

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi BORDJ BOU-ARRERIDJ

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Filiere : Électronique

Spécialité : Industries électronique

Rapport

*Automatisation D'un Pousseur Dans Une
Chaine De Production
(Programmation Avec STEP7)*

Présenté par : - HADAD Ayoub
- AOUIEUR Boualem
- SAID HADDAD Mohammed

Présenté le : 26 / 06 /2022

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>Dr.Yousfi A</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. Djellal D</i>	<i>MAA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Dr.Bendib Sarra</i>	<i>MCB</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2021/2022

Dédicace

Tout d'abord, je tiens à remercier ALLAH de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à dédier cet humble travail à :

A ma tendre mère et mon très cher père.

A mes sœurs.

*A mon frère **IMRANE**.*

*A mes meilleures amies : **AMINE – MAAMOUNE - BOURHANE***

Tous ceux qui m'aiment et que j'aime.

HADAD AYOUB

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour Dont ils ne cessent de me combler. Que ALLAH leur procure bonne santé et longue vie.

A toute ma famille, et mes amis.

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci ...

SAID HADDAD Mohammed

Dédicace

Je présente mon diplôme et la récolte de ce que j'ai cultivé pendant de nombreuses années pour la science à mes Parents qui sont fatigués et s'efforcent de faire tous les efforts pour poursuivre ma carrière éducative jusqu'à ce que j'atteigne ce moment précieux.

À mes frères : Malak , Hadil , Abd El Nour, Lodjaine et le reste de ma famille Ceux qui ont eu un grand impact en surmontant de nombreux obstacles et difficultés.

Je présente aussi ce projet à ma meilleure amie : Ikram

LAHOUAL de El Bayadh Ça a eu un grand impact sur mon moral

À mes amis : Ayoub, Mohammed, Islam,

Monim, Fares, Moataz Et le reste de mes amis.

A. BOUALEM

Remerciement

Avant tout, nous remercions Allah Tout-Puissant de nous avoir accordé du temps et La puissance du jour nous arrivons aujourd'hui.

*Nous remercions notre encadrante **Mme BENDIB Sara** Qui*

Accompagnez-nous dans ce travail sous ses conseils.

Nous remercions également très sincèrement les membres du jury, ceux qui corrigera cette mémoire

Enfin, nous remercions tous ceux qui nous aident de près ou de loin dans notre travail tant mieux pour ce souvent

Résumé:

Notre projet consiste à automatiser un poussoir pour assurer le transfert des pièces dans une intersection des convoyeurs dans une chaîne de production en utilisant un automate programmable SIMATIC S7-300, effectivement l'automate doit être programmé à l'aide d'un logiciel STEP 7 en langage Ladder.

La réalisation et la simulation des circuits électriques sont effectuées en utilisant le logiciel CADE SIMU.

Mot clés : PLC, SIMATIC Manager, STEP 7, Ladder, Poussoir, CADE SIMU, PLCIM.

الملخص.

مشروعنا هو أتمتة أداة الدفع لضمان نقل الأجزاء في تقاطع الناقلات في خط الإنتاج باستخدام وحدة تحكم

قابلة للبرمجة SIMATIC S7-300 ، في الواقع يجب برمجة وحدة التحكم باستخدام برنامج STEP 7

بلغة Ladder. يتم إنتاج ومحاكاة الدوائر الكهربائية باستخدام برنامج CADE SIMU

الكلمات المفتاحية: MPI ، SIMATIC Manager ، STEP 7 ، Ladder ، Pusher ،

PLCIM ، CADE SIMU

Abstract

Our project is to automate a pusher to ensure the transfer of parts in an intersection of conveyors in a production line using a SIMATIC S7-300 programmable controller, in fact the controller must be programmed using STEP software 7 in ladder language.

The production and simulation of electrical circuits are carried out using the CADE SIMU software.

Keywords: MPI, SIMATIC Manager, STEP 7, Ladder, Pusher, CADE SIMU, PLCIM.

TABLE DES MATIÈRES

Dédicace

REMERCIEMENTS

RÉSUMÉ

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION 01

Chapitre 1: Description de la chaîne de production (Etude d'un système automatisé).

Introduction 03

I-1 Définition la chaîne de production 03

I-2 Chaîne de production industrielle 04

I-3 Avantages de la production en chaîne 04

 I-3-1 Les principaux avantages de la production en chaîne sont 05

I-4 Les composants 05

 I-4-1 moteur triphasé 05

 I-4-2 Les capteurs 05

 a) Les capteurs mécaniques 06

 b) Capteurs de fin de course 06

 I-4-3 Vérin 06

 a) Vérin Double Effet Hydraulique 06

 b) Les Différents Types De Vérins Hydrauliques Double Effet 07

 I-4-4 Les boutons 07

 I-4-5 Les automates programmables industriels (API) 09

 a) Structure de l'automate programmable..... 10

I-4-6 Présentation de l'automate S7-300	11
a) L'automate programmable S7-300 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants	11
b) Caractéristiques de la S7-300	12
Conclusion	12

Chapitre II : Les logiciels de programmation et de simulation

Introduction	14
II .1 Logiciel de programmation STEP 7	14
II .1.1 Tâches fondamentales	15
II .2 Le démarrage du Step7 et la création d'un nouveau projet	16
a) Le bloc d'organisation OB	17
b) Langages de programmation	17
c) Configuration matérielle	19
d) Définition de mnémoniques	21
II .3 La simulation du programme (Simulation S7-PLCSIM.....)	22
II .3 Logiciel des imulation Cade SIMU.....	22
Conclusion	23

Chapitre III : Programmation et simulation

Introduction	27
III-1 Description du cycle de fonctionnement	27
III-2 Présentation du cahier des charges	28
III-3 Création de programme	29
III-3.1 Table des mnémoniques.	29
III-3.2 Programme en langage à contacts sur le bloc OB1	30
III-3.3 Simulation	33
III-4 Réalisation hardware et software	35

III-5 Liste des symboles	45
III-6 Schéma électrique des moteurs des convoyeurs	36
III-6.1 Simulation du circuit électrique précédent des moteurs des convoyeurs ...	36
III-7 schéma électrique des vérins 01 et 02.....	37
III-7.1 Simulation du circuit électrique vérin 02 actionné	38
III-7.2 Simulation du circuit électrique (retour du vérin 02 repos)	38
III-8 Schéma électrique des moteurs de convoyeurs avec PLC	39
III-8.1 Simulation d'un Schéma électrique des moteurs avec PLC ...	39
III-8.2 Schéma électrique des vérins avec PLC	40
III-8.3 Simulation d'un Schéma électrique des vérins avec PLC ...	41
Conclusion	42
Conclusion Générale	44
Référence Bibliographique	

Liste Des Abréviations

API	: Automate Programmable Industriel.
PLC	: Programmable logic controller.
TOR	: Tout Ou Rien.
NO	: Normalement ouvert.
NF	: Normalement fermé.
AC	: Alternative current.
CPU	: Central Processing Unit.
MPI	: Multi Point Interface.
LIST	: Langage liste.
LOG	: langage logigramme.
CONT	: Langage contact.
OB	: Bloc d'Organisation.
PLCSIM	: Programmable logic controller Simulator.

Liste Des Tableaux

CHAPITRE I

Tableau I-1 : Les types de contact selon CEI.

Tableau I-2 : Les symboles de boutons selon CEI

CHAPITRE III

Tableau III-1 : La liste des équipements.

Tableau III-2 : Symbole des équipements.

Liste Des Figures

CHAPITRE I

- Figure I-1** : chaîne de production automatique
- Figure I-2** : Étapes de la production linéaire d'un produit
- Figure I-3** : Moteur triphasé
- Figure I-4** : éléments d'entrées et de sorties d'un capteur
- Figure I-5** : Vérins hydrauliques double effet
- Figure I-6** : la situation de l'automate dans un système automatisé de production
- Figure I-7**: Automate de type compact\Automate de type modulaire
- Figure I-8** : Vue générale de l'automate S7-300

CHAPITRE II

- Figure II-1** : Simatic Manager
- Figure II-2** : Les diverses étapes pour réaliser un projet dans Step7
- Figure II-3** : Fenêtre de création du projet
- Figure II-4** : Fenêtre de choix de la CPU
- Figure II-5** : Sélection des blocs et choix du langage
- Figure II-6** : Nomination du projet
- Figure II-7** : Répertoire de la station SIMATIC et de la CPU
- Figure II-8** : la fenêtre « HW Config » pour la configuration matérielle
- Figure II-9** : Le type d'adressage absolues
- Figure II-10** : La table de mnémoniques (pour démarrer d'un moteur).
- Figure II-11** : Création du programme (langage à contacts, pour démarrer d'un moteur).
- Figure II-12** : lancement de la simulation et chargement du programme
- Figure II-13** : Réglage de paramètres des entrées\sorties
- Figure II-14** : logiciel cad simu.

CHAPITRE III

- Figure III-1** : Pousseur Dans Une Chaîne De Production Programmation.
- Figure III-2** : Configuration matérielle
- Figure III-3** : Table des mnémoniques.
- Figure III-4** : Network 1 : Démarrage d'un moteur 01
- Figure III-5** : Network 2 : Démarrage d'un moteur 02
- Figure III-6** : Network 3 : Vérin à tige entrée (en mode veille).
- Figure III-7** : Network 4 : Vérin1 Débloquer (en mode veille).
- Figure III-8** : Network 5 : Sortie de vérin pour pousser la boîte
- Figure III-9**: Network 6 : sortie le vérin pour empêcher le passage de n'importe quelle boîte
- Figure III-10** : Network 7 : Démarrage du moteur 02
- Figure III-11** : Network 7 : Revenir en mode veille (Vérin à tige entrée).
- Figure III-12** : Simulation de démarrage les deux moteurs.
- Figure III-13** : *simulation de Débloquer d'un vérin1.*

Figure III-14 : Sortir d'un vérin à tige et bloqueur vérin 1

Figure III-15 : Déplacer la boîte dans la chaîne 2 et entrée vérin à tige

Figure III-16 : Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs des convoyeurs

Figure III-17 : simulation d'un schéma électrique de circuit commande et puissance des moteurs

Figure III-18 : Schéma électrique circuit commande et puissance de deux vérins

Figure III-19 : Simulation du circuit électrique le vérin 01 se débloque et le vérin 02 pousse la boîte

Figure III-20 : Simulation du circuit électrique d'un vérin à tige entrée

Figure III-21 : Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs avec PLC

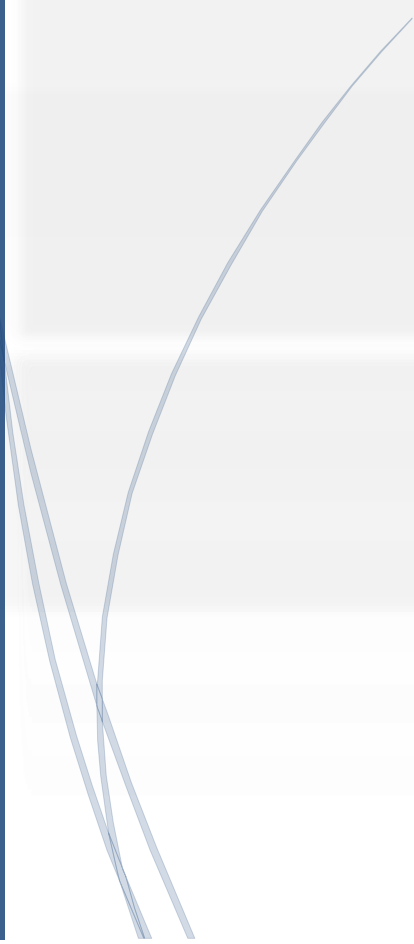
Figure III-22 : simulation d'un Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs avec PLC

Figure III-23 : Schéma électrique des vérins 01 et 02 avec PLC

Figure III-24 : Simulation du circuit électrique avec PLC de sortie les deux vérins

Figure III-25 : Simulation du circuit électrique avec PLC d'un vérin à tige entrée

Introduction générale



Introduction générale

De nos jours, l'utilisation manuelle du port et du transport de marchandises ainsi que de produits est devenue difficile et une perte de temps. Pour éviter ce problème, une machine a été créée pour transporter ces marchandises automatiquement.

Les convoyeurs à rouleaux représentent une solution flexible pour gérer les transits de charges à fond plat dans des courbes ou lignes droites dans une chaîne de production, mais ce type de convoyeurs est très coûteux.

Notre projet consiste à automatiser un pousseur pour assurer le transfert des pièces dans une intersection des convoyeurs dans une chaîne de production en utilisant un automate programmable SIMATIC S7-300, effectivement l'automate doit être programmé à l'aide d'un logiciel STEP 7 en langage Ladder.

La réalisation et la simulation des circuits électriques sont effectuées en utilisant le logiciel CADE SIMU.

Ce projet est organisé comme suit :

Chapitre I : consiste à décrire la chaîne de production, et étudier un exemple de système automatisé qui utilise des dispositifs électriques et électroniques.

Chapitre II : A pour objectif d'étudier le principe du fonctionnement de logiciel STEP7 et CADE SIMU.

Chapitre III : consiste à présenter le cahier des charges, la réalisation hardware et software et la simulation.

En terminant notre projet par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Description de la chaîne de production

(Etude d'un système automatisé).

(Etude d'un système automatisé).

Introduction :

L'automatisme est un système qui, par le moyen de dispositifs mécaniques, pneumatiques, hydrauliques ou électriques, est capable de remplacer l'être humain pour certaines tâches simples ou complexes, les systèmes automatisés font partie de l'environnement de l'être humain. L'automatisation de la chaîne de production de notre projet nécessite des dispositifs électriques et électroniques, pour cela en va étudier les différentes parties qui assurent ce type d'automatisation.

I-1 Définition la chaîne de production :

Une chaîne de production est l'ensemble des opérations de fabrication nécessaires à l'élaboration d'un produit fini, depuis les matières premières jusqu'à la commercialisation. Souvent, les matières premières comme les minerais métalliques, les produits agricoles comme les végétaux d'origine alimentaire ou textile « coton, lin » nécessitent un prétraitement avant de pouvoir être utilisés. Pour les métaux, les processus comprennent l'extraction, le raffinage et la fusion. Pour les plantes, les substances utiles doivent être séparées des enveloppes ou des impuretés et traitées avant le vent. [1]

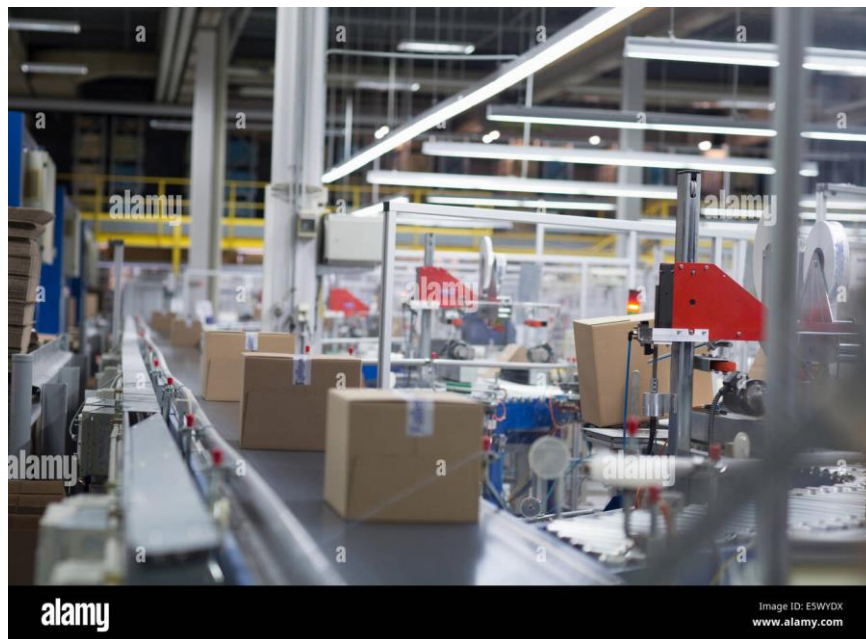


Figure I-1 : chaîne de production automatique.

