

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET DE L'INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'AUTOMATIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : **Sciences et Technologies**

Filière : **Automatique**

Spécialité : **Automatique industrielle**

Présenté par

**Sarah Afir
Zahoua Bettir**

Thème

Etude et automatisation à l'aide de l'API S7-300 du système de transport par ascenseur

Encadré par Mr. A. BENFDILA, Professeur, au Département

Mémoire soutenu publiquement le 27/06/2024

**Ce travail a été réalisé à l'Entreprise Nationale des Industries
Electroménagères (ENIEM), Oued-Aissi, Tizi-Ouzou**

Remerciement

La première et dernière chose est pour Allah qui nous a donné la capacité suffisante pour terminer ce travail.

Arrivées au terme de ce modeste projet, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur monsieur Benfdila pour son aide et son suivi.

Sans oublier de remercier tout le personnel de l'ENIEM en particulier M. Boudjelile Kamal pour son aide et son soutien moral durant notre stage.

Nous tenons également à remercier les membres du jury qui ont bien voulu lire et examiner notre travail.

Nous voudrions remercier nos chers parents et nos familles qui nous ont soutenus dans nos études.

Table des matières

Présentation de l'entreprise

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

Chapitre I : Etude et description du transport par élévation

| | |
|--|----|
| I.1. Introduction..... | 2 |
| I.2 Différents composants du système..... | 2 |
| I.3 Instrumentation | 3 |
| I.3.1. Partie commande..... | 3 |
| I.3.1.1. Automate programmable S5 | 3 |
| I.3.1.2. Structure d'un Automate S5 | 3 |
| I.3.2. Partie Opérative (PO) | 4 |
| I.3.2.1. Les convoyeurs (transporteur) | 4 |
| I.3.2.2. Les pré-actionneurs | 6 |
| I.3.2.3. Les actionneurs..... | 8 |
| I.3.2.3.1. Les actionneurs électriques | 9 |
| I.3.2.4. Les capteurs..... | 15 |
| I.3.3. Poste opérateur | 19 |
| I.3.4. Mode automatique | 19 |
| I.4. Le fonctionnement global | 21 |
| I.5. Conclusion..... | 23 |

Chapitre II : Modélisation du système de transport par élévation

| | |
|---|----|
| II.1. Introduction | 24 |
| II.2. Présentation de l'outil de GRAFCET | 24 |
| II.2.1. Historique de GRAFCET | 24 |
| II.2.2. Définition de GRAFCET | 25 |
| II.3. Eléments graphique de base de GRAFCET | 25 |
| II.3.1. Les étapes de GRAFCET | 25 |

| | |
|---|----|
| II.3.2. Les actions associées | 26 |
| II.3.3. Les transitions..... | 26 |
| II.3.4. La réceptivité | 27 |
| II.3.5.Liaisons orientés | 27 |
| II.3.6. Classification des actions associées aux étapes | 28 |
| II.3.6.1.Action continus..... | 28 |
| II.3.6.2. Action conditionnels..... | 28 |
| II.3.6.3. Action mémorisées | 30 |
| II.3.6.4.Action maintenue sur plusieurs étapes | 30 |
| II.4. Règles d'évolution d'un GRAFCET | 30 |
| II.5. Les structures de base | 32 |
| II.5.1. Séquence unique | 32 |
| II.5.2. Séquences simultanées (Divergence en ET) | 33 |
| II.5.3.Sélection de séquences (Divergence en OU) | 34 |
| II.6.Niveaux de GRAFCET..... | 35 |
| II.6.1. GRAFCET Niveau 1 | 35 |
| II.6.2.GRAFCET Niveau 2 | 35 |
| II.7. La mise en équation d'un GRAFCET | 35 |
| II.8.GRAFCET du système | 36 |
| II.9. Conclusion..... | 39 |

Chapitre III : Présentation de l'API S7-300 et du logiciel STEP 7

| | |
|--|----|
| III.1. Introduction | 40 |
| III.2. Définition d'un automate | 40 |
| III.3. Domaines d'emploi des automates | 40 |
| III.4. Nature des informations traitées par l'automate | 41 |
| III.5. Architecture des automates..... | 41 |
| III.5.1. Aspect extérieur | 41 |

| | |
|--|----|
| III.5.2. Structure interne..... | 42 |
| III.6. Câblage des entrées / sorties d'un automate | 43 |
| III.7. Choix d'un automate programmable industriel | 45 |
| III.8. Les avantages et les inconvénients des API..... | 45 |
| III.9. Présentation de l'automate programmable Simatic S7-300 | 46 |
| III.10. Constitution d'un automate S7-300 | 46 |
| III.11. Caractéristique d'un automate programmable S7-300 | 50 |
| III.12. Fonctionnement de l'automate S7-300..... | 51 |
| III.13. Programmation de l'automate SIMATIC S7-300 | 51 |
| III.14. Mode de programmation de STEP 7 | 52 |
| III.15. Création d'un projet dans STEP 7..... | 54 |
| III.16. Configuration matérielle | 56 |
| III.17. Table des mnémoniques..... | 57 |
| III.18. La simulation du programme..... | 58 |
| III.18.1. S7-PLCSIM..... | 58 |
| III.18.2. Les étapes de simulation un projet par l'outil PLCSIM..... | 58 |
| III.18.3. Simulation du programme | 59 |
| II.19. Conclusion | 59 |

Chapitre IV : Proposition d'Améliorations du Convoyeur

| | |
|--|----|
| IV.1. Introduction | 60 |
| IV.2. Aperçue sur un variateur de vitesse | 60 |
| IV.3. Structure d'un variateur de vitesse..... | 61 |
| IV.3.1. Le variateur de vitesse..... | 61 |
| IV.3.1.1. Module de puissance..... | 61 |
| IV.3.1.2. Module de contrôle | 61 |
| IV.3.2. Le Tachymètre | 62 |
| IV.4. Synoptique des variateurs de vitesse | 62 |

| | |
|--|-----------|
| IV.5.Principe de variation de vitesse..... | 62 |
| IV.6.Schéma de principe du variateur..... | 63 |
| IV.7.Fonctions d'un variateur de vitesse électronique..... | 64 |
| IV.8.Types des variateurs de vitesse..... | 65 |
| IV.9.Critères de choix d'un variateur électronique de vitesse..... | 66 |
| IV.10.Avantages de variateur de vitesse..... | 66 |
| IV.11.Role du variateur de vitesse..... | 67 |
| IV.12.Conclusion..... | 67 |
| Conclusion générale..... | 68 |
| Bibliographie | |

Liste des figures

Chapitre I

| | |
|--|----|
| Figure I.1 : Schéma caractéristique du système..... | 2 |
| Figure I.2 : Automate programmable S5-100U | 4 |
| Figure I.3 : Convoyeur à rouleau motorisé..... | 5 |
| Figure I.4 : Convoyeur vertical..... | 6 |
| Figure I.5 : Convoyeur à bande | 6 |
| Figure I.6 : contacteur..... | 7 |
| Figure I.7 : Moteur asynchrone triphasé..... | 9 |
| Figure I.8 : La plaque à borne..... | 10 |
| Figure I.9 : Schéma synoptique de branchement étoile et triangle | 11 |
| Figure I.10 : Circuit de commande et de puissance d'un moteur asynchrone triphasé | 12 |
| Figure I.11 : Sectionneur | 12 |
| Figure I.12 : Relais thermique | 13 |
| Figure I.13 : Présentation d'un relais thermique..... | 13 |
| Figure I.14 : Moteur à frein..... | 14 |
| Figure I.15 : Moteur réducteur..... | 15 |
| Figure I.16 : Principe de fonctionnement d'un capteur | 16 |
| Figure I.17 : Capteur fin de course..... | 16 |
| Figure I.18 : Type des détecteurs | 17 |
| Figure I.19 : Différents types du capteur photoélectrique | 17 |
| Figure I.20 : Disjoncteur | 18 |
| Figure I.21 : Image et symbole d'un transformateur..... | 18 |
| Figure I.22 : Schéma d'un redresseur | 19 |
| Figure I.23 : Armoire de commande..... | 20 |
| Figure I.24 : La disposition des détecteurs..... | 21 |
| Figure I.25 : La disposition des arrêts d'urgence et les moteurs de système..... | 22 |

| | |
|---|----|
| Figure I.26 : Dépôt de positionnement | 23 |
| Figure I.27 : Convoyeur vertical | 23 |
| Chapitre II | |
| Figure II.1 : Symbolisation de GRAFCET | 25 |
| Figure II.2 : Symbolisation des étapes de GRAFCET | 26 |
| Figure II.3 : Transition et sa réceptivité | 27 |
| Figure II.4 : Liaison orienté | 27 |
| Figure II.5 : Action continue | 28 |
| Figure II.6 : Action conditionnelle simple | 28 |
| Figure II.7 : Action retardée | 29 |
| Figure II.8 : Action limité dans le temps..... | 29 |
| Figure II.9 : Action mémorisée | 30 |
| Figure II.10 : Action maintenue | 30 |
| Figure II.11 : Franchissement d'une transition..... | 31 |
| Figure II.12 : Evolution des étapes actives | 31 |
| Figure II.13 : Franchissement simultanée | 32 |
| Figure II.14 : Conflit d'activation..... | 32 |
| Figure II.15 : Séquence unique..... | 33 |
| Figure II.16 : Représentation graphique d'une séquence simultanée..... | 33 |
| Figure II.17 : Représentation graphique d'une sélection de séquences | 34 |
| Figure II.18 : Saut d'étape | 34 |
| Figure II.19 : Reprise une séquence..... | 34 |
| Figure II.20 : Exemple d'un GRAFCET | 35 |
| Chapitre III | |
| Figure III.1 : Les modules de programmation..... | 41 |
| Figure III.2 : Automate modulaire (Siemens) | 42 |
| Figure III.3 : Architecture interne d'un API..... | 42 |

| | |
|--|----|
| Figure III.4 : Alimentation d'un automate | 44 |
| Figure III.5 : Alimentation des entrées..... | 44 |
| Figure III.6 : Alimentation des sorties..... | 45 |
| Figure III.7 : automate programmable industrielle Simatic S7-300..... | 46 |
| Figure III.8 : Constituant d'un automate S7-300 | 47 |
| Figure III.9 : Représentation d'une CPU | 48 |
| Figure III.10 : les étapes de fonctionnement d'un API S7-300 | 52 |
| Figure III.11 : Icône de lancement d'un projet SIMATIC | 54 |
| Figure III.12 : Fenêtre lancement de création du projet | 54 |
| Figure III.13 : choix de type de la CPU | 55 |
| Figure III .14 : Sélection des blocs et langage de programme..... | 55 |
| Figure III.15 : Nommer le projet..... | 56 |
| Figure III.16 : Vue des composants de la fenêtre de STEP7 | 56 |
| Figure III.17 : Vue de la fenêtre de projet..... | 57 |
| Figure III.18 : Configuration matérielle..... | 57 |
| Figure III.19 : fenêtre de visualisation de l'état de programme | 59 |
| Chapitre IV | |
| Figure VI.1 : Exemple d'un variateur de vitesse | 60 |
| Figure IV.2 : Synoptique des variateurs de vitesse | 62 |
| Figure IV.3: Schéma de principe du variateur | 63 |
| Figure IV.4 : Schéma des dents d'un tachymètre | 63 |

