboration un système d'automatisation permettant de remplir et de boucher des bouteilles.

Pour atteindre cet objectif, nous avons commencé par se familiariser au domaine de l'automate programmable industriel, prendre connaissance des remplisseuses, concevoir notre système et décrire son principe de fonctionnement en établissant un cahier de charge, puis étudier les différents éléments et équipements qui permettent d'en réaliser.

Après avoir identifié les différents éléments technologiques à utiliser dans l'installation, la prise de connaissance du logiciel SIMATIC STEP7 nous a permis de programmer et de simuler notre système, en utilisant le STEP7 nous avons élaboré un programme permettant de contrôler et de commander les éléments constituant la station de remplissage et bouchage.

Sommaire

Introduction générale	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I : Généralités sur les automates programmables industriels

I.1. Introduction	2
I.2. Historique	2
I.3. L'automate programmable industriel	3
I.3.1. Définition	3
I.3.2. Structure d'un système automatisé	3
I.3.3. Aspect externe	4
I.3.4. Aspect interne	5
I.4. Langage de programmation des automates :	6
I.4.1. Langages littéraux	7
I.4.2. Langages normalisés	7
I.5. Cycle de l'automate programmable	7
I.6. Principe de fonctionnement des automates programmable	8
I.6.1. Cartes d'entrées / sorties	8
I.6.2. Cartes de comptage rapide	8
I.6.3. Cartes de commande d'axe	8
I.6.4. Cartes d'entrées / sorties analogiques	8
I.6.5. Autre cartes	8
I.7. Choix d'un automate programmable industriel	9
I.7.1. Amplitude des entrées / sorties	9
I.7.2. Unité centrale	9
I.7.3. Alimentation	9
I.8. Conclusion	10

CHAPITRE II : Etude d'une station de remplissage

II.1. Introduction	11
II.2. Généralités sur les remplisseuses	11
II.2.1. Types des machines remplisseuses	11
II.2.2. Types des de remplissage	12
II.2.3. Critère de choix de remplisseuse	16
II.3. Cahier des charges	16
II.4. Description du fonctionnement du système	17
II.5. Eléments pour le bon fonctionnement du système	18

Sommaire

II.5.1. Eléments d'énergie et de sécurité.....	18
II.5.2. Eléments de la partie commande.....	22
II.5.3. Eléments de la partie opérative	25
II.5.4. Eléments de poste de contrôle	31
II.6. Conclusion	31

CHAPITRE III : Automatisation et simulation du procédé

III.1. Introduction	32
III.2. Automatisation	32
III.2.1. Objectifs de l'automatisation.....	32
III.2.2. Le GRAFCET	32
III.2.3. Présentation de l'API utilisé	34
III.3. Elaboration du système.....	37
III.3.1. Elaboration des GRACETs du système	37
III.3.2. Elaboration du programme S7	38
III.4. Conclusion.....	42
Conclusion générale	43

Liste des figures

Figure I.1 : Structure d'un système automatisé.....	3
Figure I.2 : Vue d'une automate compact.....	4
Figure I.3 : Vue d'une automate modulaire.....	4
Figure I.4 : Structure interne d'un API.....	6
Figure II.1 : Vue d'une remplisseuse rotative.....	11
Figure II.2 : Vue d'une remplisseuse linéaire.....	12
Figure II.3 : Remplisseuse à niveau.....	13
Figure II.4 : Constitution d'une remplisseuse à débitmètre. [20].....	14
Figure II.5 : Vue d'une remplisseuse pondérale.....	15
Figure II.6 : Remplisseuse volumétrique rotative.....	15
Figure II.7 : Remplisseuse volumétrique linéaire.....	16
Figure II.8 : Conception du système.....	17
Figure II.9 : Vue d'un transformateur.....	18
Figure II.10 : Vue d'un sectionneur.....	18
Figure II.11 : Vue d'un bloc d'alimentation.....	19
Figure II.12 : Vue d'un disjoncteur et son symbole.....	19
Figure II.13 : Vue d'un fusible et son symbole.....	20
Figure II.14 : Vue d'un sectionneur porte fusible et son symbole.....	20
Figure II.15 : Vue d'un relais thermique et son symbole.....	21
Figure II.16 : Vue d'un relais de sécurité.....	21
Figure II.17 : Vue d'un relais magnétique et son symbole.....	22
Figure II.18 : Vue d'un relais temporisé et son symbole.....	22
Figure II.19 : Vue d'un contacteur et son symbole.....	23
Figure II.20 : Vue d'un variateur de vitesse.....	23
Figure II.21 : Constitution d'un distributeur pneumatique.....	24
Figure II.22 : Les distributeurs 3/2 et 5/2.....	24
Figure II.23 : Vue d'une électrovanne.....	25
Figure II.24 : Les principaux constituants d'un vérin pneumatique linéaire.....	26
Figure II.25 : Vérin simple effet (rappel par ressort).....	26
Figure II.26 : Vérin double effet (sortie de la tige).....	27
Figure II.27 : Vue d'un convoyeur pas à pas.....	28
Figure II.28 : Vue d'un cellule photoélectrique.....	29
Figure II.29 : Système de proximité.....	29
Figure II.30 : Capteur de niveau capacitif.....	30
Figure II.31 : Un bouton-poussoir et un feux d'avertissement.....	31
Figure III.1 : Représentation des éléments d'un GRAFCET.....	33
Figure III.2 : Interface du simulateur PLCSIM.....	35
Figure III.3 : GRAFCET principal.....	37
Figure III.4 : GRAFCET de la bouchonneuse.....	38
Figure III.5 : Interface des blocs.....	38
Figure III.6 : Fonction de sécurité.....	39
Figure III.7 : Fonction de la remplisseuse et du convoyeur d'entrée.....	39
Figure III.8 : Fonction de la bouchonneuse (vérin bloqueur).....	39
Figure III.9 : Vérin bouchonneuse.....	39