I-2 Chaîne de production industrielle : les étapes de la création à la vente d'un produit :

- 1-Étude de marché
- 2-Recherche et développement.
- 3-Fabrication d'un concept de produit.
- 4-Test du prototype et essais.
- 5-Production industrielle du produit final.
- 6-Stratégie commerciale.
- 7-Logistique et commercialisation.
- 8-Recyclage industriel. [2]

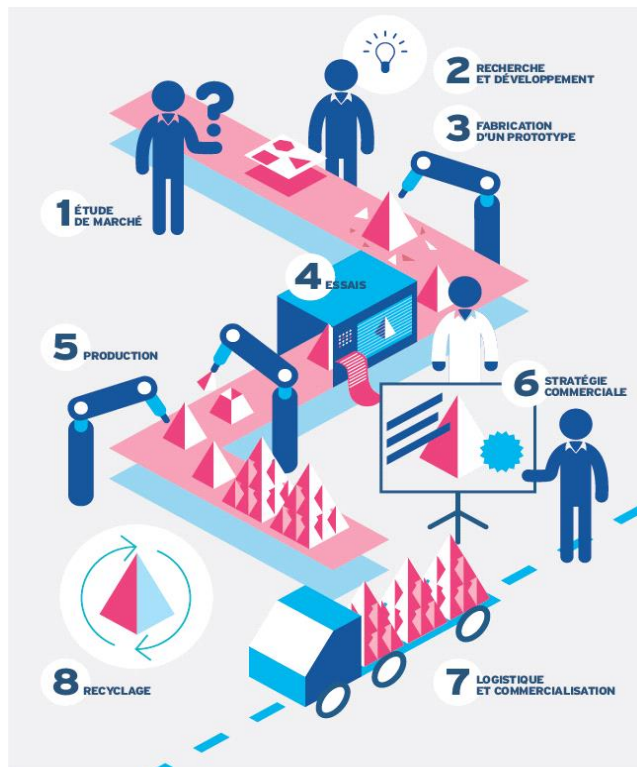


Figure I-2 : Étapes de la production linéaire d'un produit

I-3 Avantages de la production en chaîne :

La production en chaîne améliore la qualité et le rendement de divers produits standardisés dans le processus de production.

I-3-1 Les principaux avantages de la production en chaîne sont :

C'est la clé de ces produits standardisés réalisables. Le processus de normalisation est simple. Cela permet de gagner du temps de fabrication réduire les coûts. La production a tendance à augmenter. [1]

I-4 Les composants :

I-4-1 moteur triphasé : Ce moteur est de type à couple constant, à courant alternatif triphasé, et à collecteur avec sens de rotation réversible, il est équipé d'un ventilateur pour le refroidissement, et est protégé par un relais thermique et des fusibles est formé d'un :

- a) **Stator :** la partie fixe du moteur. Il comporte trois bobinages (ou enroulements) qui peuvent être couplés en étoile Y ou en triangle Δ selon le réseau d'alimentation.
- b) **Rotor :** la partie tournante du moteur. Cylindrique, il porte soit un bobinage (d'ordinaire triphasé comme le stator) accessible par trois bagues et trois balais, soit une cage d'écuréuil non accessible, à base de barres conductrices en aluminium. [3]

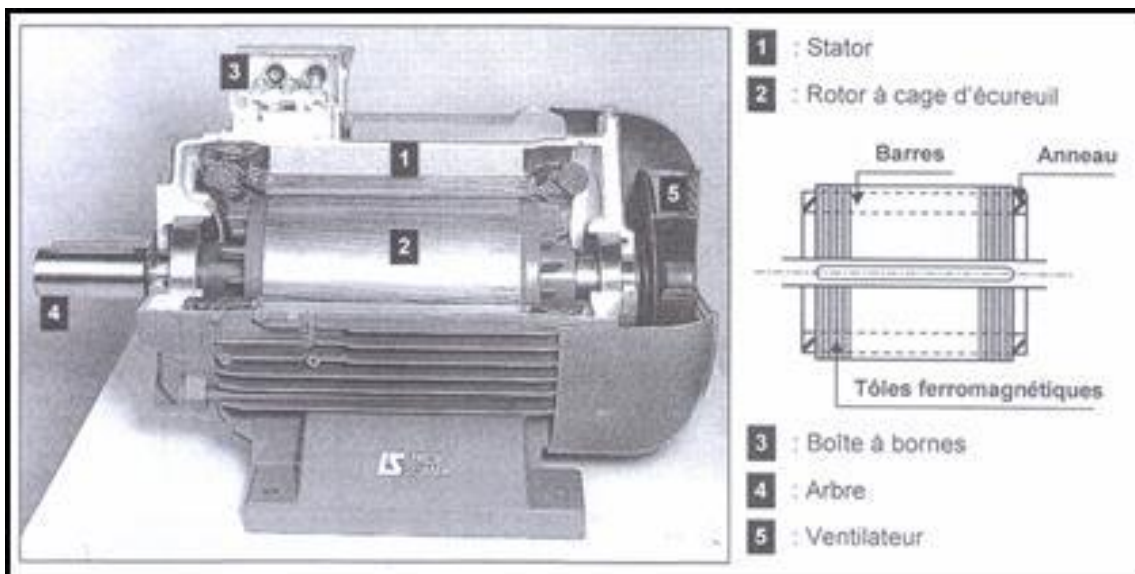


Figure I-3 : Moteur triphasé

I-4-2 Les capteurs :

Un capteur est un dispositif de prélèvement d'information qui transforme une grandeur physique d'entrée, appelée mesurande [m], en une autre grandeur physique de nature différente (très souvent électrique) appelée réponse ou grandeur de sortie [4]

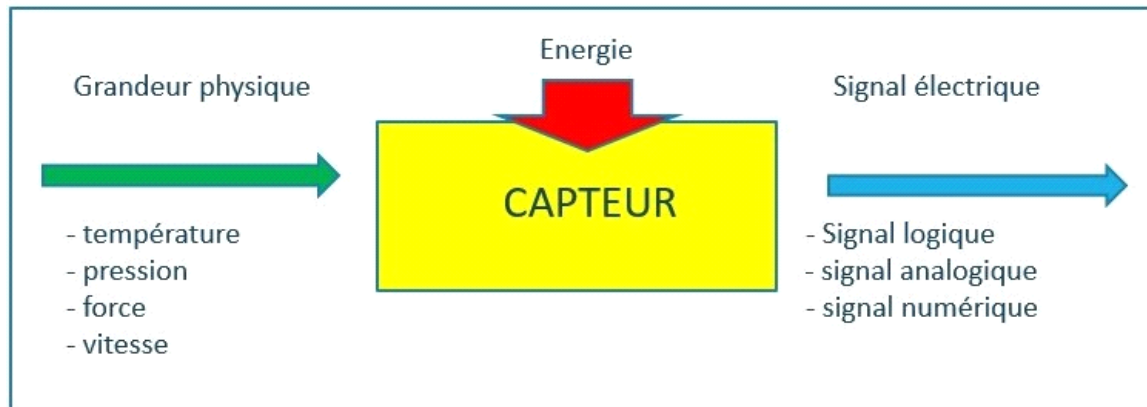


Figure I-4 : éléments d'entrées et de sorties d'un capteur

Il ya différents types de capteurs :

a) Les capteurs mécaniques :

Cette classe de capteur couvre à elle seule, un domaine important, car elle peut englober tout ce qui concerne les facteurs suivants :

- indication de présence.
- Déplacement linéaire et angulaire.
- Vitesse.
- Force.
- Pression.

b) Capteurs de fin de course :

Ces capteurs sont à contact et peuvent être équipés d'un galet, d'une tige souple ou d'une bille. L'information donnée par ce capteur est de type tout ou rien (TOR).

I-4-3 Vérin :

Appareil, généralement hydraulique, de levage ou de poussage de fortes charges sur de très courtes distances. [5]

a) Vérin Double Effet Hydraulique :

Le vérin double effet est un vérin hydraulique dont le piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide sous pression. Il s'agit du vérin le plus utilisé industriellement. Les vérins hydrauliques double effet comportent deux orifices d'alimentation ; la pression du fluide hydraulique est ainsi appliquée alternativement de chaque côté du piston. L'énergie hydraulique se transforme alors en énergie mécanique et entraîne un déplacement dans un sens

puis dans l'autre. Si le vérin double effet peut être utilisé sur de nombreux types de machines de construction, il est particulièrement adapté pour les presses hydrauliques et les hacheuses, l'ouverture ou la fermeture des tiroirs et les applications de levage et de descente en raison de son mouvement linéaire.

b) Les Différents Types De Vérins Hydrauliques Double Effet :

Deux types de vérins hydrauliques double effet peuvent être distingués :

- **Vérin double effet à simple tige** : il est le type de vérin double effet le plus commun, possédant une tige de piston et comportant deux surfaces de travail de taille différente (poussée et traction ou rappel). Il effectue son déplacement dans les deux sens, la force de poussée étant, proportionnellement aux surfaces, supérieure à celle de traction. Ce type de vérin peut être utilisé en différentiel.

- **Vérin double effet à double tige** : Comportant une tige de chaque côté de la surface du piston, les volumes sont égaux dans les deux chambres de pression. La vitesse d'entrée et de sortie du vérin hydraulique est ainsi toujours égale [6].

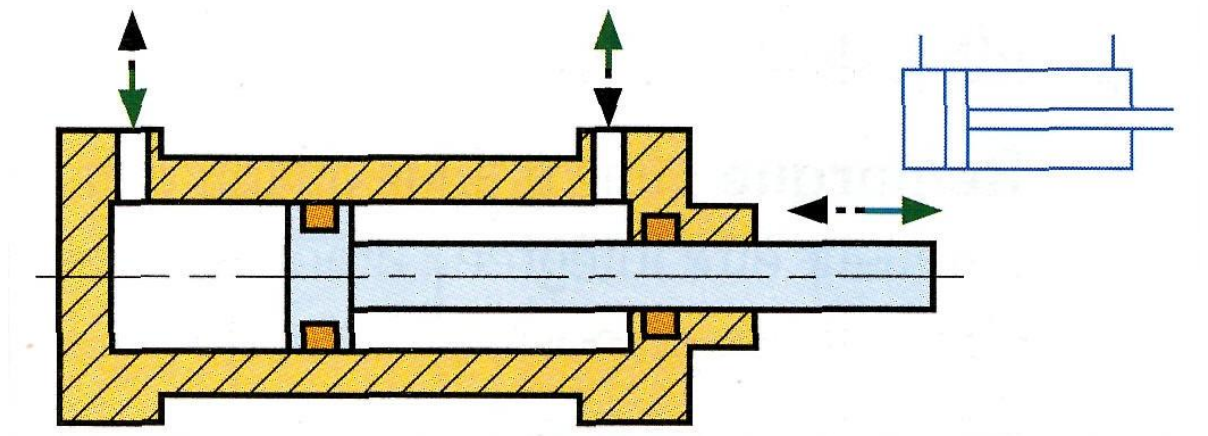


Figure I-5 : Vérins hydrauliques double effet

I-4-4 Les boutons :

Les boutons sont les éléments de dialogue entre l'opérateur et la partie commande. On trouve plusieurs types de boutons (les boutons poussoirs, les boutons tournants...). Chaque type de bouton consiste un contact peuvent être :

- Normalement Ouvert (NO) : le contact électrique est établi par une action sur le bouton.

- Normalement fermé (NF) : le contact électrique est établi sans action. Lorsqu'on fait une action sur le bouton, le contact électrique devient ouvert.

Type de contact	Représentation Verticale	Représentation Horizontale
Contact normalement ouvert NO = Normaly Open <i>(Contact à fermeture)</i>		
Contact normalement fermé NC = Normaly Closed <i>(Contact à ouverture)</i>		

Tableau I-1 : Les types de contact selon CEI.

On peut symboliser les types de boutons le plus couramment utilisés dans le tableau suivant :

Symbole	Désignation
	Bouton poussoir à contact NO Pour (mise en marche)
	Bouton poussoir à contact NF Pour (mise à l'arrêt)
	Bouton tournant avec un contact NF Pour (mise à l'arrêt)
	Contacts 2 directions et 3 positions fixes à bouton tournant
	Contact coup de poing à accrochage contact NF Généralement, pour (mise à l'arrêt d'urgence)

Tableau I-2 : Les symboles de boutons selon CEI.

I-4-5 Les automates programmables industriels (API)

L'automatisation des chaînes de fabrication utilisait auparavant les armoires à relais, après, les chercheurs ont réfléchi à une solution plus facile à modifier et à diagnostiquer par les équipements moins coûteux et surtout plus faciles à modifier. Ce sont les API (Automates Programmables Industriels) ou les PLC en anglais (Programmable Logic Controller).

L'API est un système électronique programmable par un personnel d'automaticiens destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés industriels. Il effectue des fonctions d'automatisme programmées telles que : logique combinatoire, séquençement, temporisation, comptage, calculs numériques, asservissement, régulation...etc.

Il permet de commander, mesurer et contrôler au moyen de signaux d'entrées et de sorties (Numériques ou analogiques) toutes machines ou processus de l'environnement industriel.

Un automate programmable est adaptable à un maximum d'application, d'un point de vue traitement, composants, langage. C'est pour cela qu'il est de construction modulaire.

Le développement de l'industrie à entraîner une augmentation constante des fonctions électroniques présentes dans un automatisme c'est pour ça que l'API s'est substituée aux armoires à relais en raison de sa souplesse dans la mise en œuvre, mais aussi parce que dans les coûts de câblage et de maintenance devenaient trop élevés. [7]

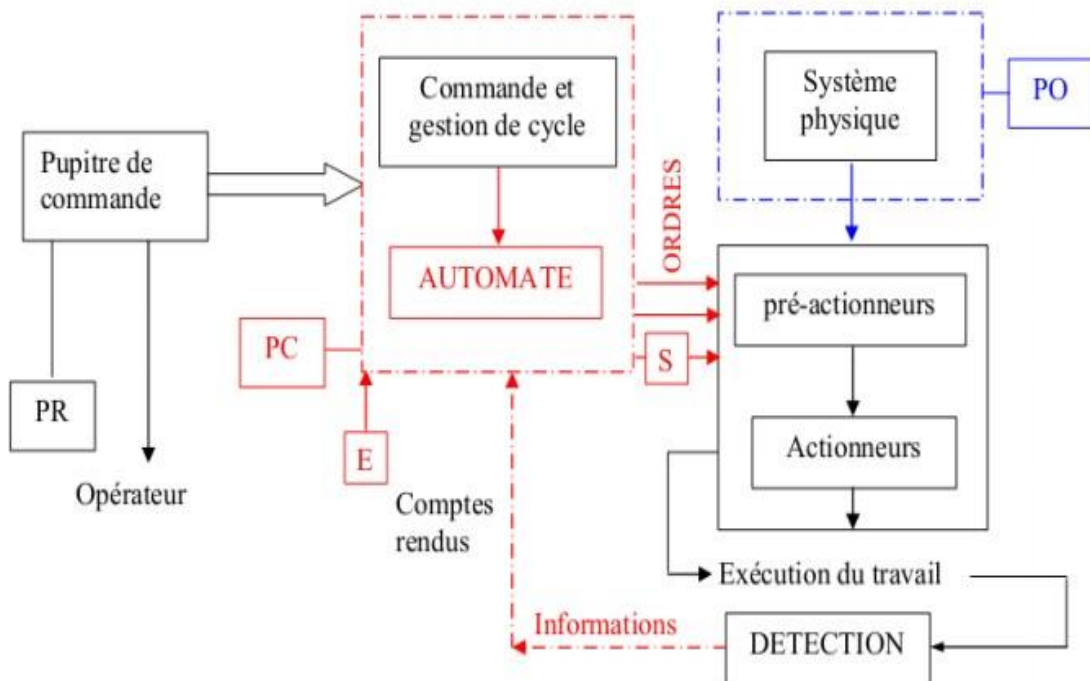


Figure I-6 : la situation de l'automate dans un système automatisé de production

a) Structure de l'automate programmable

- Aspect extérieur

L'aspect des automates change d'un modèle à un autre, mais ils sont placés selon deux types, compact ou modulaire. (Figure I.7) [8]

-Automate de type compact :

Les automates de type compact sont les micro-automates, ils intègrent le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties, ils peuvent réaliser certaines fonctions tels que le comptage rapide, le traitement analogique...etc. Et peuvent recevoir des extensions en nombre limité.