Liste des tableaux

Tableau I.1 : différentes désignations d'armoire de commande20

Tableau III.1 : Table des mnémoniques.....58

Liste des abréviations

PC : Partie Commande

PO : Partie Opérative

CPU : Central Processing Unit

NO : Normalement Ouvert

NC : Normalement Fermé

API : Automate Programmable Industriel

TOR : Tout Ou Rien

E/S : Entrées /Sorties

MPI : Multi Point Interface

CC: Courant Continue

ROM: Read Only Memory

RAM: Random Access Memory

EPROM: Erasable PROM

EEPROM: Electric Erasable PROM

SAP: Système Automatisé de Production

CONT: Contact

LIST: Liste d'Instruction

LOG: Logigramme

LED: Light Emitting Diode

PROFIBUS: Protocole de communication

STEP 7: Logiciel de programmation et de simulation

GRAFCET : GRAPHE Fonctionnel de commande

FB: Functional Block

LD: Ladder Diagram

IL: Instruction Liste

Présentation de l'Entreprise d'Accueil: L'ENIEM

E.N.I.E.M (Entreprise Nationale des Industries et de l'Electroménager), est une entreprise publique économique de droit Algérien constitué le 2 janvier 1983 mais qui existe depuis 1974 sous tutelle de l'entreprise SONELEC (Société National de fabrication et de montage du matériel ELECtrique et ELECtronique). Son siège social se situe à Tizi-Ouzou.

Elle est le leader de l'électroménager en Algérie en possédant des capacités de production et une expérience de 35 ans dans la fabrication et le développement dans les différentes branches de l'électroménager.

L'ENIEM été transformée juridiquement en société par action le 8 octobre 1989 avec un capital social de 10.279.800.000DA détenu par la SGP INDELEC.

Historique et situation géographique de l'entreprise

L'ENIEM est issue de la restructuration de la société nationale de fabrication de matériel électrique et électronique (SONELEC), dans la cadre de la mise en œuvre des réformes économiques de 1989.

L'ENIEM dispose à sa création de :

- Un complexe d'appareils ménagers (CAM) qui se trouve au sein de la Zone Industrielle AISSAT Idir d'Oued Aissi, 7 km du chef lieu de la willaya de Tizi –Ouzou. Il s'étale sur une superficie de 40 hectares et il relève administrativement de la Commune et Daïra de Tizi Rached, tandis que son siège social se situe au chef lieu de la willaya de Tizi-Ouzou (Boulevard STITI). Il est entré en production en 1977.

En 1987, elle a débuté l'expérience des installations, grâce à TOSHIBA, suite à la mise en œuvre de la chaîne R1 (chaîne de la production des réfrigérateurs dans l'unité froid) entièrement automatique. Et c'est dans la même année qu'elle s'est équipée d'une nouvelle installation automatique pilotée par un automate de la firme SIEMENS. L'unité cuisson est automatisée en 1991 par des automates de la firme SIEMENS, puis en 2005 une autre installation est commandée par un automate de la firme SCHNEIDER, et actuellement l'entreprise cherche à moderniser ses installations.

- Une filiale sanitaire qu'est installée à Miliana, willaya d'Ain Defla.

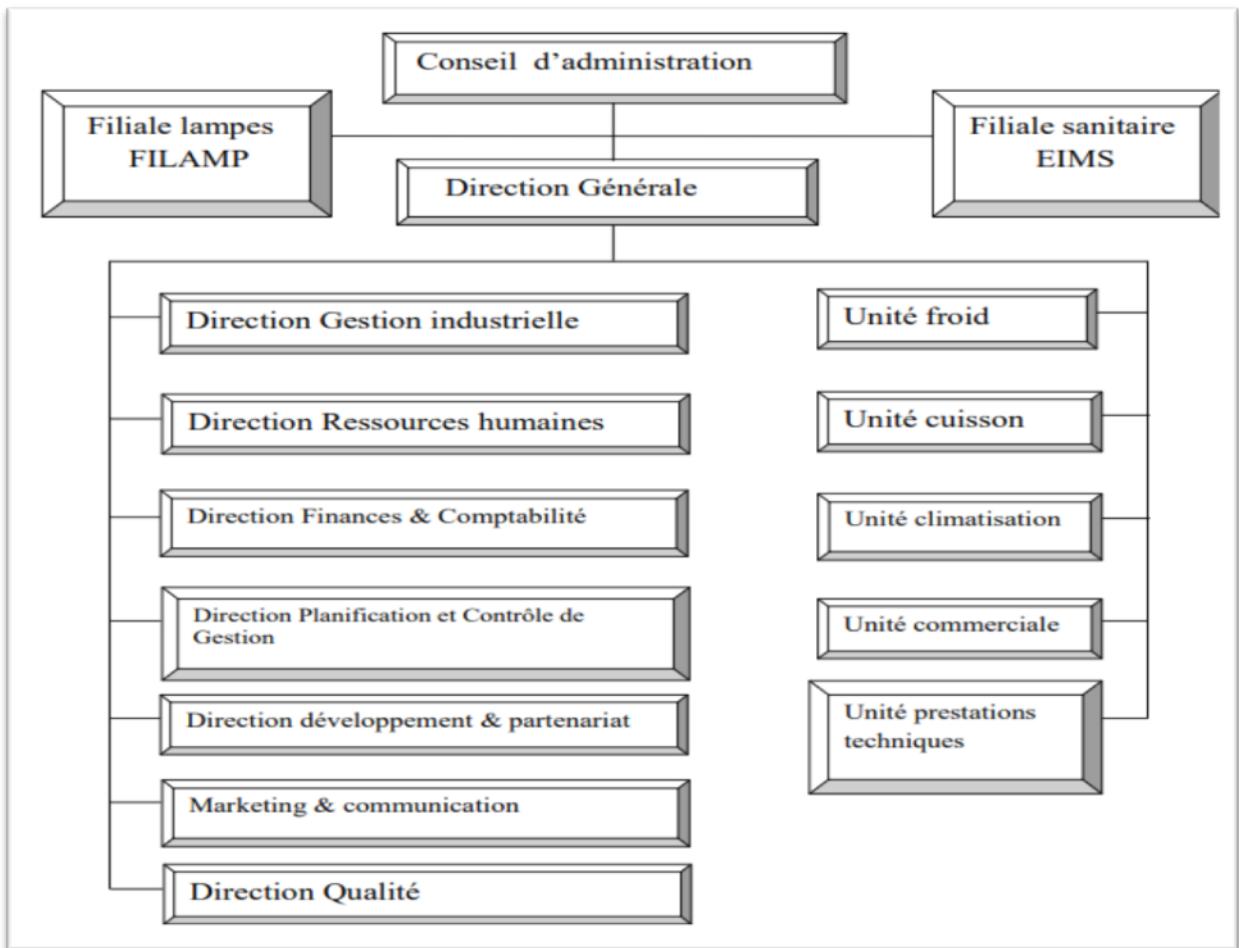
- Une filiale lampe qui se situe dans la Zone Industrielle de Mohammedia, willaya de Mascara. Elle entrée en production en 1979.

Produits fabriqués par l'ENIEM

Tous les produits ENIEM portent le label « ENIEM ». A l'origine, ENIEM fabriquait ses produits sous les marques et licences suivantes :

- Réfrigérateurs PM : Licence BOSCH (Allemagne), réfrigérateurs GM : Toshiba (Japon).
- Cuisinières : Techno gaz (Italie).
- Climatiseurs : activité démarrée avec licences Air Well.
- Machines à laver et chauffe-eau : sous contrat avec plusieurs marques.

L'organigramme de l'entreprise



Organisation de l'entreprise

La direction générale

La direction générale est chargée de formuler la stratégie globale de l'entreprise (gestion financière, investissements, politique sociale et organisationnelle).

Elle gère le portefeuille d'investissements stratégiques de l'entreprise, développe l'ensemble des ressources financières et assure un certain nombre de services publics (fiscalité, assurances...) à chaque structure.

La direction générale comprend six directions centrales à savoir:

- Direction industrielle ;

- Direction de développement et de partenariat ;
- Direction des finances et comptabilité ;
- Direction des ressources humaines ;
- Direction de planification et de contrôle de gestion ;
- Direction de marketing et communication.

Description des unités constituant à l'ENIEM

Plus de directions, l'ENIEM est organisée sous forme d'unités. On distingue :

❖ Unité froid :

Elle est spécialisée dans la fabrication et le développement des produits froid, réfrigérateurs, congélateurs.

Le processus de fabrication est assuré par huit(8) ateliers qui sont :

- Atelier d'injection plastique.
- Atelier presses et soudures.
- Atelier de refondée et de mise en longueur.
- Atelier de traitement et de revêtement des surfaces.
- Atelier de fabrication des pièces métalliques.
- Atelier de thermoformage.
- Atelier de montage final.