Liste des tableaux

Tableau III.1 : Types des variables en STEP7	34
Tableau III.2 : Mnémoniques	39

Bibliographie

- [1] H.Nussbaumer “informatique industrielle III”, presses polytechniques de romandes.
- [2] S. BEN SAOUD, “Les automates programmables industriels”, Automatismes
- [3] W. bolton “ Les automates programmable industriel ”, DUNOD, série EEA 2010.
- [4] A. GONZAGA, « les automates programmables industriels », 7/11/2004.
- [5] G. Michel “Les API architectures et applications des automates programmables industriels”, Dunod, 1988.
- [6] R.Sébastien “Etude des automates programmables industriels” BORDAS, Paris, 1988.
- [7] N. Kandi. Cours formation, « Automate programmable industriel » IAP. Boumerdes. Mai 2006
- [8] F. SADJI, N. MHADJERI. Mémoire fin d'étude <<Automatisation des utilités de la ligne de production a la raffinerie d'huile Cevital>>. Université de Bejaia, promotion 2010/2011.
- [9] Gilles MORVAN, « machines-remplisseuse-doseuse-eau-plate » ;
- [10] OCME,.Consulté le 03/11/2019, sur www.ocme.com .
- [11] FESTO USA, « pneumatique & electric automation technology », Consultée 03/11/2019, sur www.festo.com
- [12] Groupe Schneider, « catalogue distribution basse tension »,1998/1999 ;
- [13] FERSIL. Consulté le 06/11/2019, sur www.fersil-railway.com .
- [14] H. Bühler, Convertisseurs Statiques. Lausanne : Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1991.
- [15] Henry Ney « Electrotechnique et normalisation 2 éléments d'automatisme ». Edition NATHAN. France,1989
- [16] « Guide de l'utilisateur de l'atelier Pneumatique » référence : FT-DOC-85002, Automation Studio version 3.0.5
- [17] Eric MICHEL, Arnaud DEVES. « Application au traitement de l'eau potable et des eaux usées ». FNDAE n° 12 document technique édition 2003
- [18] IVOR F, « Guide de référence sur l'efficacité énergétique de l'air comprimé »,2007 CEA Technologies Inc
- [19] : JEAN-LOUIS FANCHON « Guide des sciences et technologies industrielles ». Edition NATHAN. Paris, 2001
- [20] Jacques Faisandier et coll. « Mécanismes hydrauliques et pneumatiques, 9ème Edition ». Edition DUNOD. Paris, 2006
- [21] CRTA, la méthodologie AMDEC, novembre 2004.

Bibliographie

[22] « Apprenez la base en automatisme ». Consulté le 20/11/2019, sur
« <https://www.automation-sense.com/blog/automatisme/> »

[23] : Daniel DUPONT et David DUBOIS « Réalisation technologique du GRAFCET ». Techniques de l'ingénieur s8032

[24] Manuel SIEMENS, « Programmation avec STEP 7 », 2000.

FC1 - <offline>

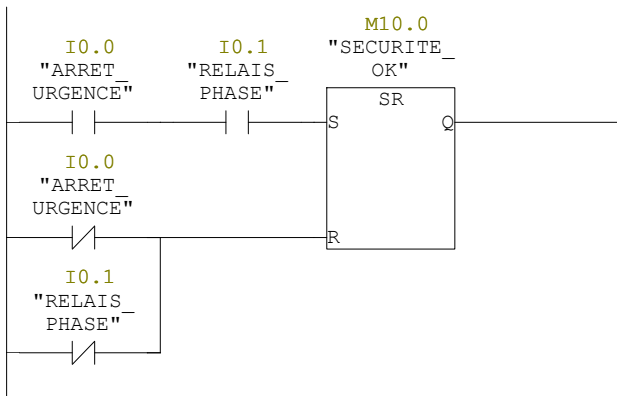
"Sécurité"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 11/19/2019 02:03:28 PM
Interface: 11/19/2019 01:56:07 PM
Lengths (block/logic/data): 00112 00020 00000