Ces automates de fonctionnement simple sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

- Automate de type modulaire :

Les automates de type modulaire comportent le processeur, l'alimentation et des interfaces d'entrées/sorties séparés dans des modules, des bus et des connecteurs. Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires.

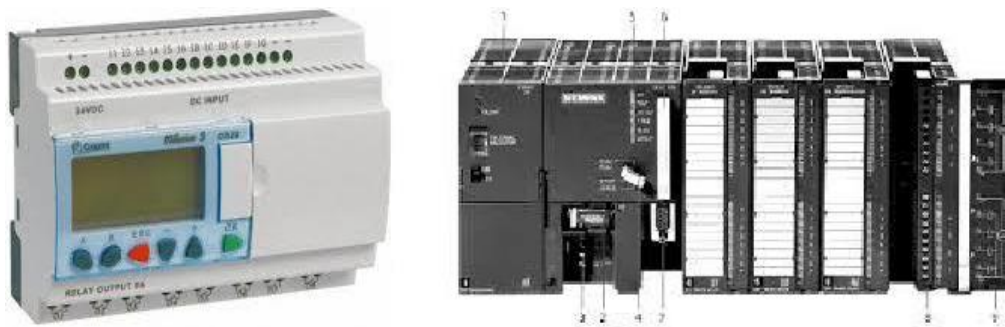


Figure I-7: Automate de type compact \ Automate de type modulaire

- Aspect intérieur : L'automate programmable reçoit les informations relatives à l'état du système et puis commande les pré-actionneurs suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Il se compose donc de quatre grandes parties [9].
- L'alimentation : Les automates actuels sont équipés d'une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) - 24 V (DC). Les entrées sont en 24V DC et une mise à la terre.

Pour raison de sécurité elle comporte des dispositifs de détection de baisse ou de coupure de la tension réseau, et de surveillance des tensions internes. En cas de défaut, ces dispositifs peuvent lancer une procédure prioritaire de sauvegarde.

I-4-6 Présentation de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 appartient à la famille SIMATIC, qui permet la commande des machines et divers installations grâce à son système d'automatisation standard, elle offre une gamme complète de produit et moyens pour la résolution des taches technologiques comme le comptage, temporisation, mesure, régulation...etc. Le SIMATIC S7-300 offre des performances très élevées dans l'automatisation des machines et l'installation industrielle, il dispose de nombreuses fonctions intégrées, on les trouve sous deux formes compacte et modulaire avec un très vaste choix de moules

a) L'automate programmable S7-300 est un automate modulaire qui se compose des éléments suivants :

- CPU (computer process unit) ;
- Un module d'alimentation ;
- Modules de signaux.
- Coupleurs IM.
- Module de communication (CP).
- Modules de fonction FM.
- Modules de simulations (S7 300).

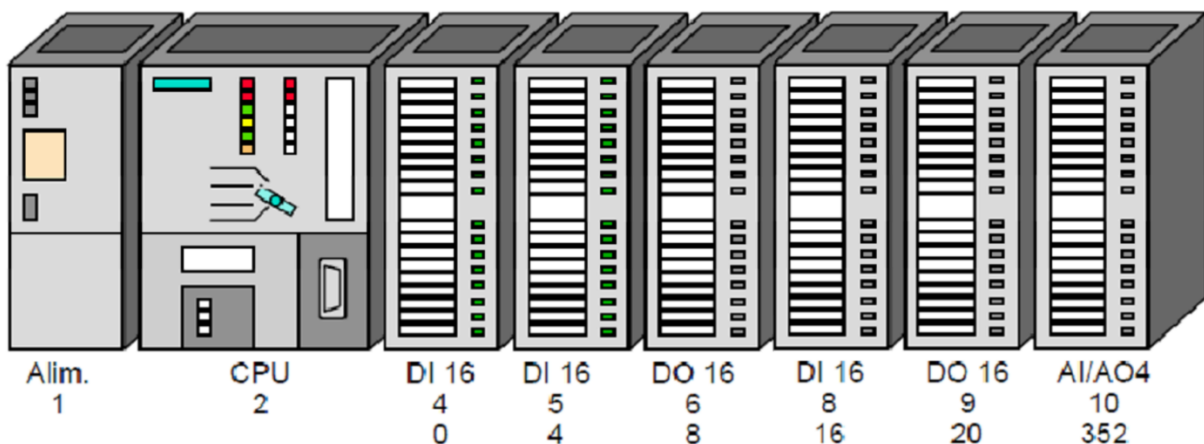


Figure I-8 : Vue générale de l'automate S7-300

b) Caractéristiques de la S7-300 :

- Gamme diversifiée de CPU ;
- Gamme complète de modules ;
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules ;
- Mini automate pour les applications d'entrée/sortie de moyenne gamme ;
- Choix de montage aux différents emplacements ;
- Configuration et programmation à l'aide du logiciel STEP 7 ;
- Logiciel exploitable en temps réel. [10]

Conclusion :

Durant ce chapitre, nous avons décrit les éléments constitutifs du système automatisé utilisé dans notre projet, notamment l'automate S7-300 qui nous permettra avec sa plate-forme d'automatisation universelle d'assurer la commande des actionneurs et des pré-actionneurs à partir des informations logiques, analogique ou numérique. Par la suite on va détailler les logiciels de simulations **Simatic Manager (STEP7)** et **CADE SIMU** et ainsi les langages de programmation utilisés (**Ladder**).



CHAPITRE II

*Les logiciels de programmation et de
simulation*

simulation

Les logiciels de programmation et de

Introduction :

Les automates programmables effectuent des tâches d'automatisation traduites sous forme de programme d'applications. L'utilisateur définit la manière dont l'automate doit commander l'installation par une suite d'instructions. Le programme doit être écrit dans un langage déterminé avec des règles définies pour que l'automate puisse l'exécuter, Pour des applications sur **S7-300** le logiciel le plus performant à l'exécution de ces tâches est **STEP7**

II.1 Logiciel de programmation STEP 7 :

STEP7 est le progiciel de base pour la configuration et la programmation de systèmes d'automatisation SIMATIC, il fait partie de l'industrie logicielle SIMATIC. Il existe en plusieurs versions dans laquelle on a utilisé la version 5.6. Pour des applications sur SIMATIC S7-300/400, le step7 présente des fonctionnalités supplémentaires, tel que [11] :

- Possibilité d'extension grâce aux applications proposées par l'industrie logicielle SIMATIC (voir aussi)
- Possibilités d'extension du logiciel de base STEP 7.
- Possibilité de paramétrage de modules fonctionnels et de modules de communication.
- Forçage et fonctionnement multiprocesseur Communication par données globales Transfert de données commandé par événement à l'aide de blocs de communication et de blocs fonctionnels.
- Configuration de liaisons.



Figure II-1 : Logo de logiciel Simatic Manager.

II.1.1 Tâches fondamentales :

La mise en place d'une solution d'automatisation avec STEP 7 nécessite une réalisation de tâches fondamentales, dont je citerai certains :

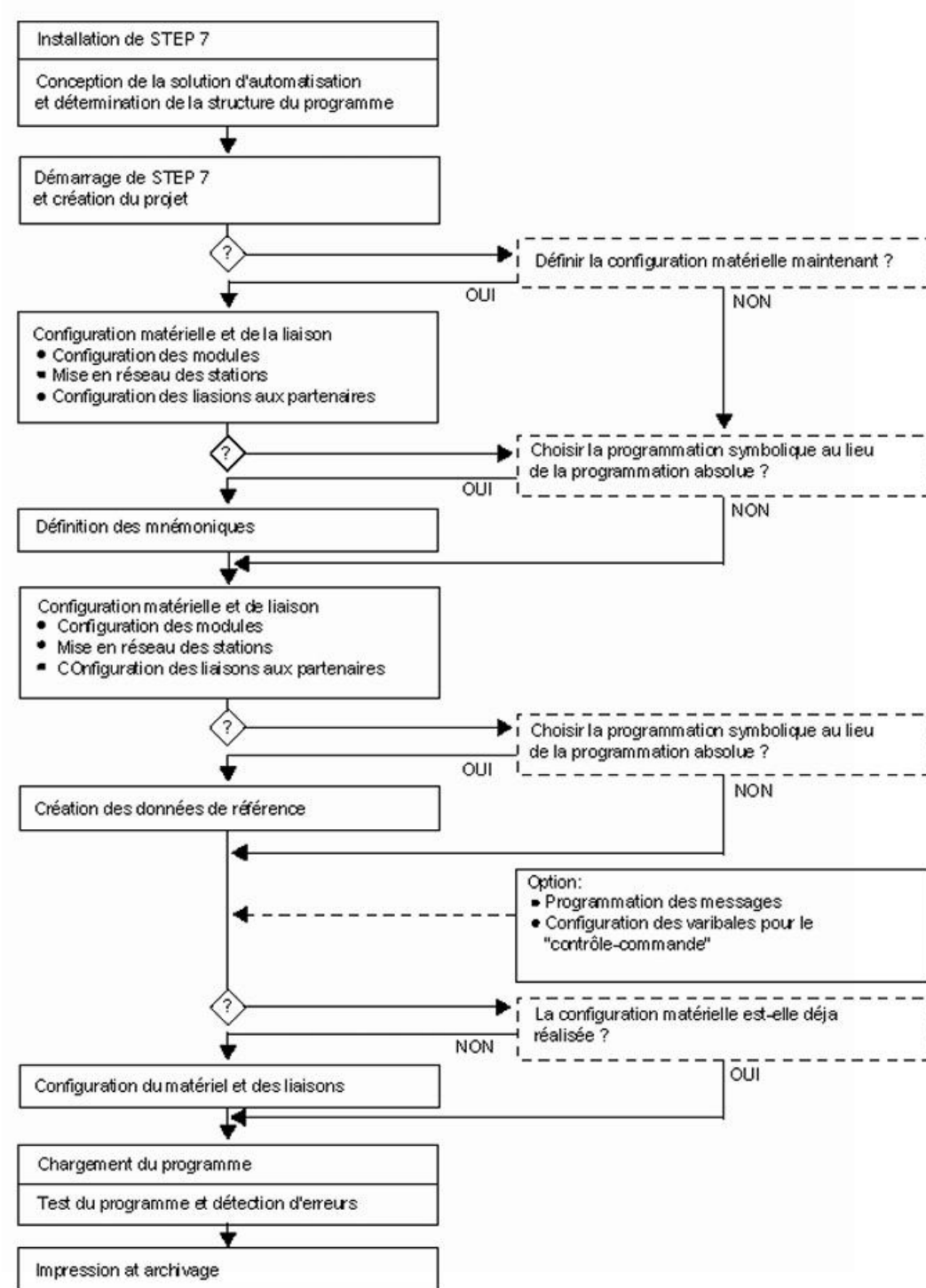


Figure II-2 : Les diverses étapes pour réaliser un projet dans Step7.

II.2 Le démarrage du Step7 et la création d'un nouveau projet :

Lorsque vous lancez **SIMATIC Manager**, la fenêtre suivante (Figure I.11) permet de passer aux étapes de création d'un nouveau projet. À partir d'ici, vous pouvez accéder à toutes les fonctions que vous avez installées, à la fois les logiciels de base et les logiciels optionnels.

Vous pouvez créer des solutions d'automatisation sous forme de "projets".



Figure II-3 : Fenêtre de création du projet.

En cliquant sur l'icône suivant, la fenêtre suivante, nous permet de choisir la **CPU**.

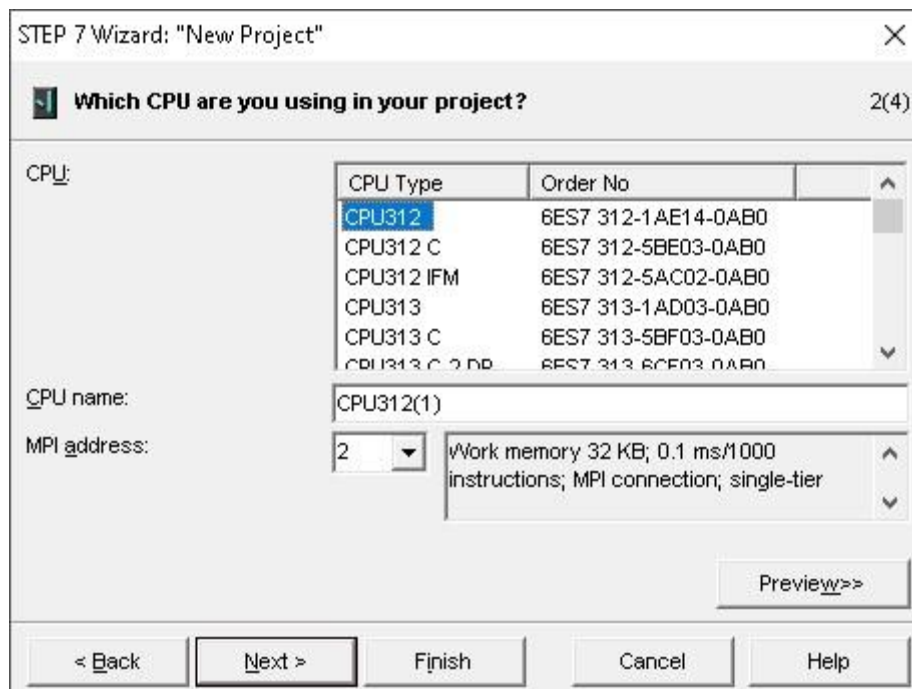


Figure II-4 : Fenêtre de choix de la CPU.

a) Le bloc d'organisation OB :

Après avoir sélectionné le CPU, nous choisirons le bloc d'organisation à utiliser. Ces blocs déterminent la structure du programme utilisateur. A Chaque fois le système d'exploitation de la CPU soit programmé il fait appel aux automates en réponse à un évènement.

Dans ce projet on a choisi le bloc d'organisation OB1, dont lequel L'exécution du programme et les traitements se font de façon cyclique.

b) Langages de programmation :

Lors de la création d'un bloc ou d'une source, on détermine dans les propriétés de l'objet avec quel langage de programmation et quel éditeur on veut écrire ce bloc ou cette source. Pour S7-300 les langages de programmation font partie intégrante du logiciel [12].

• Le langage de programmation (CONT) : Schéma à contacts

Est un langage de programmation graphique. Il utilise une syntaxe avec les schémas de circuits, Il permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

• Le langage de programmation (LIST) : liste d'instructions

Est un langage de programmation textuel proche de la machine; les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, il a été complété par quelques structures de langage évolué.

• Le langage de programmation (LOG) : logigramme

Est un langage de programmation graphique qui utilise les boîtes fonctionnelles de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques. Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les boîtes logiques.

Pour ce projet on a utilisé le langage CONT ou en peut dire le langage LADDER, comme le montre l'image ci-dessous. (Figure I.13)

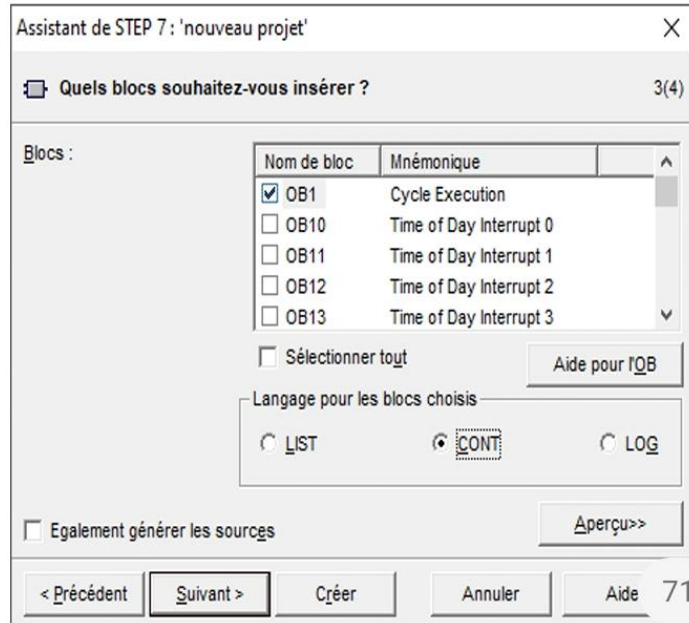


Figure II-5 : Sélection des blocs et choix du langage

Il y a aussi :

- Langage de programmation **SCL** (Structured Control Language)
- Le langage de programmation **GRAPH** (commande séquentielle)
- Le langage de programmation **HiGraph** (graphe d'état)
- Le logiciel optionnel **CFC** (Continuous Function Chart)

En cliquant sur suivant, la création de projet apparaît pour le nommer.