Elle est composée de trois (03) lignes de production :

- Une ligne de réfrigérateurs Table Top ;
- Une ligne de réfrigérateurs grands modèles ;
- Une ligne congélateurs bahut et réfrigérateurs de 520 litres.

✚ Les départements de l'unité froid :

- ✓ Département technique et maintenance.
- ✓ Département commercial.
- ✓ Département production.

✚ Les services de l'unité froid :

- ✓ Service qualité.

- ✓ Service finance et comptabilité.
- ✓ Service administratif et ressource.

❖ Unité cuisson :

Cette unité est équipée de moyens de production répartis en quatre ateliers :

- Un atelier mécanique pour la fabrication de composants d'alimentation en Gaz, des grilles de cuisinières et des pièces en tôle.
- Un atelier de traitement de revêtement de surface ;
- Un atelier d'assemblage ;
- Un laboratoire d'essais.

❖ Unité climatisation :

Sa mission est la production et le développement de produits de climatisation, de chauffage... comprend 3 ateliers :

- Atelier tôlerie ;
- Atelier peinture ;
- Atelier montage : comprend 3 chaînes de montage :
 - Climatiseurs
 - Machines à laver
 - Chauffe-eau

❖ Unité commerciale :

Cette unité est responsable de la commercialisation des produits fabriqués par l'unité de production et compte 213 employés. Ce secteur exerce les activités suivantes :

- Tôlerie,
- Traitement de surface et revêtement (peinture),
- Assemblage,
- Études de développement,
- Approvisionnement,
- Contrôle qualité,
- Stockage des matériaux et produits finis et sécurité industrielle.

Elle se compose d'un atelier d'emboutissage pour la tôlerie et de trois lignes d'assemblage :

- une ligne de production climatisée ;
- Ligne de machine à laver ;
- Ligne de chauffe-eau/bain.

❖ Unité prestation technique :

L'unité est chargée de gérer les moyens techniques communs tel que :

- L'atelier central: chargé de la fabrication des pièces métalliques.
- Laboratoire de métrologie : permet la vérification des pièces réalisées par rapport au plan (conformité).
- La station de production d'énergie.
- La station de neutralisation.

Champ d'activités de l'Entreprise

L'entreprise est chargée dans le cadre national du développement économique, social et en liaison avec les structures et organismes concernés de développer la production des équipements, des produits et composants destinés aux différentes branches de l'électroménager notamment :

- Les équipements ménagers domestiques.
- Les équipements ménagers industriels.
- Les petits appareils ménagers.

Le champ d'activité de l'entreprise s'est élargi à la prise en charge de la fonction distribution et de promotion du service après vente :

1-ADIMEL 2 -ENAPEM 3-ENAED

Ces trois partenaires qui sont liés par convention à ENIEM sont des entreprises publiques implantées sur l'ensemble du territoire national. Les clients relevant du secteur privé commercialisent également les produits ENIEM.

Introduction Générale

La vie des entreprises nécessite une utilisation continue et intensive de technologies pour améliorer la productivité et la qualité des produits fabriqués. Une des approches est utilisation de systèmes automatiques performants pour prendre en charge la complexité des opérations réalisées. Ceci est fait en utilisant des équipements et systèmes modernes et performants pour une automatisation optimale de la production. Ce qui est fait par des automates programmables de plus en plus performants.

Un automate programmable est un dispositif de contrôle d'une machine ou d'un processus industriel, constitué de composants électroniques, notamment non informatiques, utilisant une mémoire programmable dans un langage approprié. En d'autres termes, un automate programmable est une calculatrice logique ou un ordinateur conçu pour contrôler et surveiller des processus industriels en temps réel avec un ensemble d'instructions intentionnellement réduit.

Ces dernières années, les progrès technologiques ont conduit au développement d'automates programmables industriels (API) et à une révolution significative dans l'automatisation.

L'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager « ENIEM » est l'une des plus importantes unités industrielles, surtout dans le secteur de la fabrication d'appareils électroménagers. Elle est connue pour son engagement envers la qualité et l'innovation, et elle s'efforce de répondre aux besoins du marché tout en respectant les standards environnementaux.

L'ENIEM oriente sa stratégie vers l'amélioration de la qualité de ses produits et services. Elle a pour objectif de garantir la continuité de ses opérations de production et de développement et la recherche dans le secteur de l'électroménager. Dans ce sens, notre projet fin d'étude consiste à automatiser le système transport par élévation l'aide de l'API S7-300 et proposer des améliorations pour notre système au niveau de l'atelier de maintenance de l'unité froid pour améliorer le transport et le stockages des produits finis prêts à la commercialisation.

Après notre stage au sein de l'Entreprise, nous avons automatisé le transport par élévation à l'aide de l'API S7-300 et nous avons proposé quelques améliorations notamment le variateur de vitesse pour régler la vitesse du tapis roulant selon le besoin et les contraintes.

Pour ce faire nous avons réalisé notre mémoire comme suit :

Le premier chapitre est consacré à la description et l'étude du fonctionnement du système de transport par élévation ; ainsi les présentations de ses différentes pièces et composants. Le deuxième chapitre consiste à la modélisation de la station par l'outil GRAFCET. Le troisième chapitre est consacré à présentation de l'API S7-300 et du logiciel STEP 7 et la simulation de programme avec S7-PLCSIM. Et le dernier chapitre consiste à l'amélioration de notre système à l'aide des variateurs de vitesse.

- 1- Transporteur à rouleaux motrice caractérisé par : moteur 0.75 kW 1 /30.
- 2- Transporteur à rouleaux motrice se caractérise par : moteur 0.75 kW 1 /30.
- 3- Dispositif d'alimentation automatique se caractérise par : moteur 0.4 kW avec frein 1 /30.
- 4- Dispositif d'alimentation automatique se caractérise par : moteur 0.4 kW avec frein 1 /30.
- 5- Courroie se caractérise par : moteur 0.75 kW 1 /75.
- 6- Transporteur à rouleaux libres.
- 7- Transporteur élévateur se caractérise par : moteur 0.75 kW avec frein.
- 8- Transporteur élévateur se caractérise par : moteur 0.75 kW avec frein.
- 9- Tableau de commande.

I.3 Instrumentation

Le système est constituée de plusieurs éléments qui exécutent des tâches programmées et est divisé en deux parties : la partie commande (PC) et la partie opérative (PO).

I.3.1.La partie commande

La partie commande doit donner des instructions à la partie opératrice, elle reçoit les instructions de l'opérateur et les informations transmises par les capteurs en fonctionnement, et son programme contrôle les disques précédents et renvoie les informations au système de contrôle.

Pour mettre en œuvre cette partie, notre station de transport dispose d'une solution : la logique programmée.

Le schéma système est écrit sous la forme d'un ensemble d'instructions qui forment un programme à exécuter par l'Automate programmable S5. En cas de modifications, les modifications sont apportées uniquement au manuel, le câblage reste toujours valable.

I.3.1.1.L'Automate programmable S5

Automate S5 100U est un automate programmable industriel de la famille SIMATIC S5. Il se compose de différents modules pouvant être combinés selon l'application d'automatisation.

I.3.1.2.Structure d'un Automate S5

L'automate S5-100U CPU-100U se constitue d'un module d'alimentation, d'un module d'unité centrale, 4 modules d'entrée et 3 modules de sortie tout ou rien.

1. Module d'alimentation

Pour une connexion réseau directe, ce module est nécessaire lorsque la source de tension 24V n'est pas disponible pour faire fonctionner l'unité centrale.

2. CPU

La CPU, elle exécute le programme, elle possède une interface série qui peut être utilisée pour connecter la console de programmation et le système d'exploitation.



Figure I.2 : Automate programmable S5-100U

3. Module de périphérique

Ils assurent l'échange de données entre l'unité centrale et les périphériques industriels (capteurs, actionneurs, etc.),

Il contient 4 modules d'entrée et 3 modules de sortie entrée/sortie 8 bits 24 V sont fait pour les applications simples impliquant uniquement les états '0' ou '1'.

I.3.2.Partie Opérative (PO)

On l'appelle aussi partie puissance, c'est la partie visible du système, elle est constituée de tous les organes qui affectent le produit, en suivant les ordres de la partie commande pour lui donner une valeur ajoutée, elle regroupe tous les actionneurs, les pré-mécanique, des capteurs, etc.

I.3.2.1.Les convoyeurs (transporteur)

Un dispositif mécanique qui permet de transporter divers objets d'un point à un autre dans une usine, un lieu de travail, etc. Il existe plusieurs types, exemple : Convoyeur à bande, à couloir, bandes transporteuses...etc.

✚ Convoyeur à rouleau motorise

Il permet d'empiler des charges (cartons, colis, caisses, etc.) qui sont suffisamment longs pour ne pas tomber entre deux rouleaux et les transporter sans se toucher. C'est donc la solution cumulative la plus efficace.

En effet, chaque zone du convoyeur dispose d'un rouleau moteur et d'une unité de détection, AUI i permettront d'accumuler les charges les unes après les autres sans contact.

Il est principalement utilisé dans les entrepôts industriels et logistiques pour alimenter des machines ou des postes de travail afin d'assurer un espace de stockage lors de ces cycles d'exploitation (vitesse élevée/usage intensif) .



Figure I.3 : Convoyeur à rouleau motorisé

Convoyeur vertical

Les convoyeurs verticaux permettent de transporter verticalement des produits tels que des palettes ou autres supports de charge. Il permet de relier plusieurs étages entre eux de manier ciblée et avec un minimum d'espace. Le dispositif est intégré à la ligne de convoyage et permet de transférer les produits verticalement d'un étage à l'autre. Aujourd'hui, certains environnements industriels peuvent nécessiter un transport vertical de produits.

Ainsi, il peut être équipé de nombreux types de convoyeurs :

- Convoyeur à rouleaux motorisé
- Convoyeurs à courroie
- Transporteur à chaîne
- Convoyeur/convoyeur d'angle (convoyage multidirectionnel)

De plus, les convoyeurs élévateurs conviennent au changement horizontal au tri vertical ou à l'alimentation de lignes multi-horizontales.

On retrouve ces équipements dans l'agroalimentaire, l'industrie et surtout la logistique.