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC1

Network: 1



FC2 - <offline>

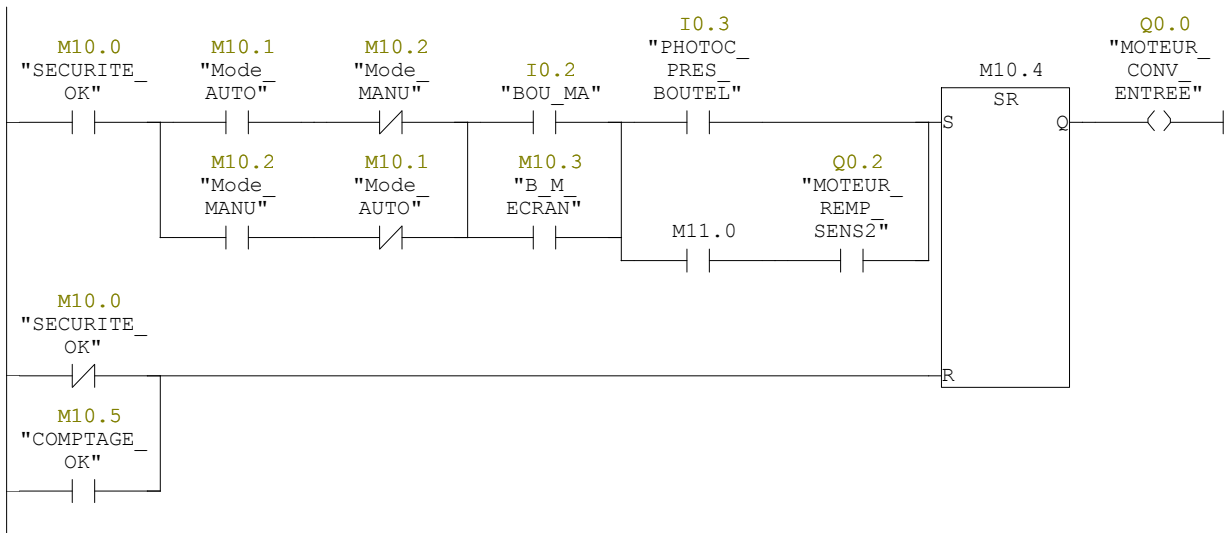
"REPLISSAGE"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 11/20/2019 11:21:47 AM
Interface: 11/19/2019 02:12:13 PM
Lengths (block/logic/data): 00468 00358 00010

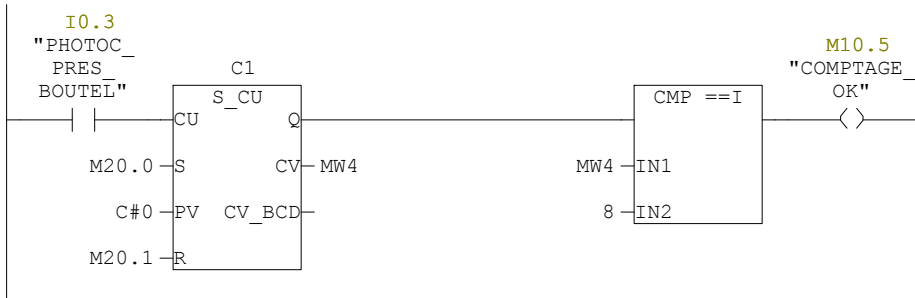
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC2