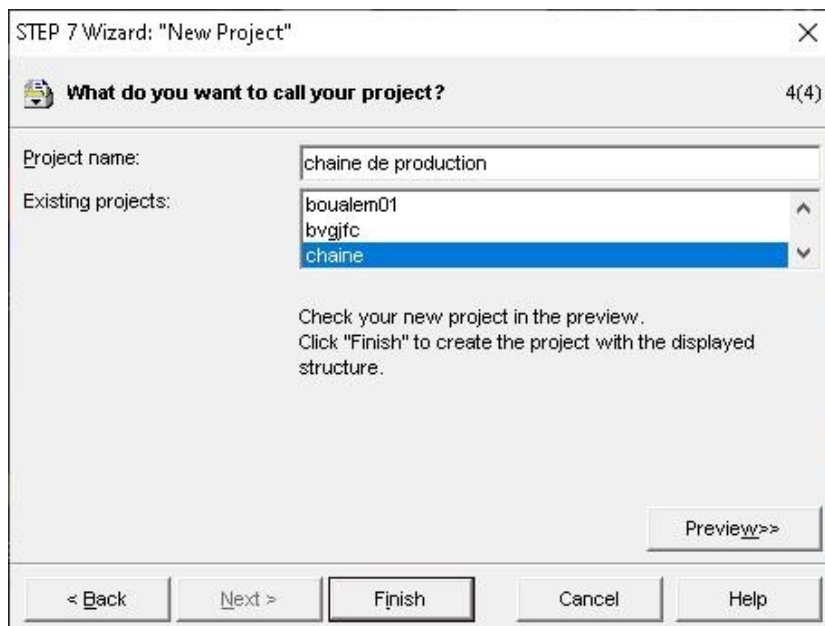


Figure II-6 : Nomination du projet.

On clique sur créer, la fenêtre suivante apparaît.

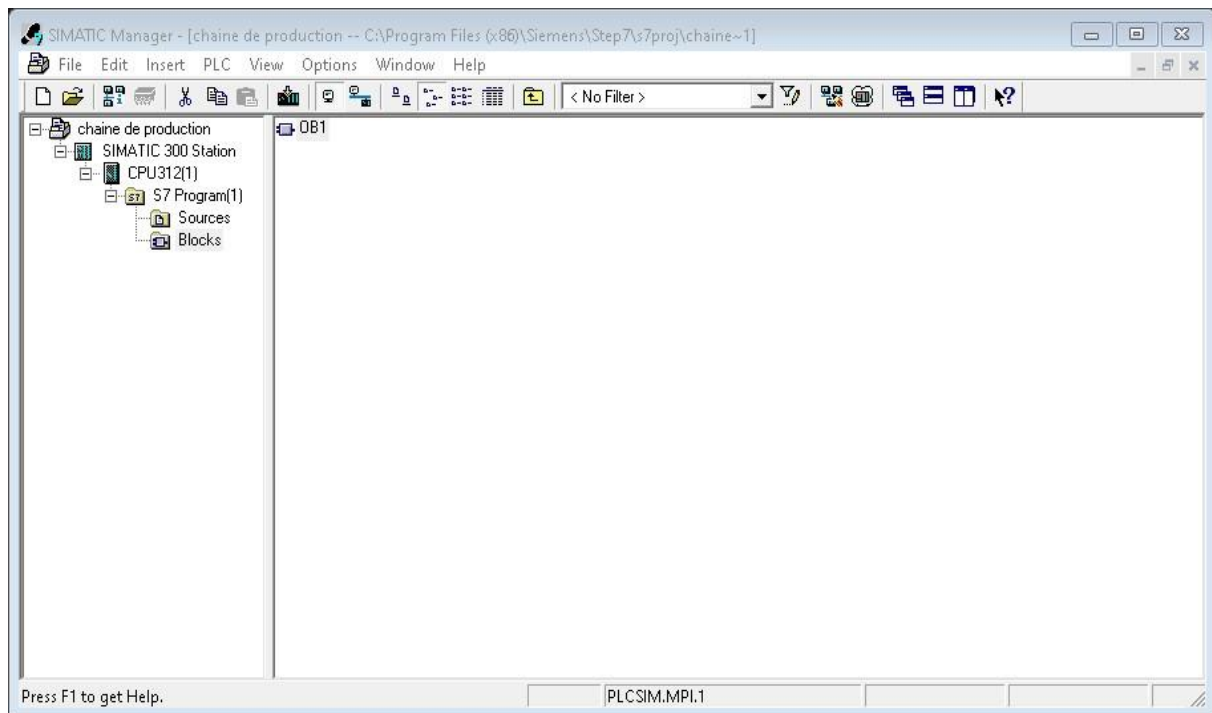


Figure II-7 : Répertoire de la station SIMATIC et de la CPU.

c) Configuration matérielle :

La condition requise à l'établissement d'une communication est l'existence d'un réseau préalablement configuré.

Le terme « configuration » fait référence à l'organisation des racks, des modules, des interfaces d'E / S distribués et interface des sous-modules dans une fenêtre de station.

Les racks sont représentés par une table de configuration permet d'insérer un nombre spécifique de modules, comme un vrai rack.

Le STEP 7 attribue automatiquement une adresse à chaque module dans le tableau de configuration.

Nous pouvons copier notre configuration aussi souvent que nous la souhaitons dans d'autres projets STEP 7, la modifier comme si nécessaire et la télécharger dans une ou plusieurs usines existantes. Lorsque l'automate programmable démarre, la CPU compare la configuration prédéfinie créée dans STEP 7 avec la configuration réelle de l'usine, Toute erreur est donc immédiatement reconnue et signalée [13].

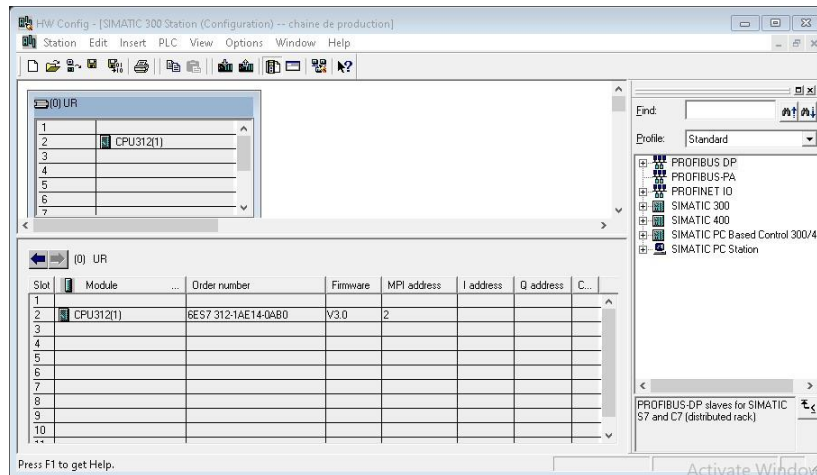


Figure II-8 : la fenêtre « HW Config » pour la configuration matérielle.

D’abord, on sélectionne le dossier **Station SIMATIC 300** et double-clique sur «**Matériel**». Ceci ouvre la fenêtre «HW Config».

Ensuite on a sélectionné les châssis (Racks) électronique.

Après on a passé à l’affectation des modules sélectionnés aux emplacements.

Souhaités dans les racks :

- Le module d’alimentation (PS 307 10A) power supply est placé sur le premier emplacement.
- Module du processeur ou l’unité de traitement (CPU 312C) avec 10 entrées et 6 sorties logiques (DO/DI) et le comptage, il occupe le 2^{ème} et le 3^{ème} emplacement dans le rack.
- On a ajouté aussi une extension des modules des entrées DI 16/ DC 24V (digital input), et des modules de sorties DO16/DC24V/0.5A (digital output).

Pour le paramétrage de la CPU, des menus nous permettent de définir des caractéristiques telles que le comportement à la mise en route et la surveillance du temps de cycle ; le fonctionnement multiprocesseur est possible, les données saisies sont enregistrées dans des blocs de données système.

Pour le paramétrage des modules, des boîtes de dialogue nous permettent de définir tous les paramètres modifiables. Les réglages à l’aide de commutateurs DIP s’avèrent inutiles. Le paramétrage des modules est réalisé automatiquement au démarrage de la CPU, le remplacement d’un module est ainsi possible sans nouveau paramétrage.

Le paramétrage de modules fonctionnels (FM) et de processeurs de communication (CP) s’effectue de manière identique à celui des autres modules dans la configuration matérielle. A

cet effet, des boîtes de dialogues ainsi que des règles spécifiques aux modules sont ainsi mises à disposition pour chaque FM et CP (fournies dans le logiciel fonctionnel du FM/CP). Dans les boîtes de dialogue, le système ne propose que des saisies possibles, ce qui empêche les entrées erronées [14].

d) Définition de mnémoniques :

On peut remplacer les adresses par des mnémoniques locales ou globales avec une désignation plus significative afin de les utiliser dans notre programme ; ils sont destinés pour rendre le programme utilisateur très lisible.

Pour pouvoir remplacer les données globales par des mnémoniques dans un programme, nous devons les affecter dans la table des mnémoniques.

On a utilisé pour cela les adresses absolues qui sont composées d'un identificateur d'opérande et d'une adresse.

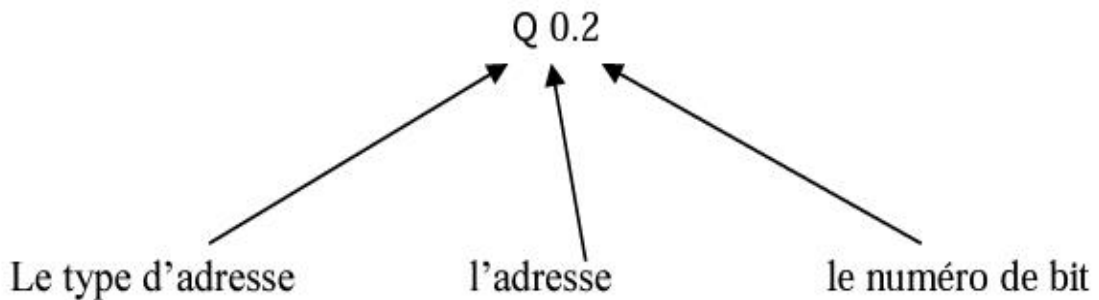


Figure II-17 : Le type d'adressage absolues.

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
1	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
2	bouton poussoir	I 0.0	BOOL	
3	moteur 01	Q 4.0	BOOL	
4				

Figure I-9 : La table de mnémoniques (pour démarrer d'un moteur).

Création du programme sur le bloc OB1 :

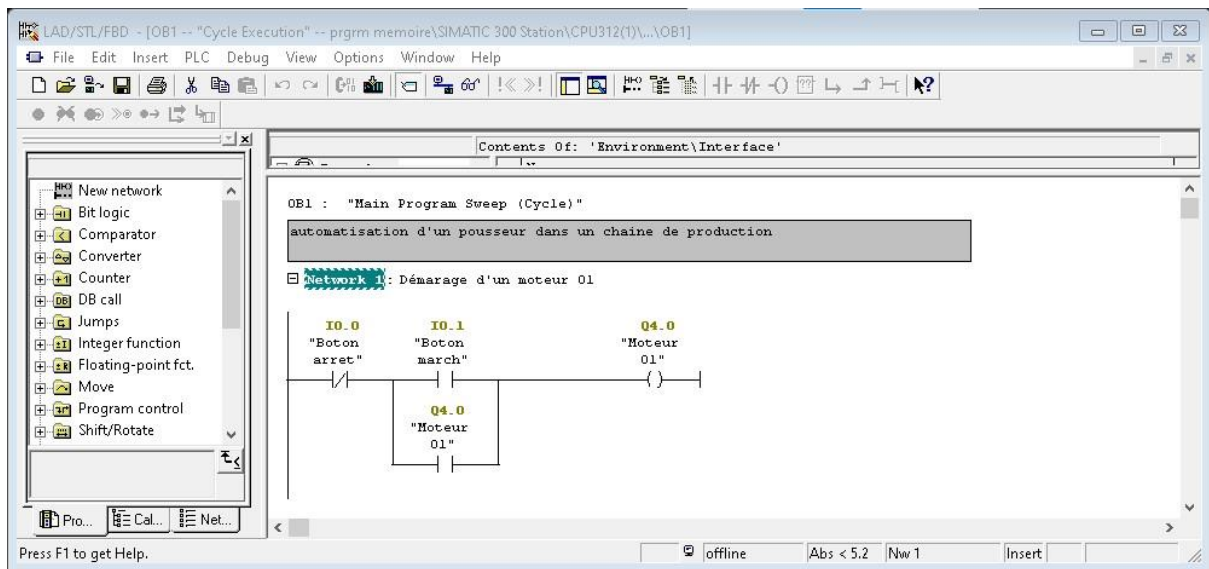



Figure II-10 : Création du programme (langage à contacts, pour démarrer d'un moteur).

II.3 La simulation du programme (Simulation S7-PLCSIM) :

L'application directe peut occasionner des dommages matériels ou des blessures corporelles en cas d'erreurs de programmations. La simulation permet de supprimer ces erreurs dès la phase de test, et dans le cas où nous ne disposerons pas d'un automate.

Après avoir terminé la programmation il est indispensable de visualiser le modèle obtenu et de vérifier et détecter les erreurs logiques de configuration.

Alors ça se fait par S7PLCSIM, le logiciel optionnel de STEP 7 qui permet d'exécuter et de tester ses programmes dans un système d'automatisation connectés à votre outil de développement (PG/PC). Son utilisation suppose que la version de base de STEP 7 est déjà installée. Il n'est pas nécessaire que vous soyez connecté à un matériel S7 quelconque (CPU ou modules de signaux). [13]

- Ouverture et configuration de S7-PLCSIM : l'activation du simulateur, par un clic sur l'icône  « activer ou désactiver la simulation ».
- Chargement de programme dans la CPU pour l'exécuter et le mettre en ligne dans l'automate.

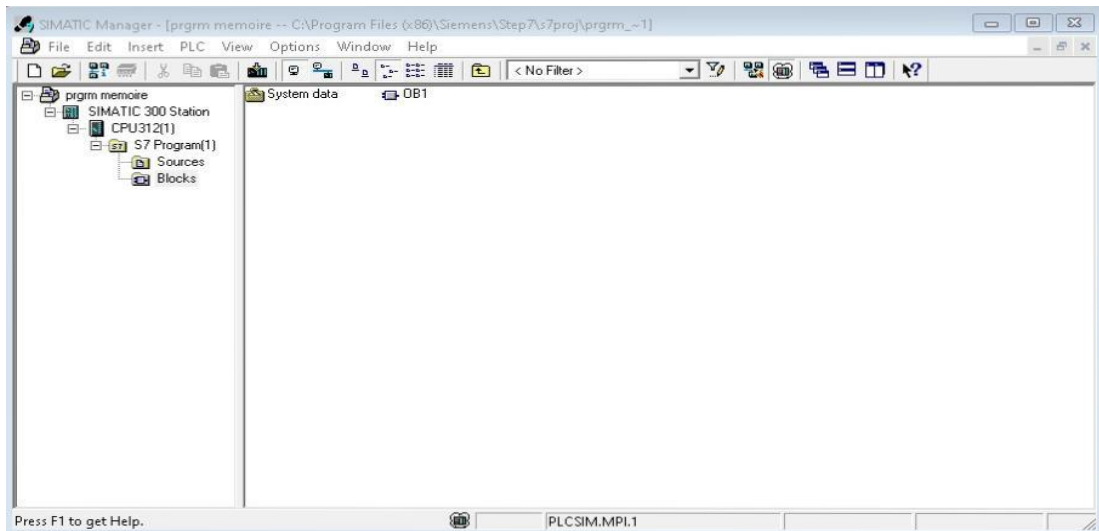


Figure II-11 : lancement de la simulation et chargement du programme.