Figure I.4 : Convoyeur vertical

Convoyeur à bande

Un convoyeur à bande est un convoyeur permettant le transfert d'une charge isolée et à fond plat, d'un point A à un point B.

De ce fait, le transporteur à bande convient, parfaitement, pour toutes les zones d'un centre logistique ou d'une entreprise industrielle : réception, production, stockage, préparation de commande et expédition.

Le principe de fonctionnement d'un convoyeur à bande consiste à mettre en mouvement une bande transporteuse sur une sole de glissement. Cette bande est entraînée soit par un tambour cylindrique ou soit bombé. De plus, plus la surface est en contact avec le tambour et plus l'adhérence est meilleure. Ce type de fonctionnement est particulièrement silencieux.



Figure I.5 : Convoyeur à bande

I.3.2.2. Les pré-actionneurs

Les pré-actionneurs est un composant de gestion de l'énergie de commande de l'actionneur, donc ils représentent les interfaces entre la partie commande et la partie action. Ils répartissent l'énergie électrique nécessaire aux actionneurs dans l'ordre de la partie commande.

✚ Contacteur

Un contacteur électrique est un appareil de commutation. Il est généralement utilisé pour contrôler des circuits à fort courant en exploitant les caractéristiques d'un circuit à faible courant. Ce système électromécanique fonctionne comme un interrupteur et permet d'ouvrir ou de fermer un circuit, assurant une connexion ou une déconnexion sûre entre la source d'alimentation et la charge.

▪ Caractéristique d'un contacteur

Le contacteur de puissance se compose de contacts « NO » normalement ouverts, également appelés contacts « NC » « normalement fermés », et de contacts « NC » normalement fermés, également appelés contacts « NC » normalement fermés. Un contacteur de puissance moteur se compose généralement de 3 contacts, 3NO (3F).

Le cœur du contacteur est constitué de bobines électromagnétiques qui génèrent un champ magnétique lorsqu'une tension est appliquée. Ce champ magnétique tire les contacts mobiles vers les contacts fixes et provoque la fermeture (contacts normalement ouverts) ou l'ouverture (contacts normalement fermés) du circuit principal. Lorsque le courant dans les bobines est interrompu, le champ magnétique disparaît et les contacts reviennent à leur position d'origine, ouvrant (contacts normalement ouverts) ou fermant (contacts normalement fermés) le circuit.



Figure I.6 : Différents types de contacteurs

▪ Principe de fonctionnement d'un contacteur

La bobine du contacteur (bornes A1-A2) peut être alimentée en courant alternatif ou continu (24 V, 48 V, 110 V, 230 V, 400 V).

Lorsque la bobine est alimentée, un champ magnétique est créé, la partie mobile de l'armature est attirée vers la partie fixe et les contacts se ferment (ou s'ouvrent selon les modèles).

Lorsque la bobine n'est pas alimentée, le ressort de rappel sépare les deux moitiés de l'armature et maintient les contacts de puissance ouverts (ou fermés).

Relais

Un relais électromécanique est un dispositif très courant en électrotechnique, chargé de transmettre une séquence entre la partie commande et la partie alimentation d'un appareil électrique. Il permet également d'ouvrir et de fermer le circuit électrique en fonction d'informations logiques.

▪ Caractéristique d'un relais

Le relais se compose essentiellement d'un électro-aimant qui, en tant que source d'énergie, transmet l'énergie au système de commutation électrique.

En fonction des données techniques et des besoins, l'électro-aimant peut, être du type TBT 5V ~ 48V ou BT 110V ~ 400V.

Le système de commutation, peut être constitué d'un ou plusieurs interrupteurs simple action, d'un ou plusieurs onduleurs. Ces interrupteurs sont adaptés aux plages de courants et de tensions que doit véhiculer la partie puissance.

▪ Principe du fonctionnement d'un relais

La tâche principale des relais est principalement de séparer les circuits de commande des circuits électriques : isoler et très souvent amplifier les tensions et les courants. Ils peuvent également être utilisés pour créer des fonctions logiques appropriées. Les relais sont largement utilisés dans les commutateurs téléphoniques électromécaniques PSTN ; ils sont encore, mais dans une moindre mesure, remplacés par l'électronique et l'informatique dans les interrupteurs d'aujourd'hui.

I.3.2.3. Les actionneurs

Dans une machine ou un système de télécommande semi-automatique ou automatique, l'actionneur est le boîtier de la partie motrice, qui reçoit les ordres de la partie commande par l'intermédiaire d'un éventuel pré-actionneur. Il convertit l'énergie qui lui est donnée pour accomplir des tâches en un travail utile pouvant être programmé par système automatique.

Critère de choix d'un actionneur :

- Capacité de charge : La capacité de l'actionneur à supporter et à transférer des charges sans compromettre les performances est primordiale.
- Vitesse et précision : selon l'application, la vitesse et la précision du mouvement de l'actionneur peuvent être des facteurs déterminants.
- Environnement : Les conditions environnementales telles que la température, l'humidité ou les agents corrosifs peuvent influencer le choix de l'actionneur.
- Source d'alimentation : selon que l'actionneur est électrique, hydraulique ou pneumatique, la disponibilité et le type d'alimentation électrique sont importants.

- Rendement d'un actionneur

Le rendement de l'actionneur correspond au rapport de l'énergie utile de production collectée pendant une certaine période à l'énergie fournie pendant la même période.

I.3.2.3.1. Les actionneurs électriques

Les entraînements électriques convertissent l'énergie électrique en énergie mécanique.

Notre système se compose des actionneurs électriques suivant :

+ Moteur asynchrone triphasé

Moteurs synchrones basés sur une réponse manuelle. L'énergie électrique est convertie en énergie mécanique et fonctionne sur des tensions alternatives triphasées, qui comportent deux composants principaux :

- Un inducteur fixe appelé stator.
- Un dispositif mobile appelé rotor.

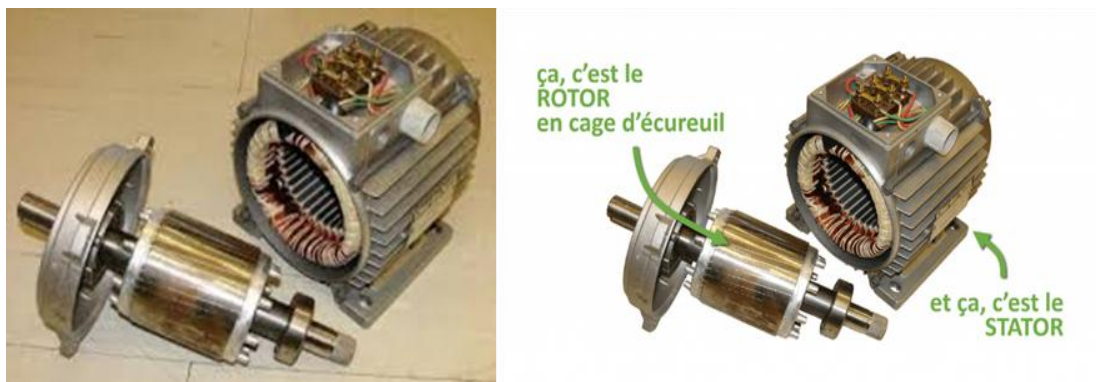


Figure I.7 : Moteur asynchrone triphasé

La bobine se trouve dans le circuit de commande pour éviter les courts circuits et évitez la surchauffe. Comprend un relais thermique et un fusible aussi.

1) Bobinage

S'il y a une paire de pôles magnétiques pour chacune des trois phases, la fréquence de synchronisation est de 3000 tr/min. Si le nombre de paires de pôles est augmenté, des moteurs avec des fréquences de rotation différentes peuvent être obtenus.

Les bobines sont connectées au réseau au niveau de la plaque à bornes située au-dessus du moteur. Nous disposons donc de 6 connexions, une pour chaque extrémité des trois bobines. Les bornes sont connectées à la bobine selon le schéma ci-dessus :

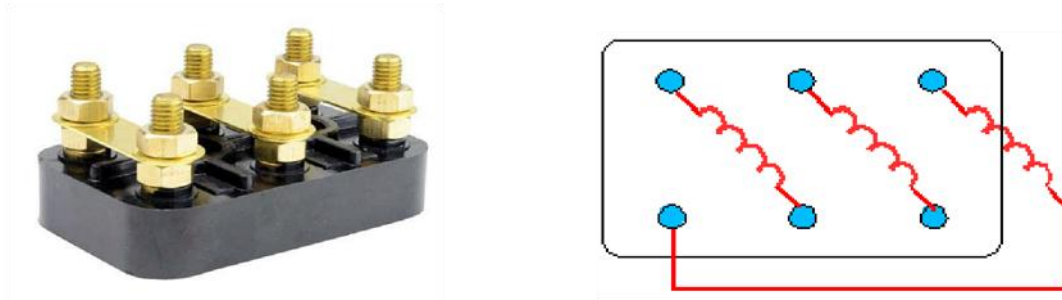


Figure I.8 : La plaque à borne

2) Principe de fonctionnement d'un moteur triphasé

Comme en l'as vu précédemment un moteur à induction triphasé est constitué de trois enroulements déphasés de 120° , fixés sur un circuit magnétique appelé stator, ces enroulements sont alimentés par un réseau de tension triphasé.

Trois bobines créent un champ magnétique qui agit sur un cylindre en aluminium appelé rotor.

Ensuite, le rotor commence à tourner dans le même sens que le champ magnétique tournant.

3) Branchement étoile ou triangle

Pour le branchement d'un moteur asynchrone triphasé on a les 2 possibilités suivantes :

- **Montage en étoile** : Dans ce circuit, la tension aux bornes de chaque bobine est de 230 V. Cet ensemble est utile lorsqu'il est nécessaire de connecter un moteur 230 V à un réseau 400 V ou d'utiliser un moteur avec une charge à forte inertie mécanique pour commencer avec une puissance réduite.

- **Montage triangulaire** : Chacune des bobines est alimentée avec une tension secteur nominale de 400 V.

Lors du choix du raccordement, si la tension maximale supportée par un enroulement statorique de notre moteur est égale à la tension simple du secteur, le stator est couplé en étoile.