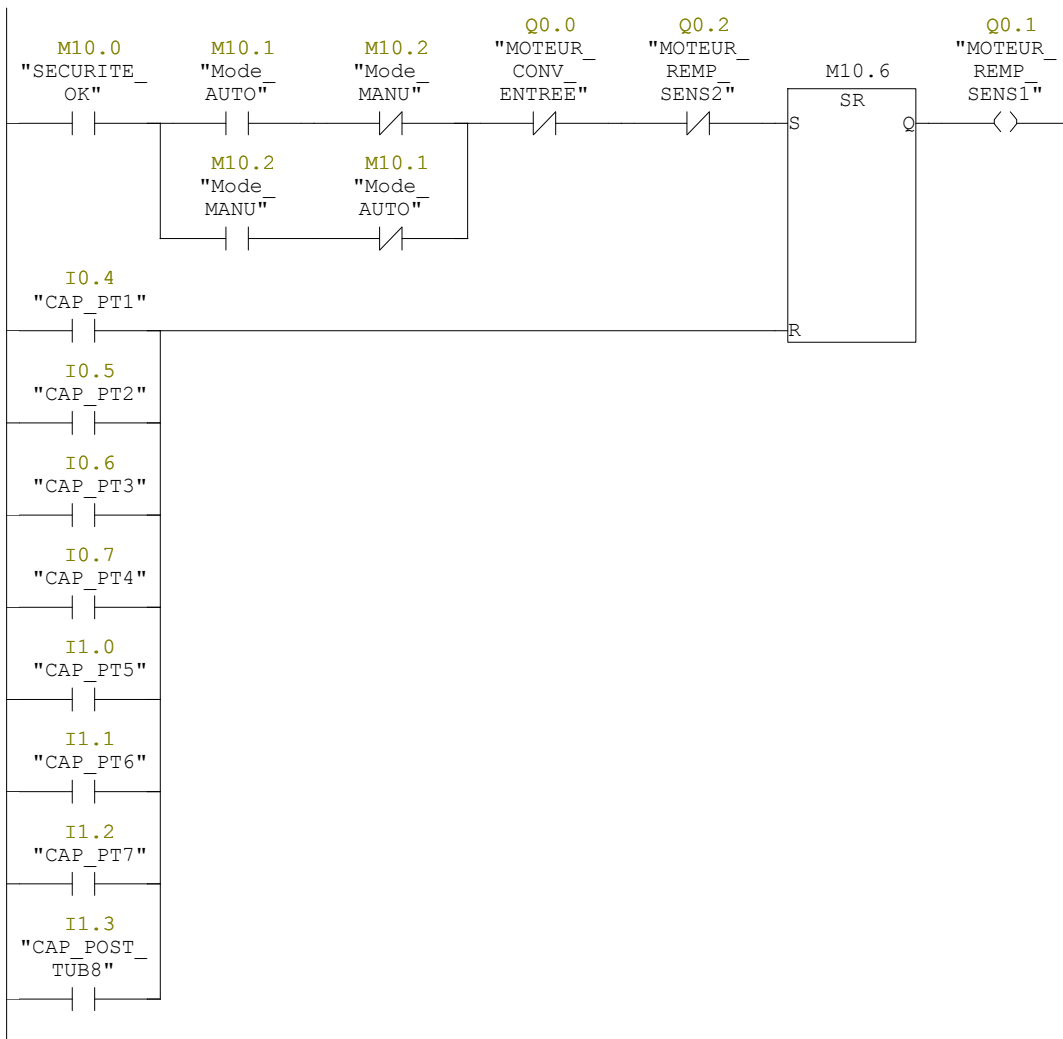
Network: 1



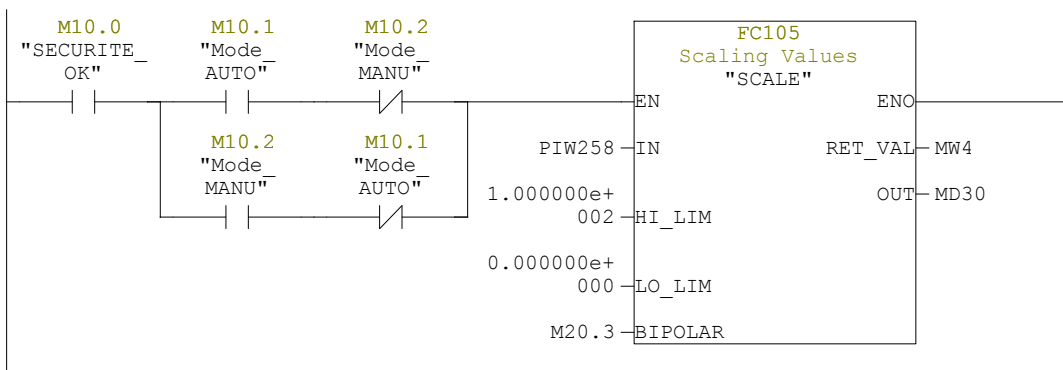
Network: 2



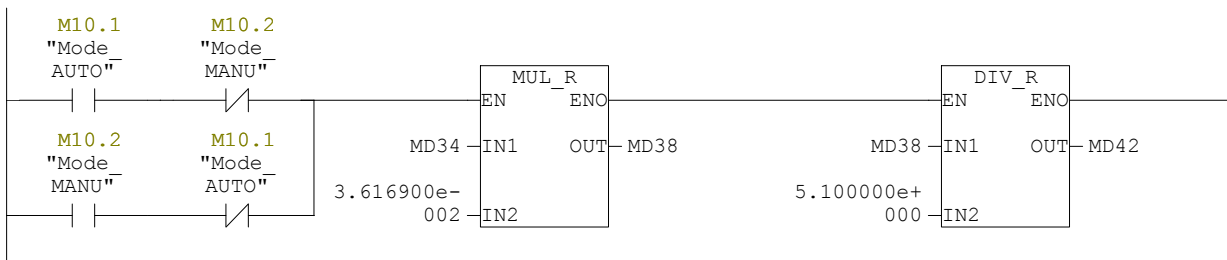
Network: 3



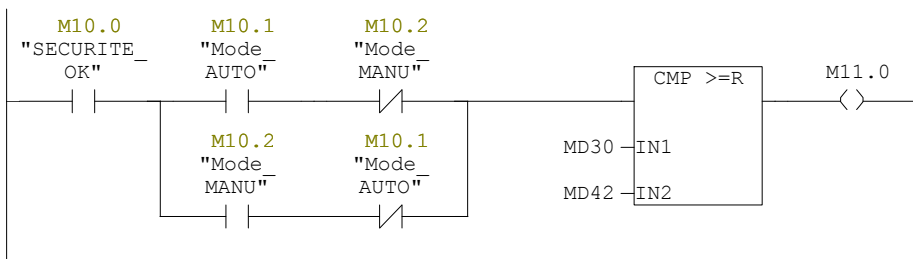
Network: 4



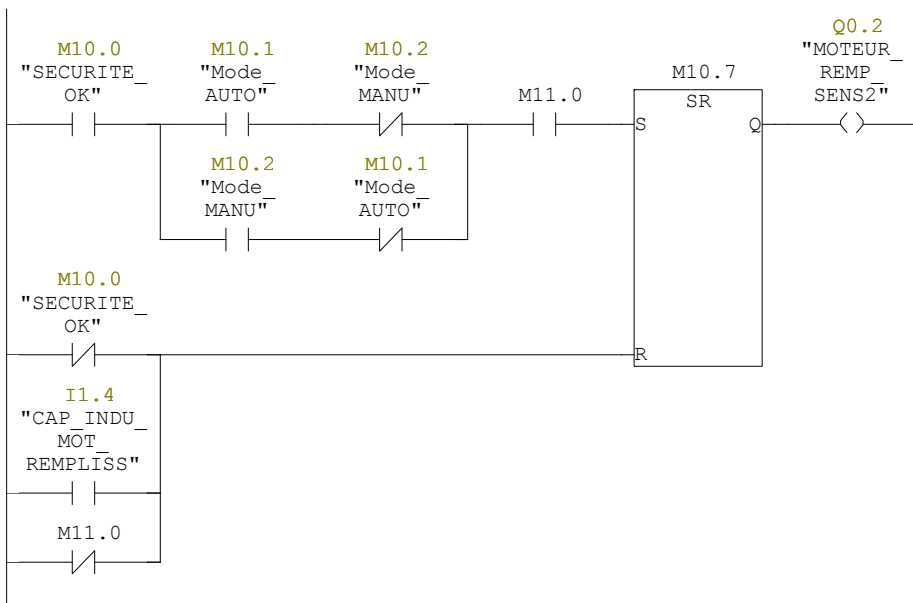
Network: 5



Network: 6



Network: 7



FC3 - <offline>