- Insertion des Entrées, des Sorties, des Mémentos ou des Compteurs utilisées dans le programme que nous désirons tester, et introduire les adresses "EB0" et "OB0" voulues.

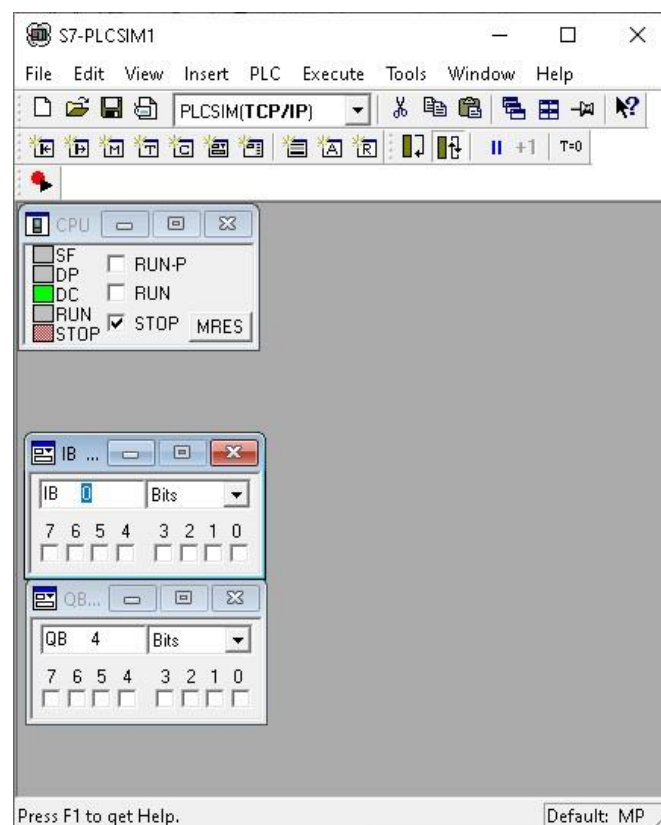


Figure II-12 : Réglage de paramètres des entrées\sorties.

Le mode de représentation d'un lancement dans notre cas, c'est le 'Bits'.

- Lancement de simulation en appuyant sur l'icône RUN-P du commutateur de mode de fonctionnement de la CPU qui se trouve dans le S7-PLCSIM.
- Visualisation du déroulement de la simulation du programme.

II.3 Logiciel des simulation CADE SIMU :

CADE SIMU est un logiciel de Shareware développé par Juan Luiz Villanueva Montoto, ce logiciel simple et permet la création de schémas de câblage vous permet également d'effectuer la simulation de leurs projets. Tout simplement fantastique.

Vous serez impressionné par la capacité de cet outil GRATUIT disponible.

a) **Diagrammes spéciaux Création** : Créez vos diagrammes d'une manière simple et objective sans perdre de temps et avec des ressources importantes et symboles du marché

b) **Simuler Commandes électriques** : Simuler le schéma de contrôle et assurez-vous que cela va fonctionner

c) **Créer Automatisation logique PLC** : Maintenant, avec la nouvelle fonction logique PLC vous faire un saut dans le développement de diagrammes et mieux, vous pouvez simuler toutes les étapes de l'automatisation

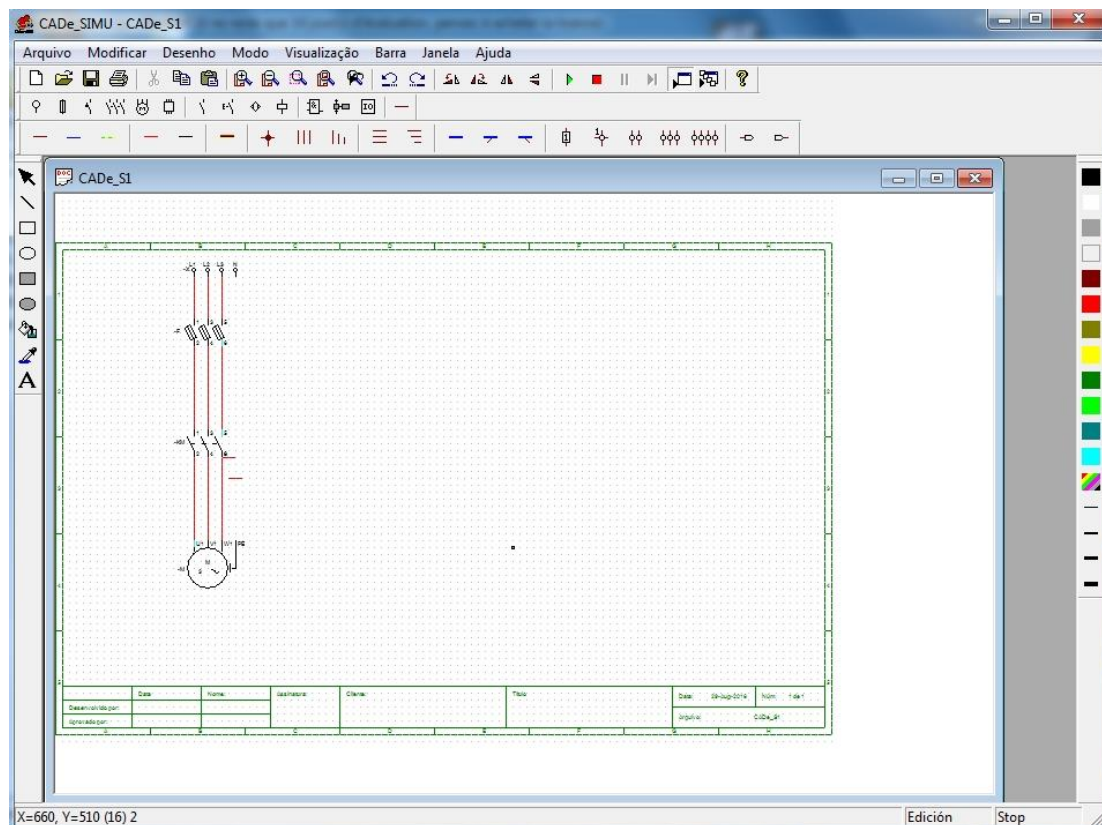


Figure II-13 : logiciel CAD SIMU.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons vu plusieurs notions et généralités concernant les systèmes automatisés en général et la station S7-300 en particulier, et on a présenté le logiciel de programmation SIMATIC STEP7, dont nous avons abordé en détails toutes ses tâches essentielles pour travailler avec dans notre projet d'automatisation. Ce logiciel est adopté également pour la simulation par le PLC Sim, des programmes et des concepts de commande automatisés avant leur implantation sur le système réel.



CHAPITRE III

CHAPITRE III

Programmation et simulation

Programmation et simulation

Introduction :

Dans ce chapitre, nous avons développé le programme de commande de notre système à automatiser, après nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et à vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela, nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est le logiciel optionnel de STEP7. L'application de simulation de module S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans une automate. La simulation étant complètement réalisée au sein du logiciel STEP7, nous avons également créé et simulé les circuits électriques à l'aide du programme CADE SIMU.

III.1 Description du cycle de fonctionnement :

Comme vous pouvez voir dans la figure II-1 qui représente Le cycle de fonctionnement. Cette configuration contient un poussoir actionné par un vérin hydraulique, qui assure le transfert des boîtes d'un convoyeur à un autre perpendiculaire.

Un vérin bloqueur situé dans la chaîne d'arrivage pour éviter la collision des boîtes avec la tige du vérin poussoir lorsqu'est dans l'état d'action.

Le capteur 1 détecte la boîte dans la chaîne d'arrivage et débloque le vérin bloqueur, quand la boîte arrive à la fin du convoyeur le capteur 2 détecte la boîte et actionne le vérin à tige qui pousse la boîte vers le capteur 3 qui est situé dans le début du convoyeur d'évacuation.

Le capteur 3 à son tour ramène l'entrée du vérin à tige. La boîte continue son déplacement sur le convoyeur d'évacuation jusqu'elle atteint le capteur 4.

Le capteur 4 détecte la boîte, et le processus se répète à nouveau dès que le bouton Arrêt (Bouton d'urgence) est renfoncé,

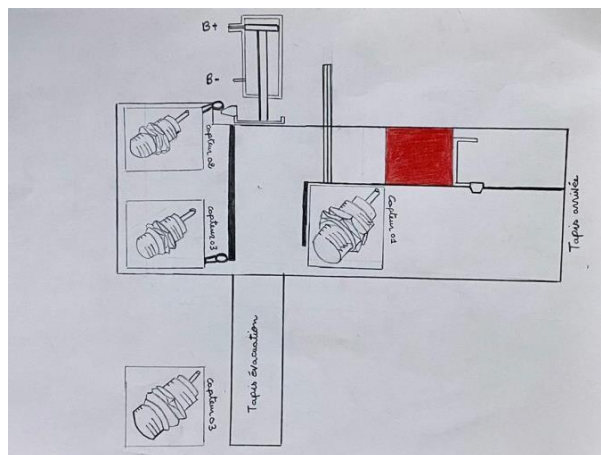


Figure III-1 : Poussoir Dans Une Chaîne De Production Programmation.

III.2 Présentation du cahier des charges :

Les équipements électriques et électroniques constitutifs du notre système sont présentés dans ce cahier des charges :

Équipement	Caractéristique	Rôle	Quantité
Automate Programmable Industriel (API)	SIEMENS CPU312 DI10/DO6	Fonctionnement et contrôle la Chaîne de production.	1
Moteur triphasés	Moteur AC 380V	Assure le déplacement de la Chaîne de production.	2
Capteur de position	Détecteurs de proximité sans contact (signal tout ou rien)	Détection de position de la boîte.	4
Bouton poussoir	Bouton Arrêt d'urgence (No)	Pour l'arrêt d'urgence.	2
	Bouton Marche (NC)	Pour démarrage d'un les deux Moteurs.	
Vérin hydraulique	Vérin linaires double effet	Pour bloquer et débloquer le passage.	2
		Vérin à tige pour pousser les boîtes.	
Distributeur	4/2 Bistable	Commandé les vérins.	2
Relais thermique	Relais AC 380v	Sécurité d'un Moteur.	2

Tableau III-1 : La liste des équipements.

III.3 Création de programme :

Après la création de projet il faut assurer la tâche de la configuration matérielle c-à-d le choix de type de CPU et les modules d'entrées et de sorties :

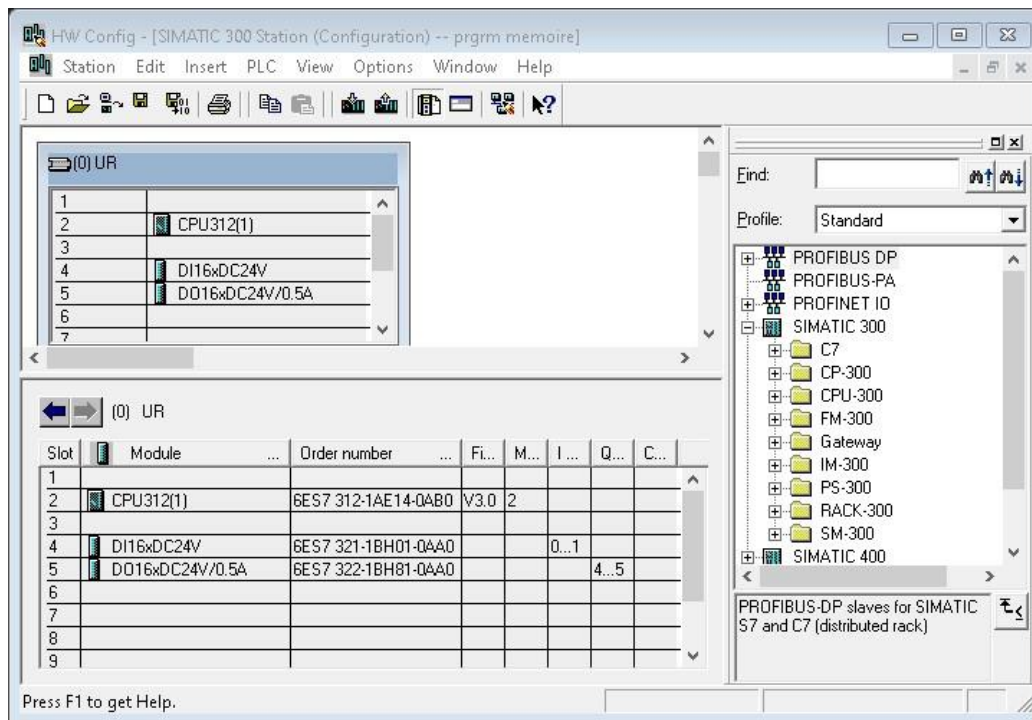


Figure III-2 : Configuration matérielle.

III.3.1 Table des mnémoniques.

Déclaration des variables ou la table des mnémoniques contiennent l'adresse symbolique des variables.

Allez dans le classeur "programme S7" et double-cliquez sur "Mnémoniques". La table des mnémoniques s'ouvre alors.

Définissez les noms de mnémoniques souhaités dans la table de mnémoniques.

Status	Symbol	Adresse	Data type	Comment
1	Boton arret	I 0.0	BOOL	
2	Boton march	I 0.1	BOOL	
3	Capteur 01	I 0.2	BOOL	
4	Capteur 02	I 0.3	BOOL	
5	Capteur 03	I 0.4	BOOL	
6	Capteur 04	I 0.5	BOOL	
7	Cycle Execution	OB 1	OB 1	
8	Moteur 01	Q 4.0	BOOL	
9	Moteur 02	Q 4.1	BOOL	
10	Vérin Débloqueur	Q 4.2	BOOL	
11	Vérin Bloqueur	Q 4.3	BOOL	
12	Vérin à tige entrée	Q 4.4	BOOL	
13	Vérin à tige sortie	Q 4.5	BOOL	
14				

Figure III-3 : Table des mnémoniques.

III.3.2 Programme en langage à contacts sur le bloc OB1 :

Le programme est structuré dans des réseaux ou chaque réseau contient un commentaire descriptif sur son rôle :

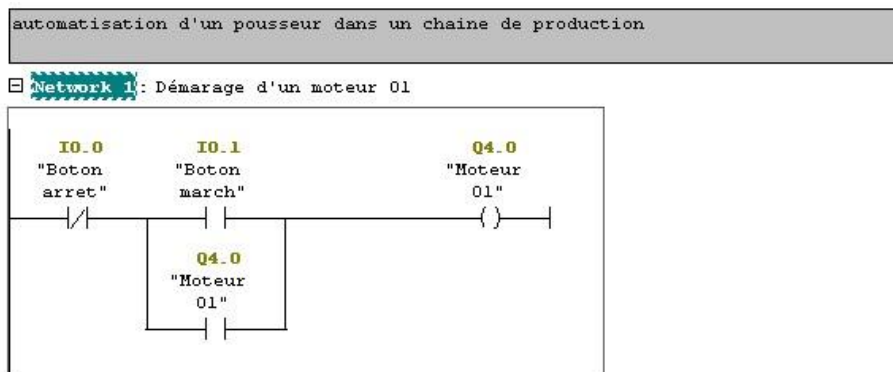


Figure III-4 : Network 1 : Démarrage d'un moteur 01.

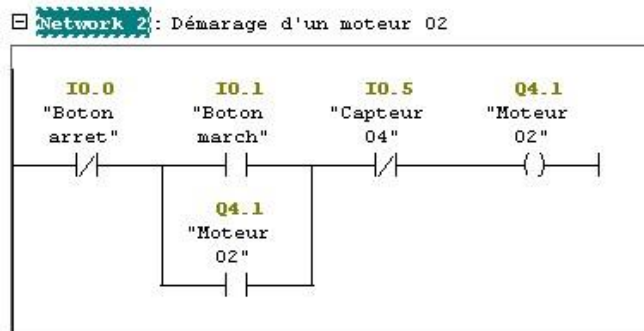


Figure III-5 : Network 2 : Démarrage d'un moteur 02.