Et lorsque cette tension est égale à la tension composite du réseau, on couple le stator dans le triangle.

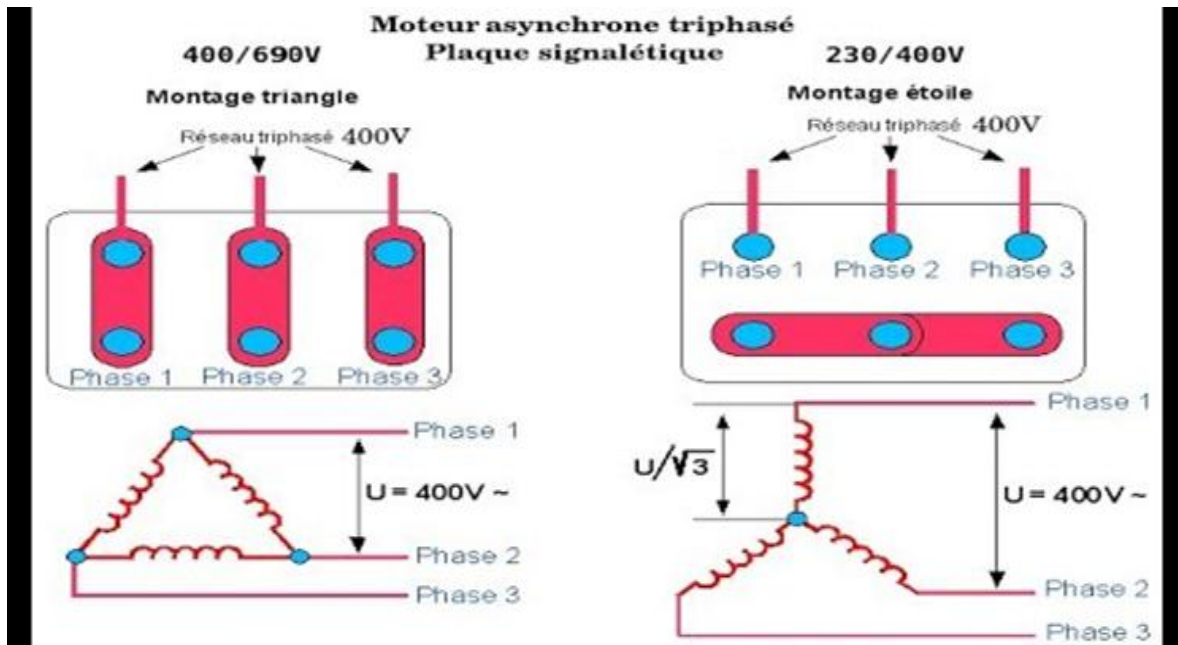
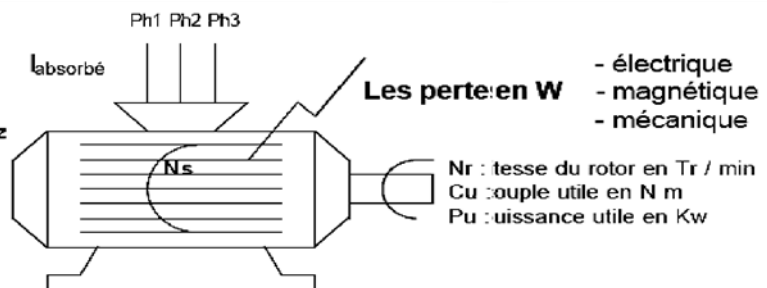


Figure I.9 : Schéma synoptique de branchement étoile et triangle

4) Puissance et rendement

$$N_s = \frac{f}{p}$$

N_s = vitesse du champ tournant en Tr / s
 p = nombre de paires de pôles
 f = fréquence du réseau d'alimentation en Hz



| |
|--|
| $P_a = U \times I \times \sqrt{3} \times \cos\phi$ |
| $P_u = \eta \times P_a$ |
| $P_u = C_u \times \omega$ |
| $\omega = (2 \times \pi \times N_r) / 60$ |

P_a : puissance absorbée (W)
 P_u : puissance utile (W)
 P_u : puissance utile (W)
 ω : rotation du moteur (rad / s)
 Utension entre 2 phases
 η rendement du moteur
 C_u : couple utile (Nm)
 N_r : vitesse de rotation nominale (tr / min)

5) Démarrage direct d'un moteur asynchrone

Le moteur est relié aux réseaux par un des composants de sécurité et de commande : le sectionneur porte fusible, un contacteur, un relais thermique.

Après fermeture du disjoncteur, l'action sur BP1 active le KM1 (relais), qui est autoalimenté. Après l'arrêt du premier sens, l'action BP2 active le KM2, donc le deuxième sens de rotation.

Pour des raisons de sécurité, un verrou est placé entre les deux sens de marche comme indiqué dans la figure ci-dessus

Pour des raisons de sécurité, un verrou est placé entre les deux sens de marche de moteur comme indiqué sur la figure ci-dessus.

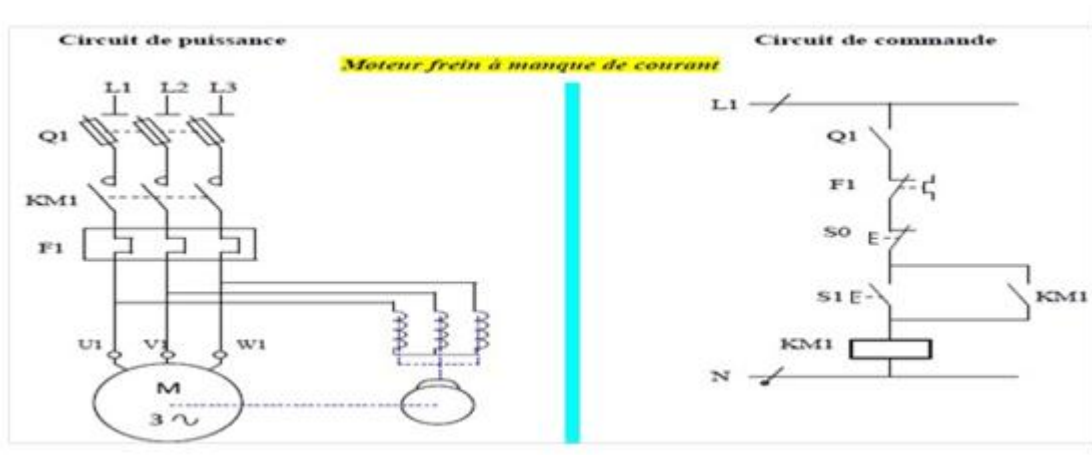


Figure I.10: Circuit de commande et de puissance d'un moteur asynchrone triphasé

6) Organes de protection de circuit de puissance

❖ Sectionneur porte fusible

Le sectionneur est un dispositif électromécanique qui permet de déconnecter mécaniquement et visiblement un moteur du réseau électrique et de son alimentation à des fins de maintenance ou en cas de court-circuit. Cela garantit que les fusibles protègent les appareils suivants contre le risque de court-circuit et de la surchauffe de moteur.

Il est composé de deux contacts :

- **Contacts principaux** : couper un circuit électrique en isolant la source du consommateur.
- **Contacts auxiliaires** : couper le circuit de commande.

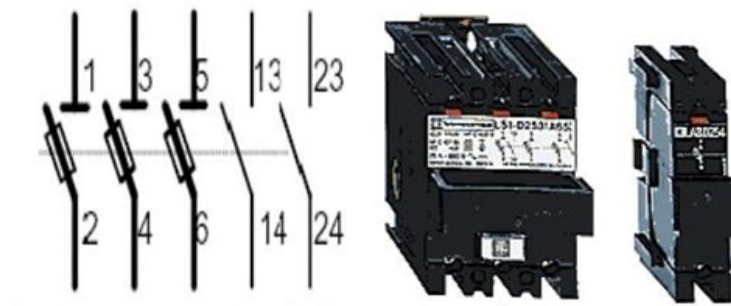


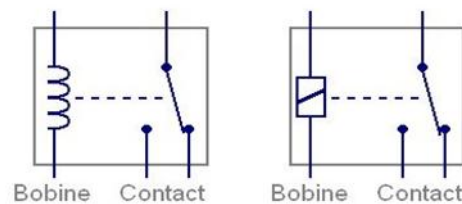
Figure I.11 : Sectionneur

❖ Relais thermique

Le relais thermique est un dispositif qui protège le moteur des surcharges et des coupures de phases. Pour ce faire, il contrôle le courant dans le récepteur.

Sa fonction différentielle permet de détecter une différence de courant entre phases en cas d'interruption.

En cas de coupure de courant, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit, un contact relais ouvre le circuit de commande d'un contacteur et le contacteur interrompt le courant dans le moteur.



Symboles du relais

Figure I.12 : Relais thermique

▪ Principe de fonctionnement

Le relais thermique est un dispositif qui protège le moteur des surcharges et des coupures de phases. Pour ce faire, il contrôle le courant dans le récepteur.

Sa fonction différentielle permet de détecter une différence de courant entre phases en cas d'interruption.

En cas de coupure de courant, le relais thermique n'agit pas directement sur le circuit, un contact relais ouvre le circuit de commande d'un contacteur et le contacteur interrompt le courant dans le moteur.

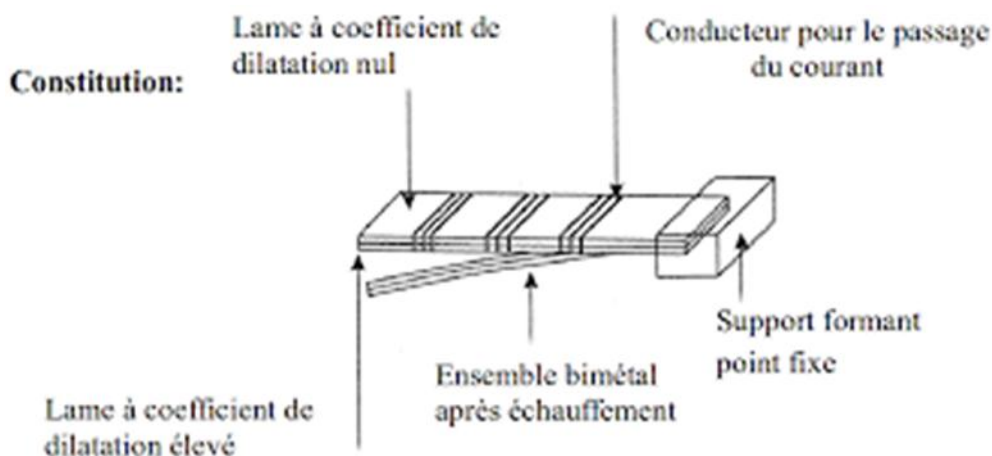


Figure I.13 : Présentation d'un relais thermique

7) Le moteur asynchrone a frein

Un moteur électrique asynchrone auto-freinant est un système qui combine un moteur asynchrone, triphasé ou monophasé, et un frein à disque en acier, le tout dans une seule unité.