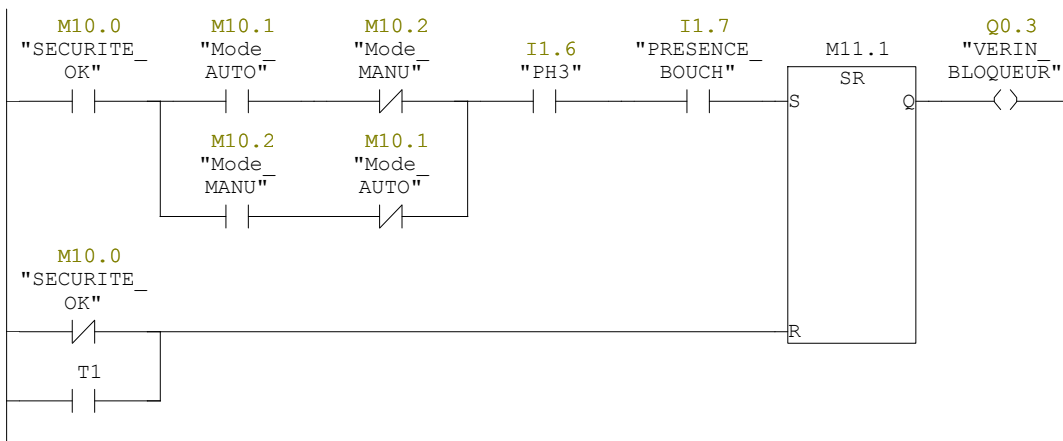
"BOUCHON"

Name: Family:
Author: Version: 0.1
Block version: 2
Time stamp Code: 11/20/2019 12:44:12 PM
Interface: 11/20/2019 09:57:58 AM
Lengths (block/logic/data): 00348 00246 00000

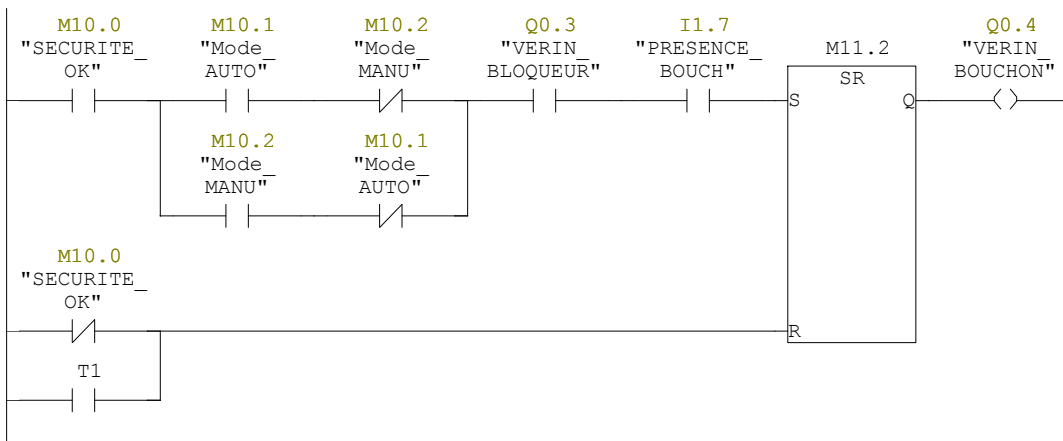
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC3