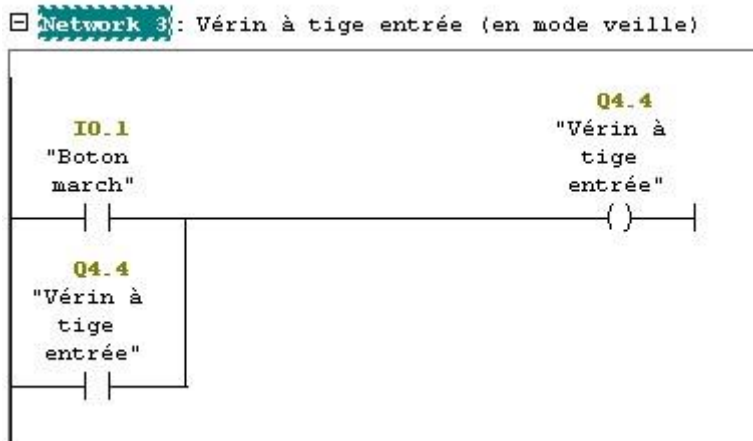


Figure III-6 : Network 3 : Vérin à tige entrée (en mode veille).

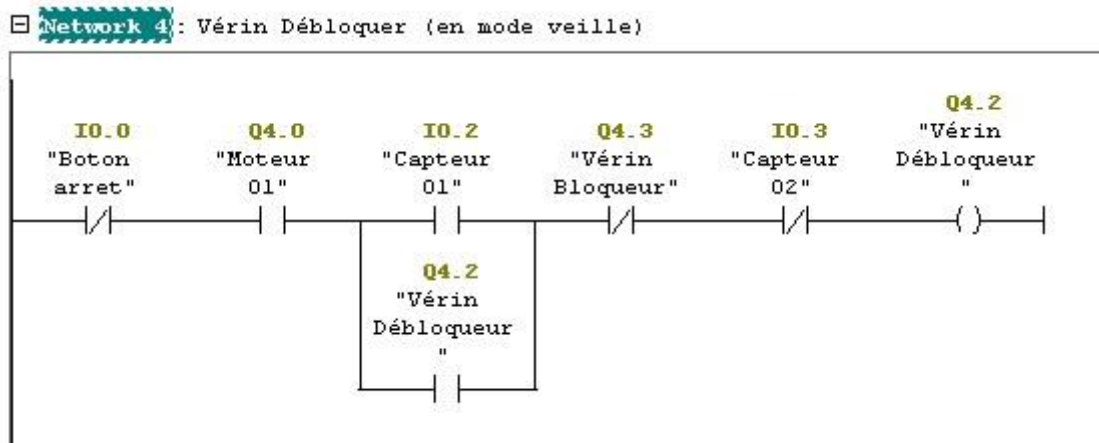


Figure III-7 : Network 4 : Vérin1 Débloquer (en mode veille).

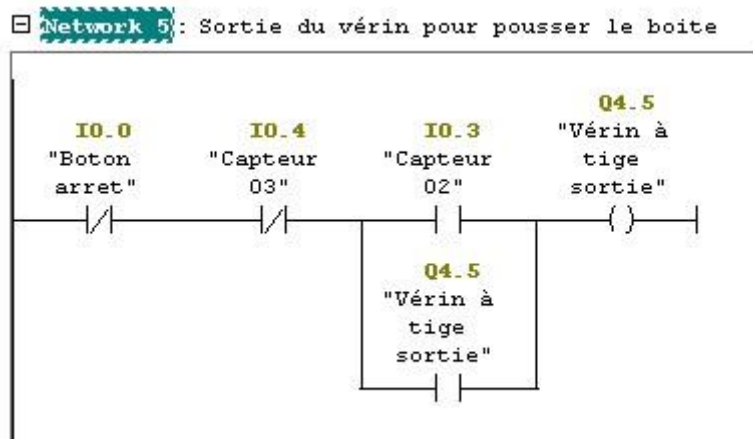


Figure III-8 : Network 5 : Sortie de vérin pour pousser la boite.

□ Network 6: sortie la vérin pour empêcher le passage de n'importe quel boite

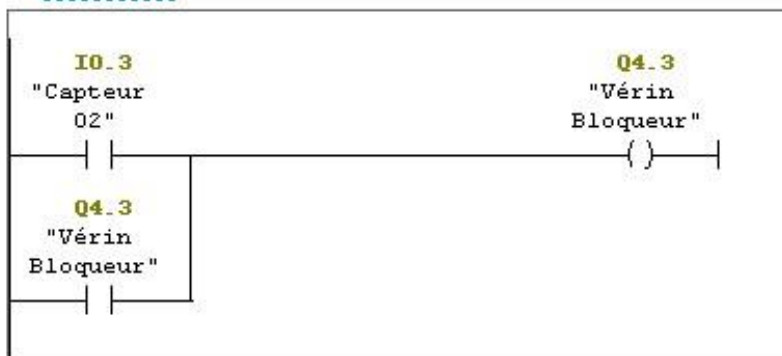


Figure III-9: Network 6 : sortie le vérin pour empêcher le passage de n'importe quelle boite.

□ Network 7: Démarrage d'un moteur 02

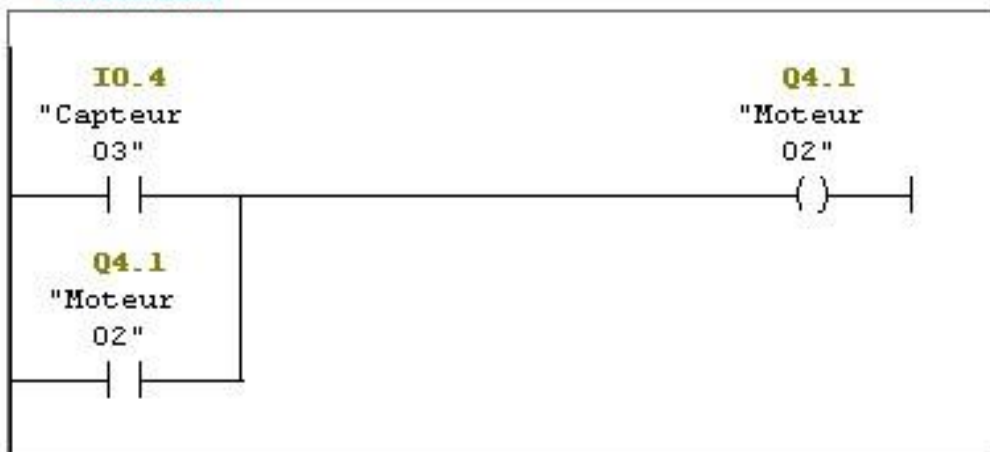


Figure III-10 : Network 7 : Démarrage du moteur 02.

□ Network 8: Revenir en mode veille (Vérin à tige entrée)

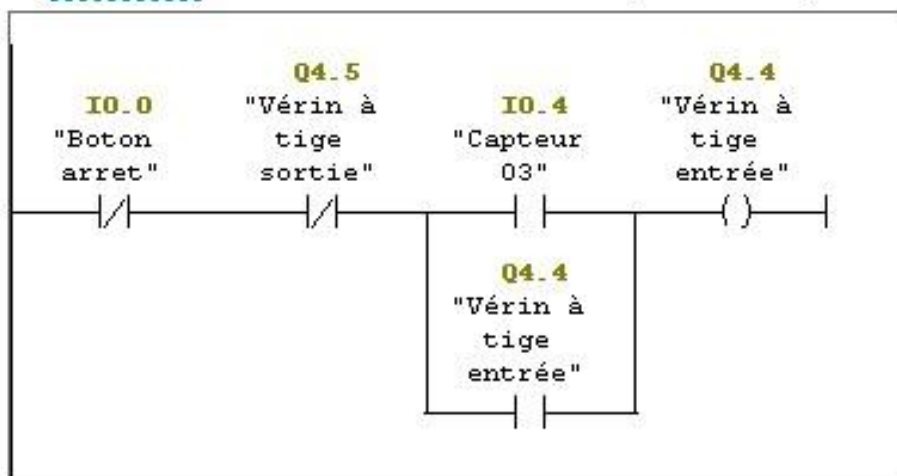


Figure III-11 : Network 7 : Revenir en mode veille (Vérin à tige entrée).

III.3.3 Simulation :

Pour valider le programme précédent, on utilise le simulateur S7-PLCSIM. Les résultats de simulation sont représentés dans les figures suivantes :

- a) Lorsque BM est cliqué, les moteurs m1 et m2 tournent automatiquement selon les conditions initiales.

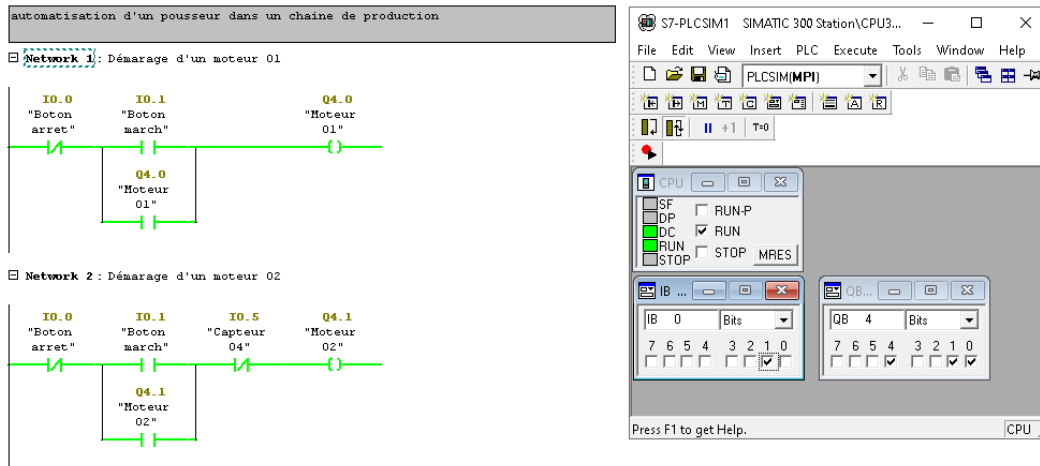


Figure III-12 : Simulation de démarrage des deux moteurs.

- b) Au début, la vérin 1 est bloqué lorsque détecter le capteur 1 la boîte signalant la vérin débloquer.

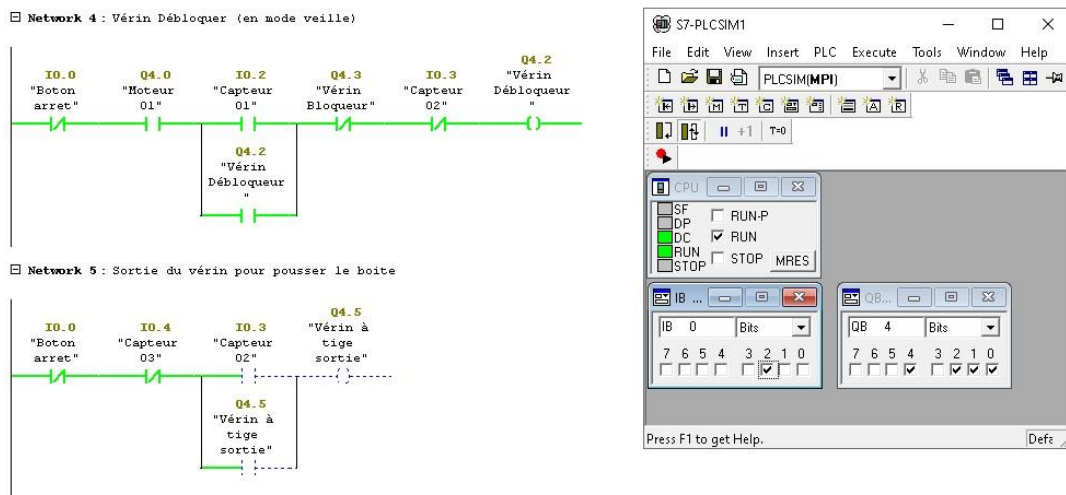


Figure III-13 : simulation de Débloquer d'un vérin 1.

- c) Au passage de la boîte, elle est captée par le capteur 2 qui sortir la vérin à tigeCe qui pousse la boîte à la deuxième chaine de productionRemettre la vérin1 en mode bloqué.

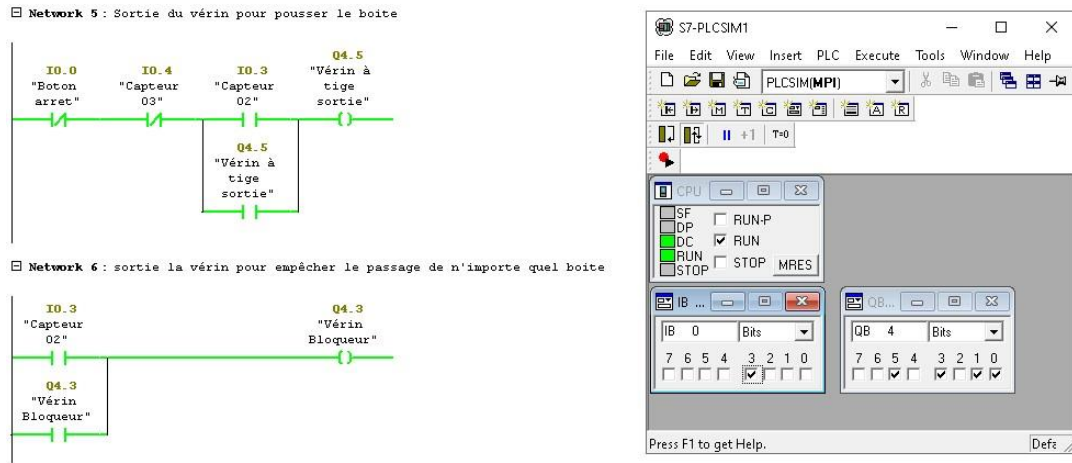


Figure III-14 : Sortir d'un vérin à tige et bloqueur vérin 1.