Les moteurs électriques auto-freinants sont indiqués dans tous les cas où il est nécessaire de minimiser les temps d'arrêt tout en conservant les avantages typiques des moteurs asynchrones.

Le moteur asynchrone à freinage et découplage magnétique est composé de trois parties : le moteur, l'arbre de transmission et le système de freinage, ils sont liés par deux accouplements.

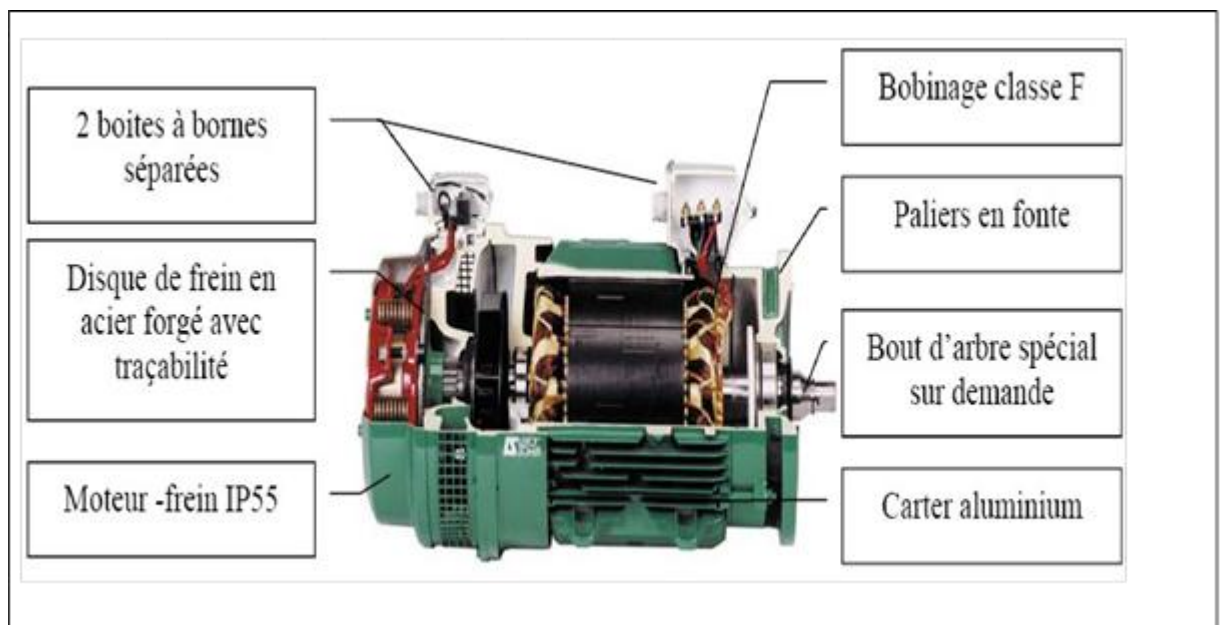


Figure I.14 : Moteur à frein

Partie commande

- **Electro frein**

Il s'agit d'un système de bobines et de plaquettes de frein, les bobines créent un champ magnétique qui tire les plaquettes de frein, puis le frein appliquera un couple de freinage à l'arbre, provoquant l'arrêt du convoyeur. Equipé d'un frein électrique.

- **Découplage magnétique**

C'est un corps électromécanique constitué d'une bobine et d'un séparateur. Cet appareil relie le moteur à l'arbre rotatif. L'arbre est séparé du moteur lorsque le frein électrique arrête l'arbre, maintenant le moteur en marche, et fixe l'arbre au moteur lorsque le dispositif de freinage libère l'arbre, faisant tourner le moteur en même temps.

Ces types de moteurs sont utilisés pour éviter le couple moteur et le courant de démarrage qui pourraient endommager le moteur.

7) Le moteur réducteur

Un moto-réducteur est un dispositif constitué d'un moteur électrique monophasé ou triphasé et d'un réducteur. Le principe est d'utiliser une boîte de vitesses pour réduire la vitesse de sortie tout en augmentant le couple. En utilisant un réducteur, la vitesse des moteurs électriques, qui est généralement de 1 500 tr/min, peut être réduite à une vitesse finale d'aussi peu que 2 ou 1 tr/min, selon le modèle en revanche en a le couple qui augmente beaucoup par rapport à son état initial.

Il y a des axes de moteur décalés pour aider à réduire la puissance. Les axes placés perpendiculairement à l'axe de sortie ont également un grand effet sur l'augmentation du couple et la réduction de la vitesse du motoréducteur.

Il existe 3 types de motoréducteur. Il s'agit des motoréducteurs micros, moyens et des gros motoréducteurs. Chaque type est utilisé dans des divers appareils.

On trouve le premier type dans les laboratoires par exemple le système de pipetage automatique, les scanner médicaux...etc.

Pour le deuxième type de motoréducteur on le trouve souvent dans les rétroviseurs électrique, les jouets télécommandé, les manèges, les équipements de fitness...etc.

Et pour le troisième type de motoréducteur on les trouve dans l'industrie pour l'alimentation des convoyeurs, les ascenseurs industriels, fabrication des équipements lourds comme les presse hydraulique...etc.



Figure I.15 : Moteur réducteur

I.3.2.4. Les capteurs

Un capteur est un composant qui transforme toute grandeur physique en signal électrique.

Accepte les données du contrôleur, puis les convertit en données que le contrôleur peut utiliser.

Le capteur peut convertir des données logiques (2 états 0 ou 1), numériques (valeur discrète) ou analogiques (dans ce cas en ajoutant un module de conversion analogique-numérique au contrôleur).

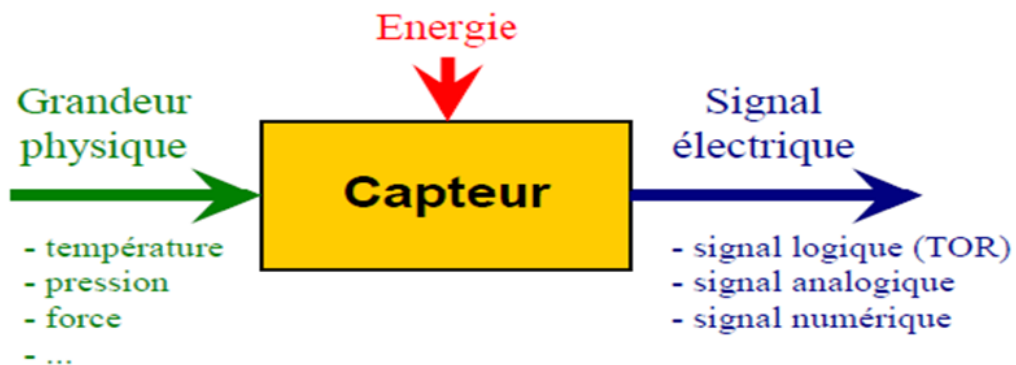


Figure I.16 : Principe de fonctionnement d'un capteur

Notre système est équipé des capteurs suivant :

- Capteur fin de course
- Capteur photoélectrique

✚ Capteur fin de course (détecteur mécanique)

Les interrupteurs de fin de course, également appelés interrupteurs de position, sont des capteurs de contact qui fournissent également des informations sur l'emplacement exact et la présence d'un objet. Ils peuvent être équipés d'un rouleau, d'un simple bâton ou d'une balle. Ils donnent des informations ou rien.

Ils sont constitués de microcontacts dans un étui de protection équipé d'un système de contrôle ou d'une tête de commande.

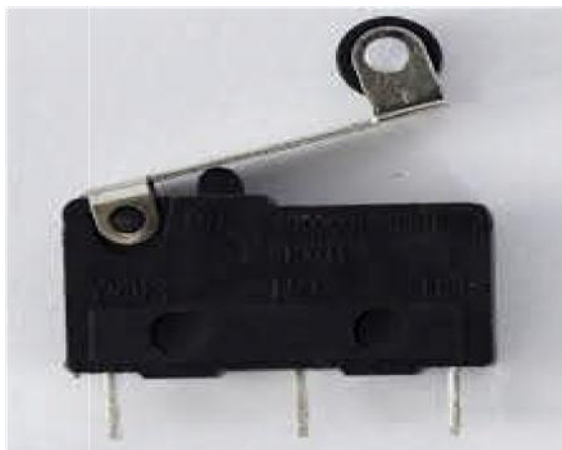


Figure I.17 : Capteur fin de course

▪ Principe de fonctionnement

Il s'agit d'un interrupteur commandé par le mouvement de l'élément de commande (élément de test). Lorsque l'objet de test est activé, il ouvre ou ferme un contact électrique.

De nombreux modèles peuvent être fixés au corps : tête droite, coudée ou multidirectionnelle fixée à divers moyens d'attaque (pression, levier, bâton).