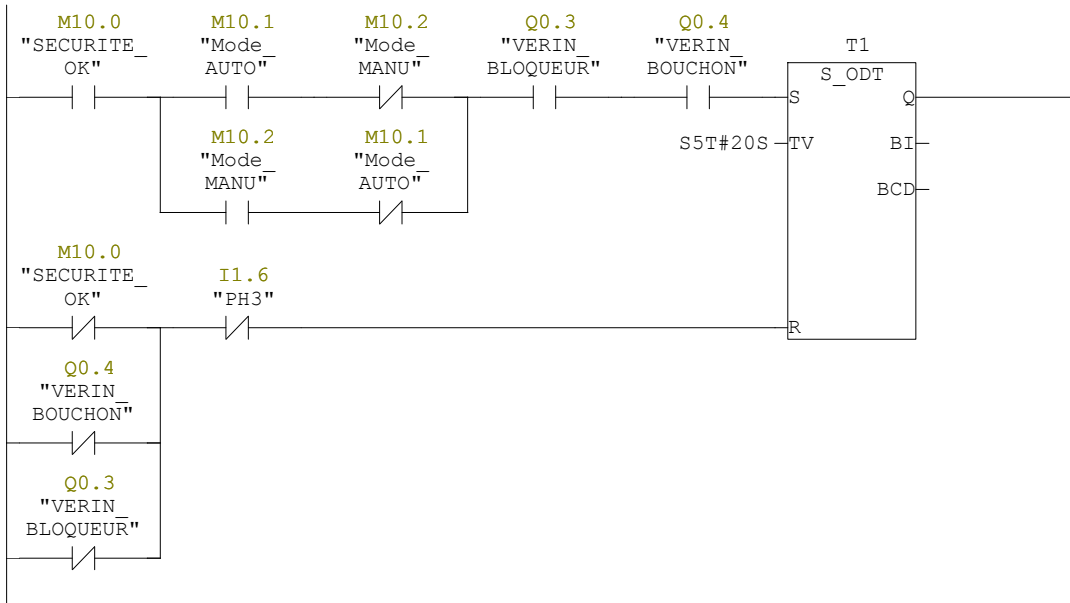
Network: 1



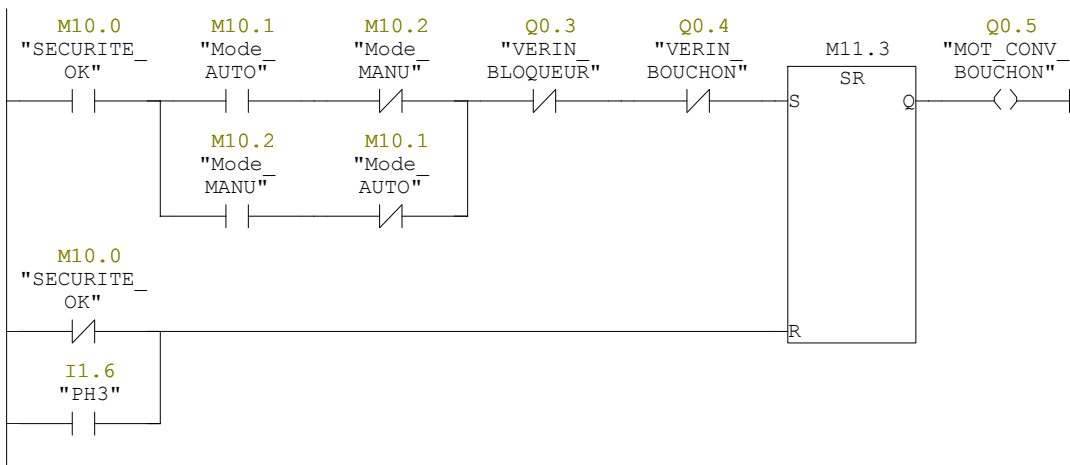
Network: 2



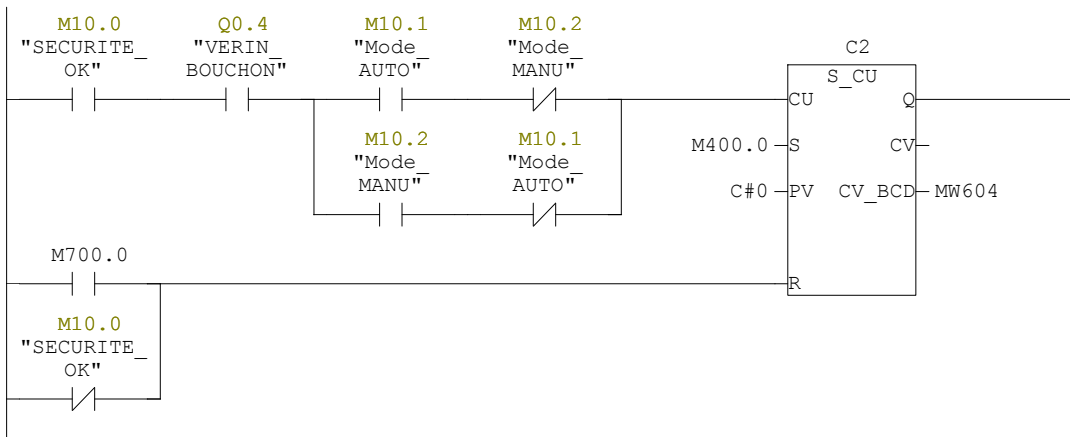
Network: 3



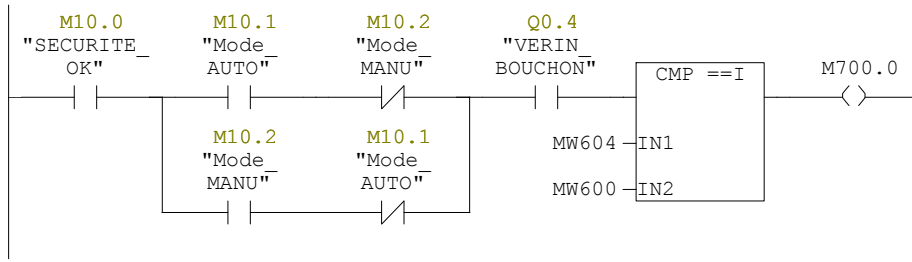
Network: 4



Network: 5



Network: 6



FC4 - <offline>

"ANIMATION"

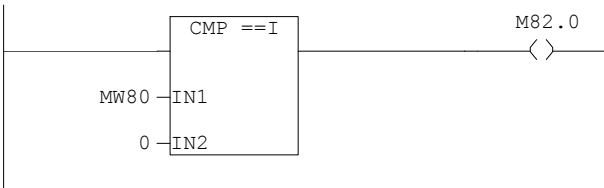
Name:
Author:
Time stamp Code:
Lengths (block/logic/data):

Family:
Version: 0.1
Block version: 2
11/20/2019 11:23:19 AM
11/20/2019 11:18:36 AM
00128 00032 00000

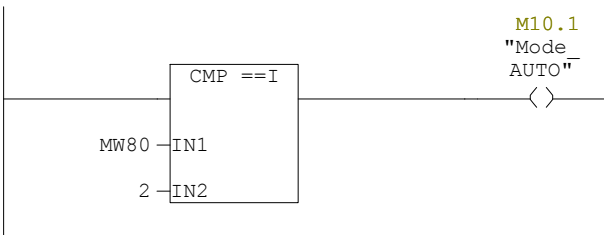
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC4