- d) Après que le vérin à tige ait poussé la boîte, le capteur 3 est capture, ce qui ramène le cylindre à l'intérieur

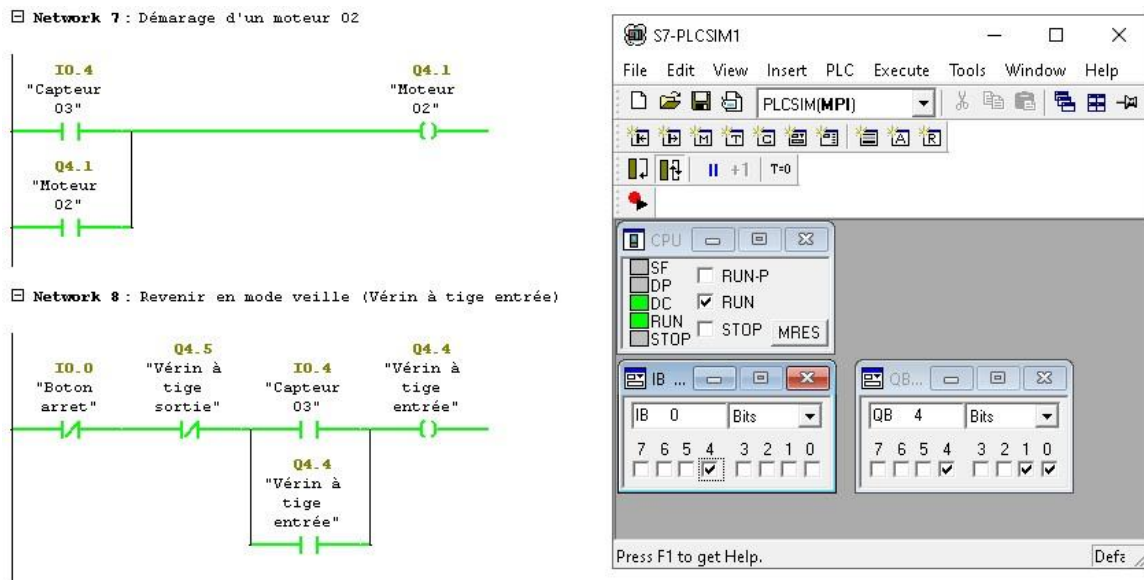


Figure III-15 : Déplacer la boîte dans la chaine 2 et entrée vérin à tige

III.4 Réalisation hardware et software :

Effectivement, la réalisation hardware et software de notre système est représenté en câblant nos appareils électriques et électroniques, Pour cela, nous avons utilisé le programme de simulation CADE SIMU, dont nous avons parlé précédemment et sa mise au point sous la forme d'un circuit électrique équipé d'automates programmable industrielle PLC 1200. Les symboles utilisés dans la simulation sont présentés dans le tableau III-2. Le câblage de nos équipements est simplifié sur les schémas électriques représenté dans la figure III.15

III-5 Liste des symboles :


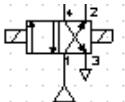
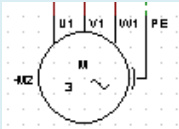
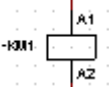
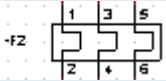
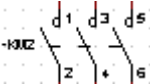


Symbole	Désignation
	Détecteur de position avec levier à galet NO
	Distributeur 4/2 Bistable
	Moteur triphasés AC 380V
 A1et A2	Bobine contacteur , relais AC 380V
	Relais Thermique
	Contacteur III
	Bouton poussoir START
	Bouton poussoir STOP

Tableau III-2 : Symbole des équipements

III.6 Schéma électrique des moteurs des convoyeurs :

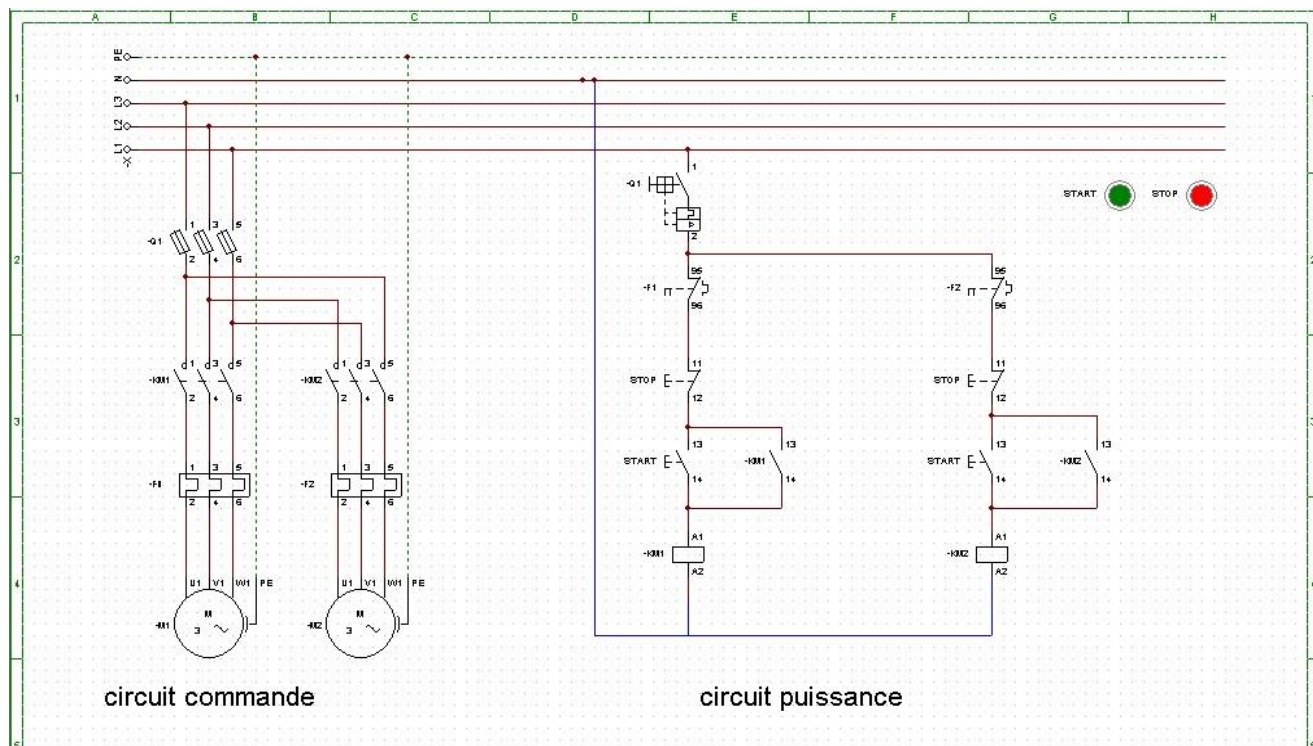


Figure III-16 : Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs des convoyeurs.

III.6.1 Simulation du circuit électrique précédent des moteurs de convoyeurs :

Après avoir appuyé sur le bouton de simulation et fermé le disjoncteur, on appuie sur le bouton START et on remarque le démarrage des moteurs. Pour arrêter les moteurs, appuyez sur le bouton STOP.

Comme le montre la figure suivante :

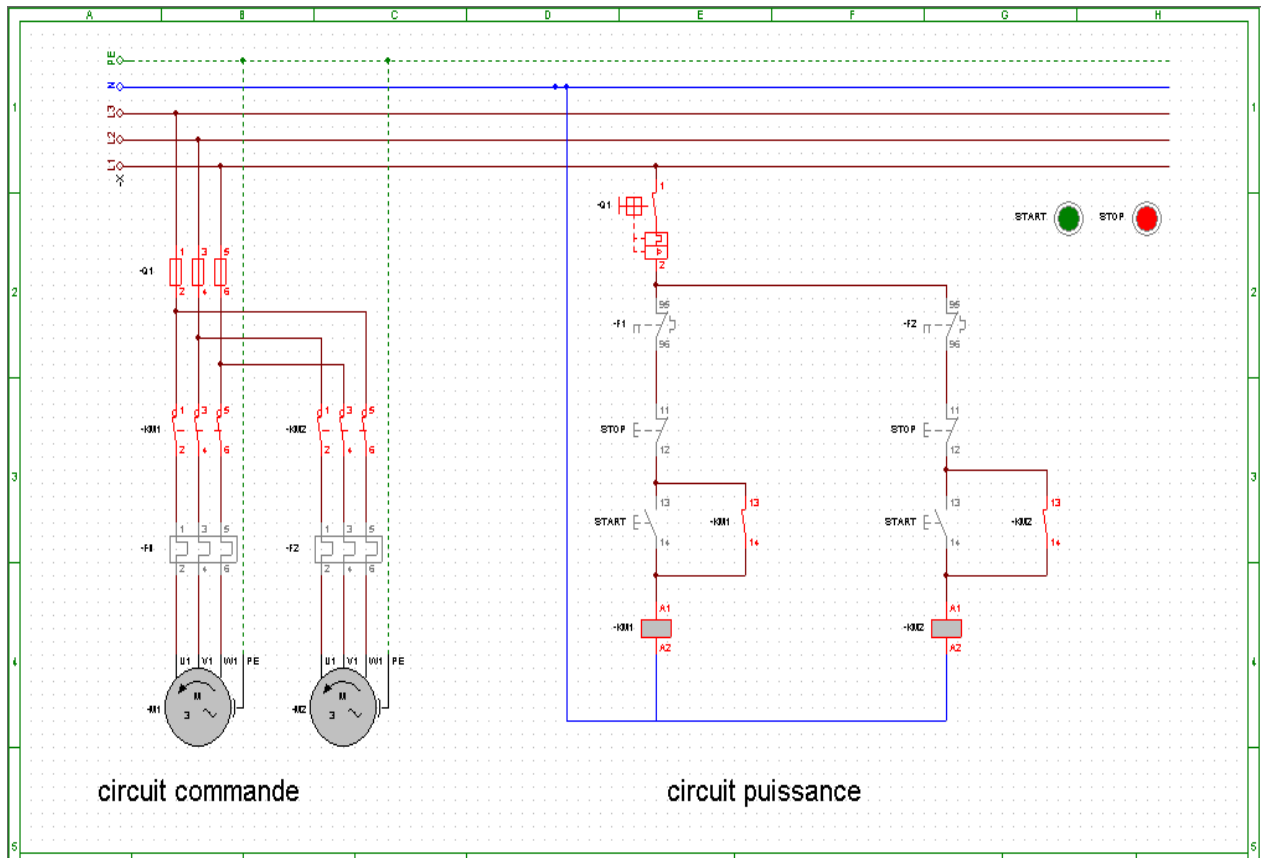


Figure III-17 : simulation d'un schéma électrique de circuit commande et puissance des moteurs

III.7 Schéma électrique des vérins 01 et 02 :

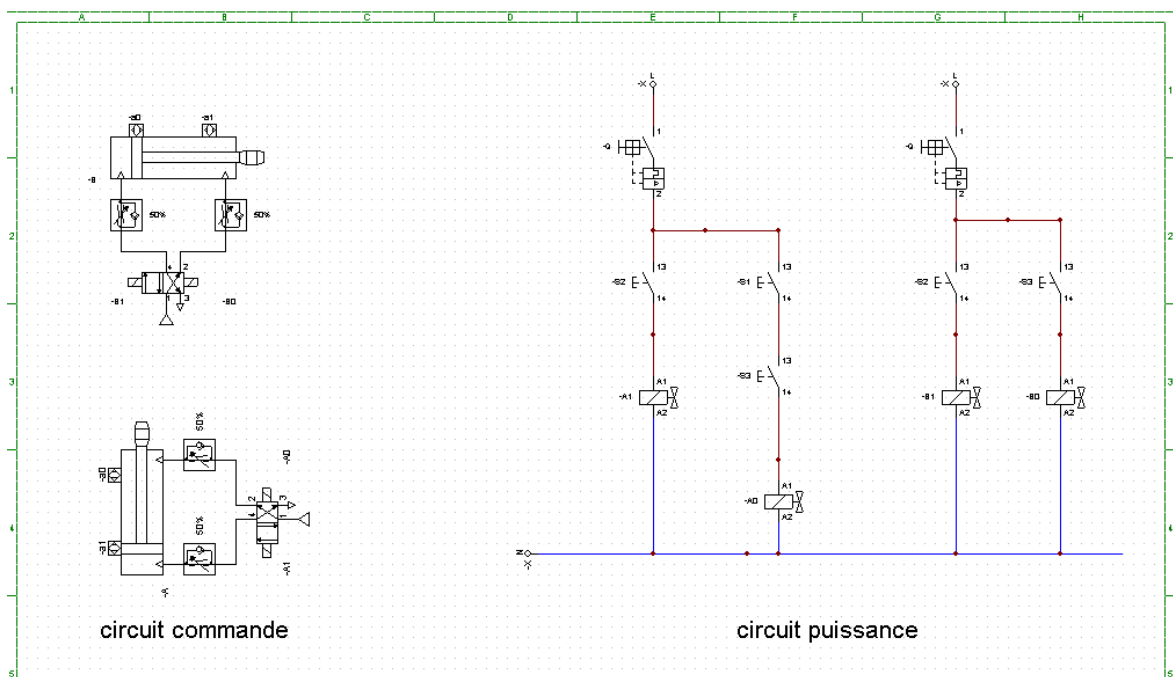


Figure III-18 : Schéma électrique circuit commande et puissance de deux vérins

III.7.1 Simulation du circuit électrique vérin 02 actionné :

Lorsque le capteur S2 détecte la boîte, le vérin 01 se débloquent et le vérin 02 pousse la boîte comme le montre la figure suivante:

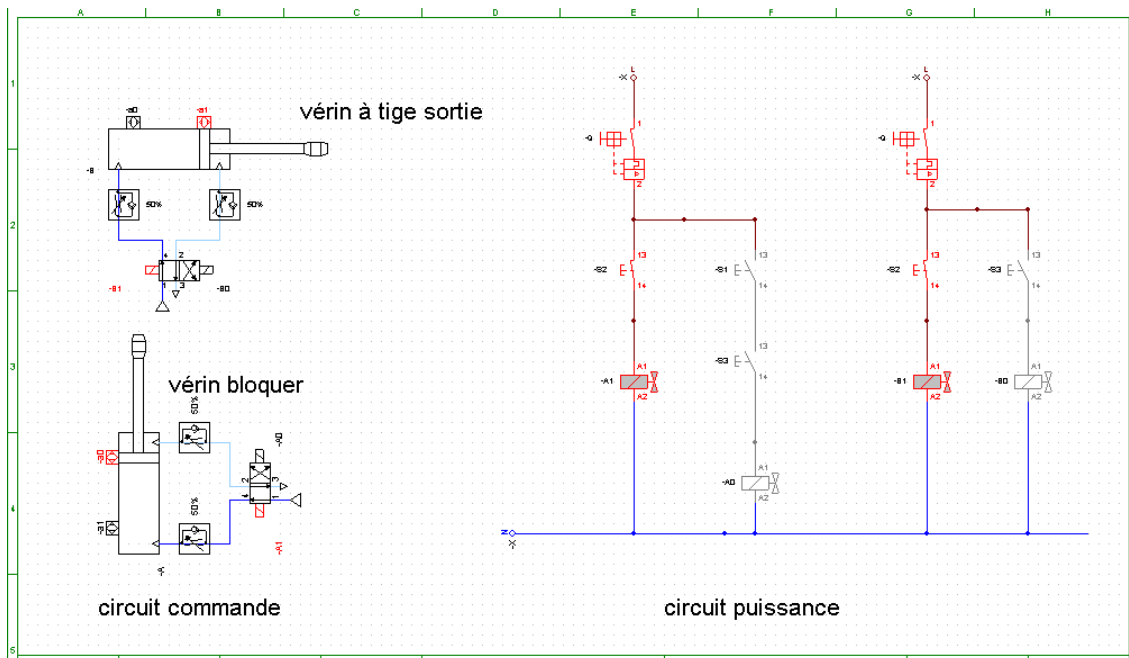


Figure III-19 : Simulation du circuit électrique le vérin 01 se débloquent et le vérin 02 pousse la boîte.

III.7.2 Simulation du circuit électrique (retour du vérin 02 au repos) :

Après avoir poussé la boîte vers l'évacuation, le capteur S3 la détecte et renvoie le vérin à tige au repos.

Comme le montre la figure suivante:

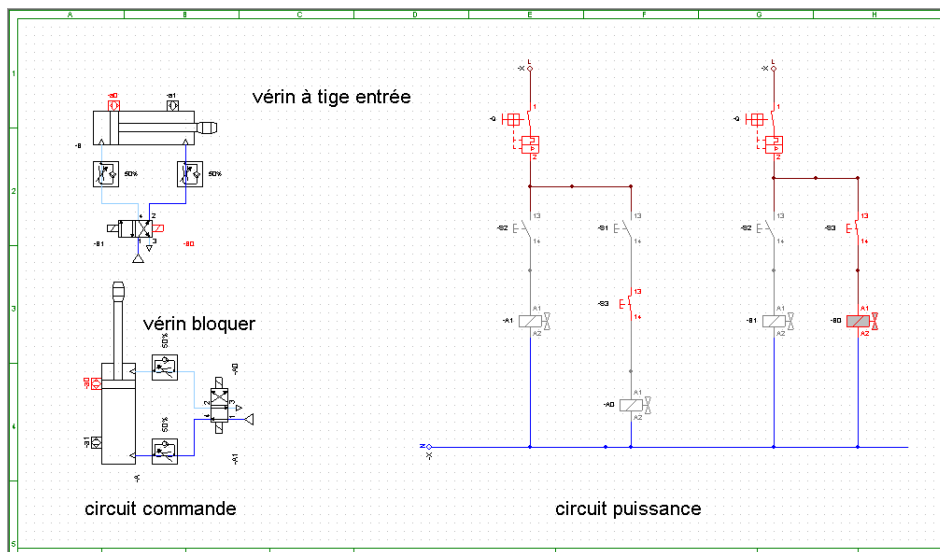


Figure III-20 : Simulation du circuit électrique d'un vérin à tige entrée.