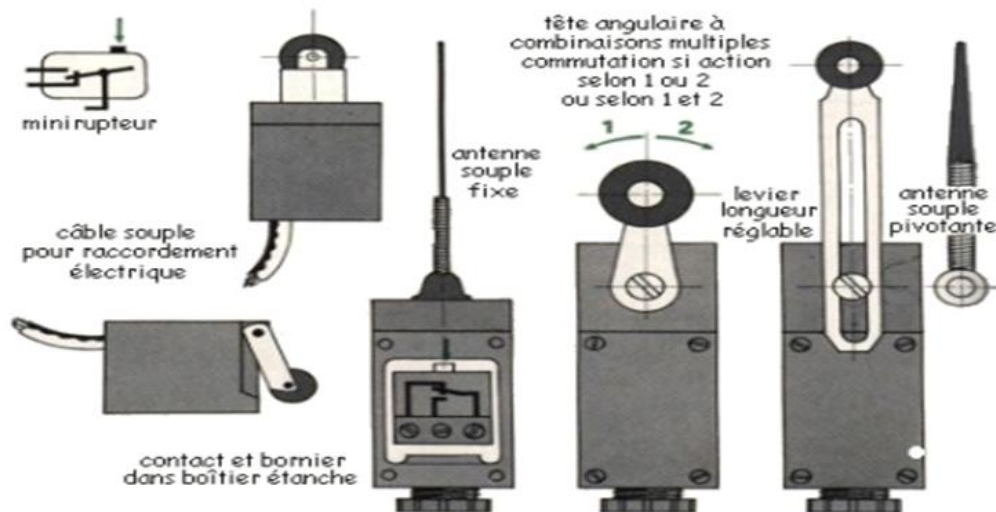


Figure I.18 : Type des détecteurs

+ Capteur photoélectrique

Un capteur photoélectrique est un capteur de proximité. Il se compose d'un émetteur de lumière auquel est attribué un récepteur. La détection de cible se fait en coupant ou en modifiant le faisceau lumineux. L'utilisation du signal est confirmée par l'unité de commande.



Figure I.19 : Différents types du capteur photoélectrique

Les différents types de détection :

Il existe 3 types de détection :

➤ Détection par barrage

Ce système est constitué de 2 boîtiers associés, l'un émetteur, l'autre récepteur.

➤ **La détection par reflexe**

Il est constitué d'un boîtier qui rassemble l'émetteur et le récepteur à la fois et d'un réflecteur qui renvoie la lumière émise envers le récepteur.

➤ **Capteur de proximité**

Il se compose d'un seul boîtier qui contient l'émetteur et le récepteur. La lumière émise est renvoyée au récepteur par l'objet à détecter.

❖ **Autre composant dans le système**

✚ **Les disjoncteurs**

Le disjoncteur est un interrupteur électrique à commande automatique qui permet au courant de circuler et protège les équipements du système contre les courts-circuits (moteurs) et les surcharges électriques en interrompant le courant du moteur et en surveillant les paramètres de fonctionnement. C'est donc un moyen de protéger les systèmes, les composants électriques et bien sûr les personnes.



Figure I.20 : Disjoncteur

✚ **Transformateur**

Un transformateur est un composant électrique qui permet de modifier les valeurs de tension et de courant fournies par une source alternative d'énergie électrique dans un système avec des tensions et des courants différents, en conservant la même fréquence et la même forme

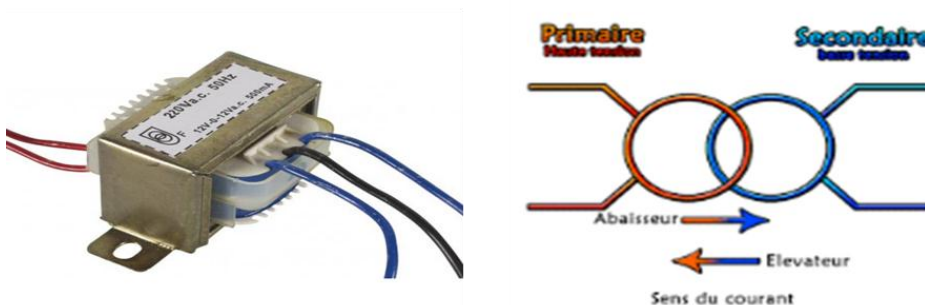


Figure I.21 : Image et symbole d'un transformateur

Redresseur

Un redresseur, également appelé convertisseur AC/DC, est un transformateur conçu pour alimenter une charge qui nécessite une tension ou un courant aussi constant que possible à partir d'une source AC.

Le principe d'un redresseur incontrôlé repose sur les propriétés des diodes ; En effet, une diode se bloque lorsque la tension à ses bornes est négative, supprimant les alternances négatives du signal d'entrée.

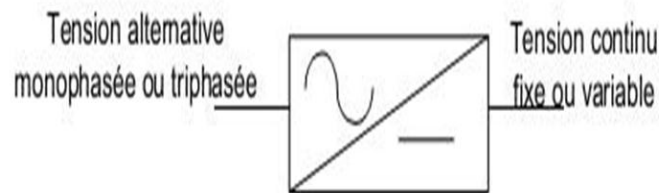


Figure I.22 : Schéma d'un redresseur

I.3.3. Poste opérateur

Chaque processus nécessite un système de surveillance et de contrôle qui permet une intervention humaine dans le processus.

Chaque élément du système est démarré ou arrêté par un interrupteur au poste de contrôle.

Cette station dispose d'indicateurs pour afficher l'état de fonctionnement et d'un bouton d'arrêt d'urgence pour arrêter immédiatement le processus. Cette station contient ce qu'on appelle un cabinet d'enregistrement.

Vous pouvez sélectionner le mode de fonctionnement manuellement ou automatiquement, appuyez sur le bouton de sélection de mode dans l'armoire de commande.

I.3.4. Mode automatique

Après sélection de mode de conduite automatique. L'utilisateur doit appuyer sur le bouton de l'armoire de commande (Start) comme indiqué sur la figure ci-dessus :

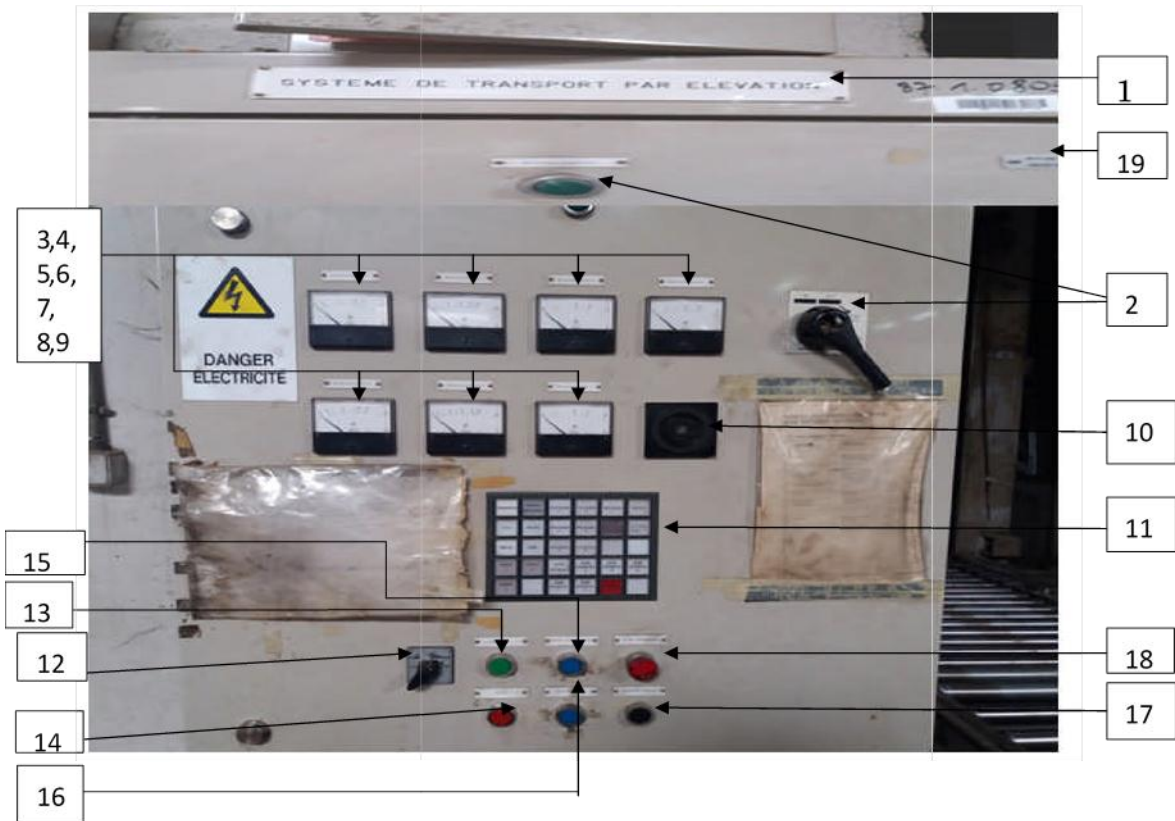


Figure I.23 : Armoire de commande

Tableau des différentes désignations d'armoire de commande :

| N° | Désignation | Remarque |
|---------------------|--------------------------|----------|
| 1 | Le nom de la machine | |
| 2 | Alimentation | OLI |
| 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 | Les ampèremètres | |
| 10 | Vibreur | BZ |
| 11 | Lampe de signalisation | |
| 12 | Verrouillage Auto-Manuel | SS111 |
| 13 | Marche | PB114 |
| 14 | Arrêt | PB115 |
| 15 | Arrêt de sonnerie | PB117 |
| 16 | Réarmement | PB116 |
| 17 | Essai de lampes | PB118 |
| 18 | Arrêt d'urgence | PB126 |
| 19 | Index 10 | |

Tableau I.1 : différentes désignations d'armoire de commande

▪ Alimentation de la machine

Le système est alimenté par le réseau d'énergie électrique

Il reçoit une tension en entrée à travers le réseau d'énergie électrique.

- Tension alternative triphasée de 380 V pour faire fonctionner le moteur asynchrone.
- Tension constante de 220 V pour les freins électriques.
- Tension constante de 24 V pour capteurs, entraînements frontaux et automatisation.

I.4. Le fonctionnement global

Comme indiqué au début du chapitre, la figure (I.1) montre le circuit complet du système de transport par ascenseur, ce qui permet de comprendre son fonctionnement.

Au début des travaux, l'opérateur doit équiper différentes parties du système en activant disjoncteur principal et en vérifiant également la position générale initiale des équipements de chaque station (en cas de problèmes, l'opérateur intervient pour réinitialiser la station manuellement).