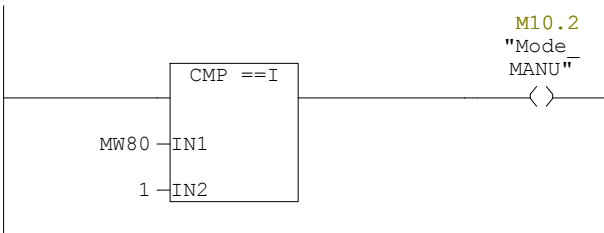
Network: 1



Network: 2



Network: 3



FC5 - <offline>

"MANUEL"

Name:**Family:****Author:****Version:** 0.1**Block version:** 2**Time stamp Code:**

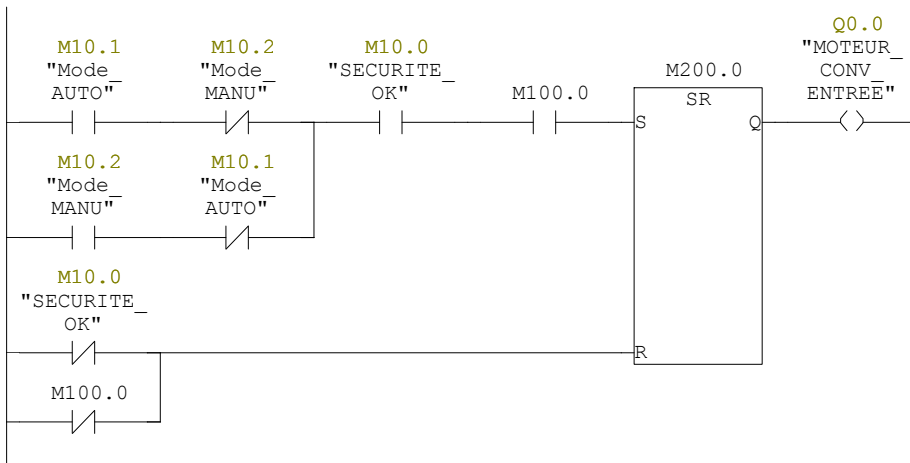
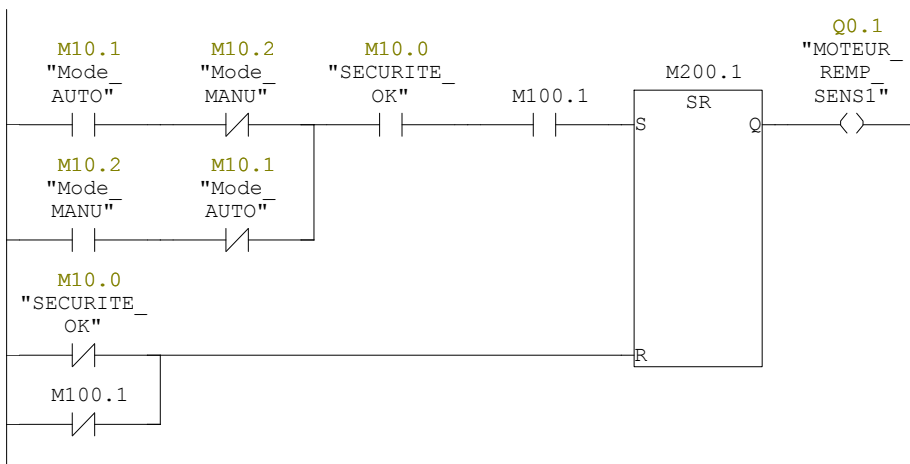
11/20/2019 11:38:21 AM

Interface:

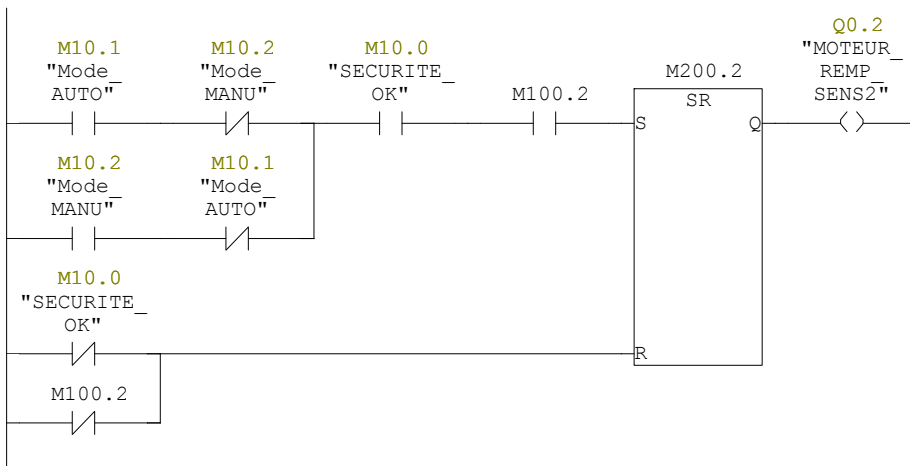
11/20/2019 11:30:26 AM

Lengths (block/logic/data): 00308 00206 00000

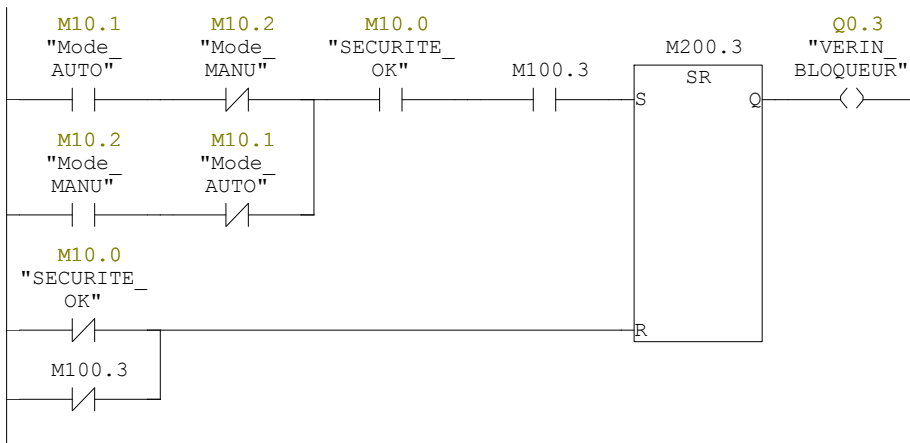
Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC5**Network:** 1**Network:** 2