III.8 Schéma électrique des moteurs de convoyeurs avec PLC:

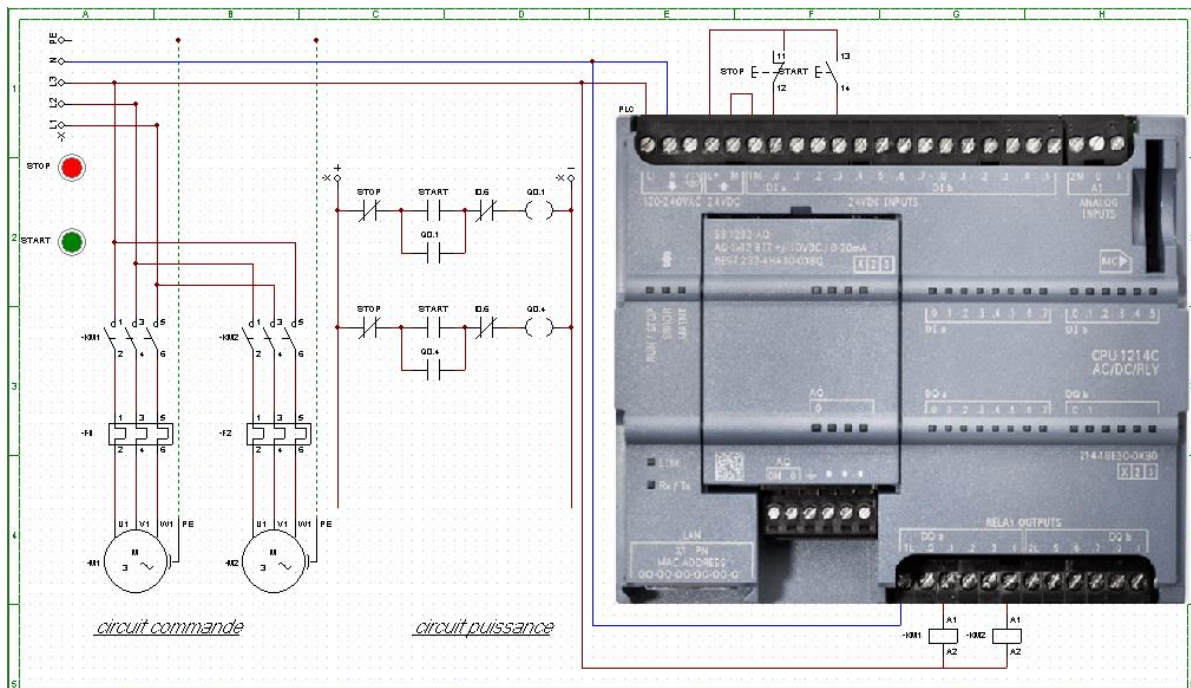


Figure III-21 : Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs avec PLC.

III.8.1 Simulation d'un Schéma électrique des moteurs avec PLC:

Lorsque on clique sur le bouton START, les moteurs commencent à tourner comme le montre la figure suivante:

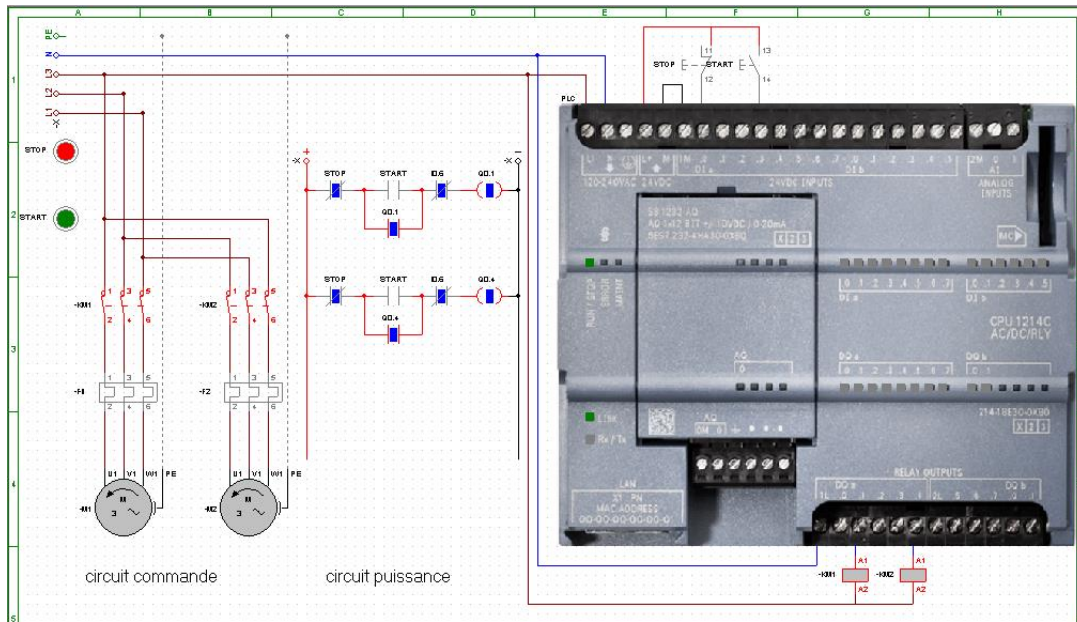


Figure III-22 : simulation d'un Schéma électrique de circuit de commande et de puissance des moteurs avec PLC.

III.8.2 Schéma électrique des vérins avec PLC :

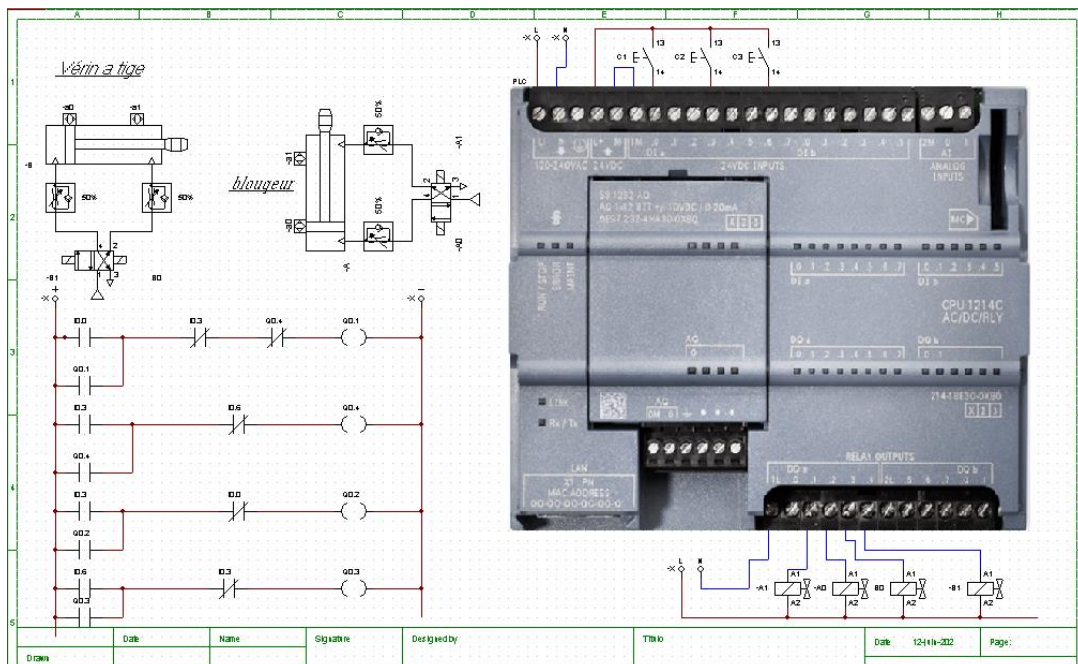


Figure III-23 : Schéma électrique des vérins 01 et 02 avec PLC

III.8.3 Simulation d'un Schéma électrique des vérins avec PLC:

Lorsque le capteur S2 détecte la boîte, le vérin à tige pousse la boîte, et le vérin 01 bloque la chaîne d'arrivage comme le montre dans la figure suivante :

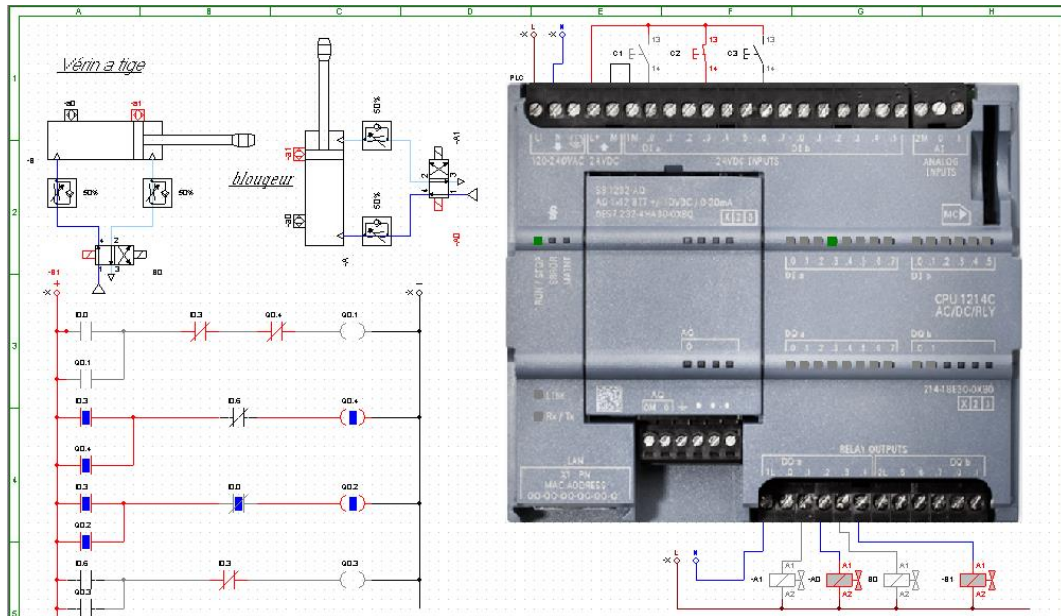


Figure III-24 : Simulation du circuit électrique avec PLC de sortie les deux vérins.

- a) Après avoir poussé la boîte vers l'évacuation, le capteur S3 la détecte et rendre le vérin à tige au repos.

Comme le montre la figure suivante :

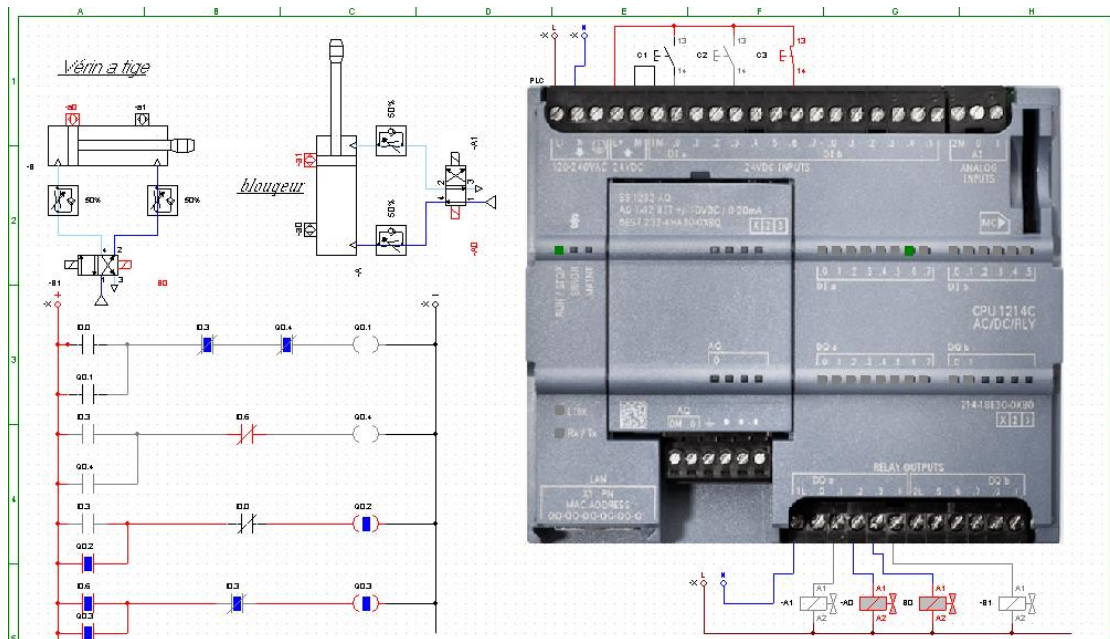


Figure III-25 : Simulation du circuit électrique avec PLC d'un vérin à tige entrée.

Conclusion :

En absence d'un automate réel, le logiciel S7-PLCSIM devient l'outil indispensable pour la simulation des programmes et des concepts de commandes automatisés avant leur implantation sur un système réel.

Ce logiciel nous a permis de corriger toutes les erreurs commises, et d'apporter les modifications sur le programme avec une très grande facilité. Il nous a aussi permis de valider et de visualiser le comportement des sorties et de simuler le programme de l'unité



Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale :

L'automatisme industriel présente des objectifs majeurs vis-à-vis de la production en masse au moyen des automates programmables, que l'on peut les programmer à chaque fois que l'on veut de façon adapter efficacement le programme aux résultats voulus, on pourra alors coordonner différentes tâches répétitifs et complexes dans la chaîne de production.

Notre travail est porté en premier lieu sur l'étude d'un pousseur dans une chaîne de production en décrivant ses différentes parties.

Ensuite, on a entamé l'objectif principal de ce mémoire, la modélisation et l'automatisation à base d'automate programmable industriel S7-300 et l'utilisation de son outil de programmation STEP7, en utilisant nos connaissances sur le langage de programmation LADDER.

En dernier lieu, Nous avons effectué une simulation avec le logiciel PLCSIM qui nous a permis de valider le modèle et évaluer nos résultats obtenus. Et le logiciel CADE SIMU qui assure la réalisation et la simulation des circuits électriques.

Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme une base de départ pour notre vie professionnelle et être bénéfique aux promotions futures..



Référence

Bibliographique

Référence Bibliographique

- [1] A.OUDENANI et I.HAFSI, « **automatisation d'une chaine de production par API S315** »,Mémoire de fin d'études Master, université Amar Telidji de laghouat, 2018.
- [2] L. TIAB, D. HEMSAS et R. ZERROUKI « **Adaptation d'un automate S7-300 à une chaine de fabrication de portes de réfrigérateur au sein de l'ENIEM** ». Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master professionnel en automatique, option automatique et informatique industrielle.2013
- [3] Bouguerne, Abla.« **Diagnostic automatique des défauts des moteurs asynchrones** ». Mémoire présenté pour obtenir le diplôme de Magister en Electrotechnique. Constantine, Département d'électrotechnique, Algerie : Université Mentouri, 2009.
- [4] Cours Mcil 02 Capteurs, Actionneurs & MEMS Dr. Adoui présenté en 2021
- [5] Jacques Faisandier, “**Mécanismes hydrauliques Et pneumatiques**”. Édition DUNOD 1999.
- [6] <https://www.quiri.com/fr/equipement-hydraulique-industriel/glossaire-equipements-hydrauliques/verin-double-effet> consultéle24/04/2022
- [7] Le site de l'Université d'Angers, <http://blog.univ-angers.fr/systemeautomatise/exemple-De-systemes-automatises/>, consulté le 24/04/2022
- [8] h. belkacem et a. rais, « **Système de contrôle distribue (DCS) avec l'exploitation de l'automate programmable ac800 f (ABB)** », Mémoirede fin d'études Master Automatique, université MOHAMED KHIDER de Biskra, 2012.
- [9] L'Université virtuelle de Tunis, cours sur « **Les automates** », https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap2/co/Module_chap2_8.html , consulté le 24/04/2022
- [10]J. GIEREK, « **SIEMENS, Automates programmables industriels niveau 2** »,documents de formation professionnel Cegelec ,24/10/2010.
- [11]Programmer avec STEP 7 Manuel, 05/2010, A5E02789667-01.
- [12]: Formation Totally Integrated Automation (T.I.A). Programmation d'automate avec Step7, commande de programmation de Barre (CONT, LIST, LOG) de Step7 et simulation d'automate avec Step7-Si, edition.2004.
- [13]AG SIEMENS, Manuel des fonctions « **Configuring Hardware and Communication Connections STEP 7** », industrie Siemens, avril 2017.
- [14]AG SIEMENS, « **Manuel livré avec la documentation référencée « programmer avecSTEP7** », industrie Siemens, mai 2010.