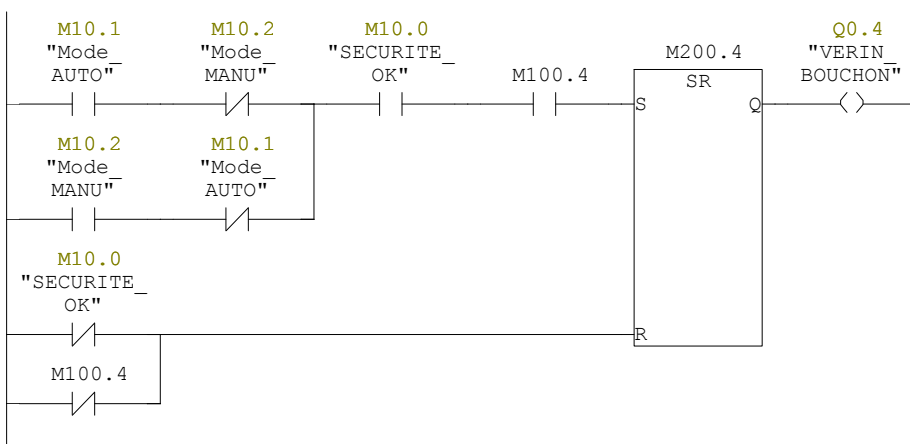
Network: 3



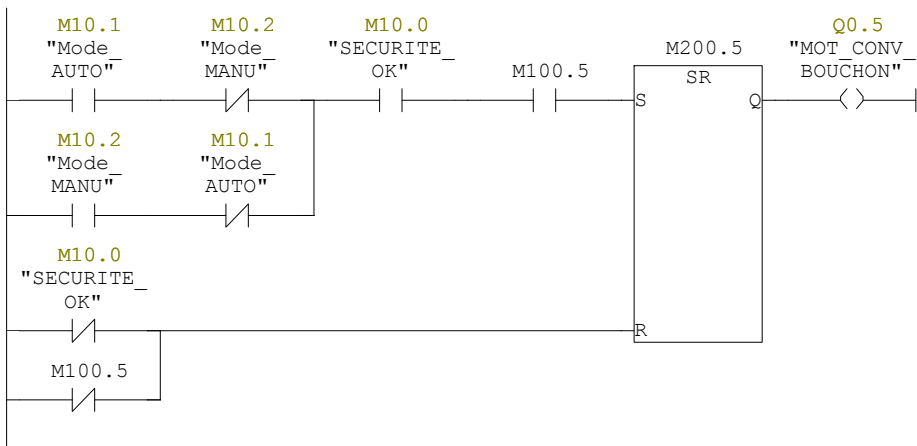
Network: 4



Network: 5



Network: 6



FC6 - <offline>

"ALARMES"

Name:
Author:
Time stamp Code:
Interface:
Lengths (block/logic/data): 00104 00010 00000

Family:
Version: 0.1
Block version: 2
 11/20/2019 12:24:41 PM
 11/20/2019 12:23:12 PM

Name	Data Type	Address	Comment
IN		0.0	
OUT		0.0	
IN_OUT		0.0	
TEMP		0.0	
RETURN		0.0	
RET_VAL		0.0	

Block: FC6

Network: 1



Network: 2



Résumé

Le remplissage est une tâche effectuée par une machine qui emballe des produits liquides tels que des boissons froides ou de l'eau. Ce travail représente les procédures et la simulation d'une ligne de remplissage et de bouchage automatique à l'aide de la PLC (Programmable Logic Control). Le système fonctionne automatiquement en introduisant des produits liquides dans les bouteilles et il est entièrement contrôlé par le PLC, qui constitue le cœur du système. La séquence de fonctionnement du système est conçue en utilisant la technique du schéma à contacts et le logiciel de programmation de l'automate.

Filling is a task carried out by a machine that packages liquid products such as cold drinks or water. This work represents the procedures and the simulation of an automatic filling and capping line using Programmable Logic Control (PLC). The system works automatically by filling liquid products into the bottles and it is fully controlled by the PLC, which acts as the heart of the system. The system sequence of operation is designed by using ladder diagram technique, and the PLC programming software.

التعبئة هي مهمة تقوم بها آلة تقوم بتعبئة المنتجات السائلة مثل المشروبات الباردة أو الماء. في هذا البحث تم تصميم ومحاكاة عمل منظومة لتعبئة السوائل اتوماتيكياً في عبوات وتم التحكم في هذه المنظومة بواسطة المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة والذي تعتبر بمثابة القلب للنظام. برنامج تشغيل المنظومه تم تصميمه (PLC) بأستخدام لغه المخطط السلمي وبرمجيات التحكم المنطقي القابل للبرمجة.