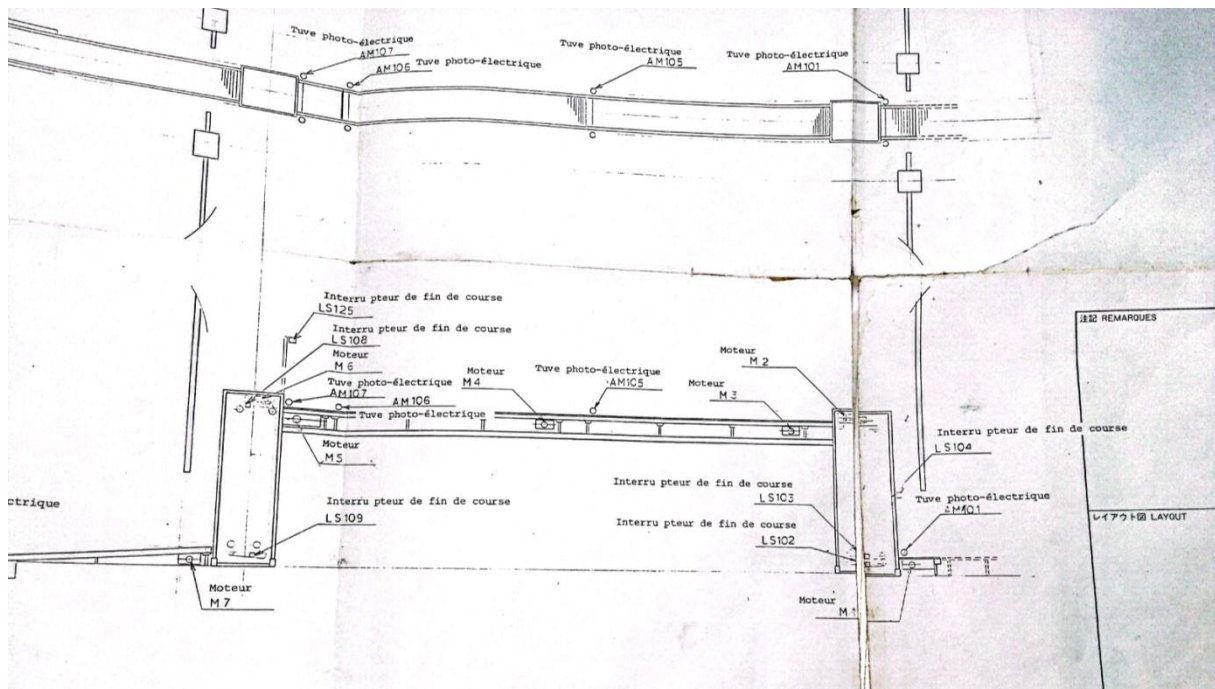


Figure I.24 : La disposition des détecteurs

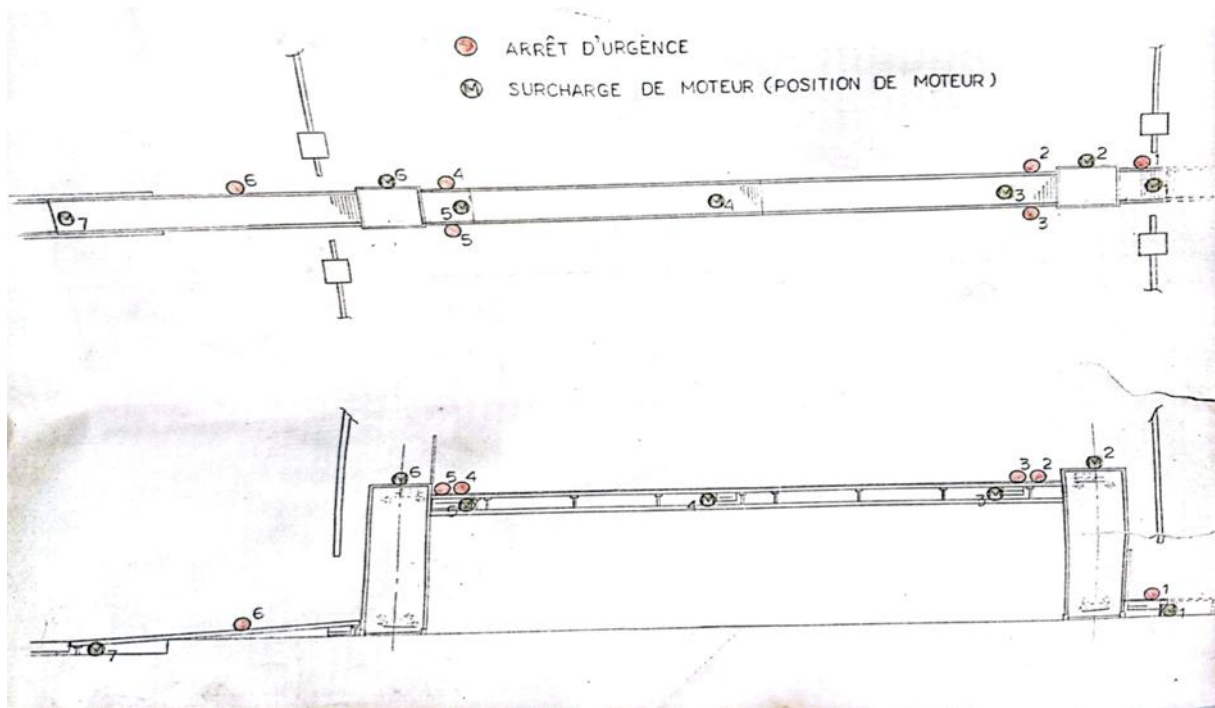


Figure I.25 : La disposition des arrêts d'urgence et les moteurs de système

Effectuez un test à sec de toutes les actions effectuées par l'appareil. Après vérification, l'opérateur active le cycle automatique (en appuyant sur le bouton de fonctionnement automatique en utilisant le verrouillage manuel comme montré sur l'armoire de commande bouton 12). Les trois moteurs asynchrones (M1 et M2 et M3) démarrent et entraînent le dispositif d'alimentation automatique (3) ainsi que le convoyeur élévateur (7) et le convoyeur à rouleaux motorisé (1).

La première armoire arrivant dans le sens de positionnement est détectée par le capteur photoélectrique (AM101) sur le 1er tapis transporteur (3), entraînant l'arrêt du moteur (M1).

Le capteur de fin de course (LS102) détecte l'arrivée de la balance à bande transporteuse, ce qui provoque le démarrage du moteur M1 puis l'allumage de l'alimentateur automatique (3) ; L'armoire est chargée sur une balance porteuse et prend une position définie avec précision.

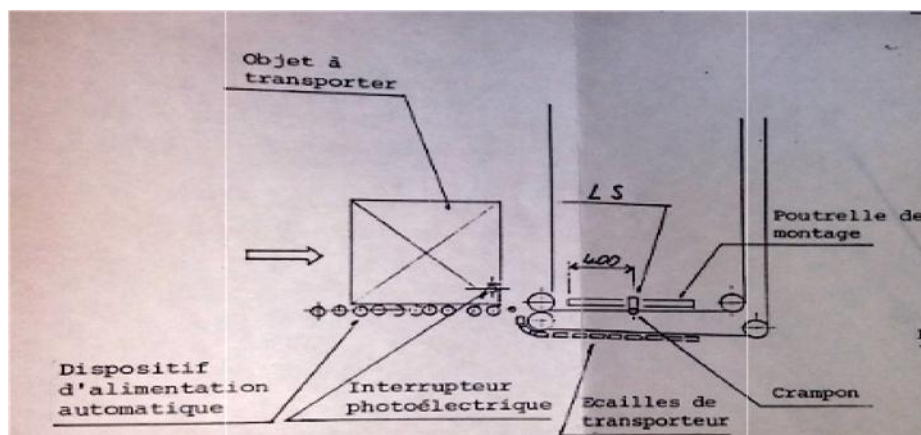
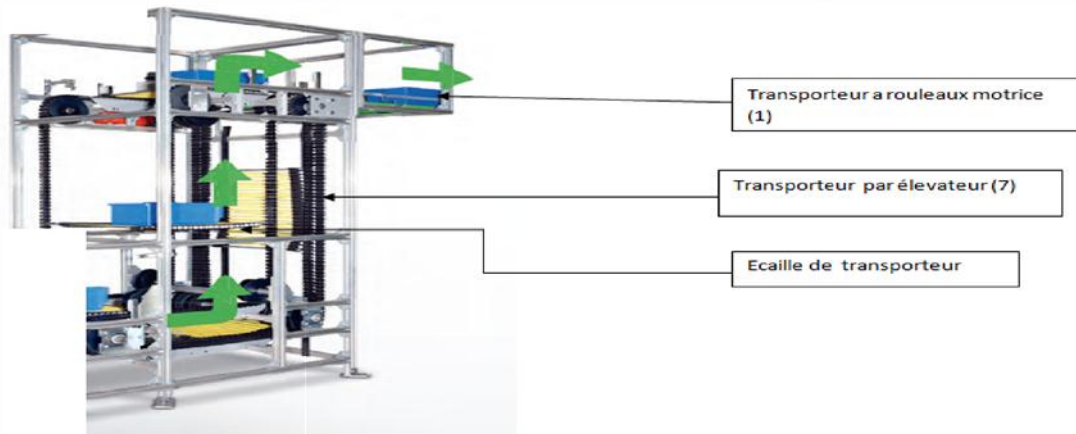


Figure I.26 : Dépôt de positionnement

Celui-ci est déplacé du tapis transporteur via un ascenseur et l'armoire est chargée sur le tapis transporteur (1) via un rouleau d'entraînement.

**Figure I.27 : Convoyeur vertical**

L'armoire se déplace sur le convoyeur à rouleaux d'entraînement (1) lorsque le capteur photoélectrique AM105 détecte la présence de l'armoire, démarrant ainsi le moteur M4 ; et l'armoire est chargée sur le deuxième convoyeur à rouleaux d'entraînement (2) jusqu'à ce qu'elle soit détectée par le capteur AM106, qui démarre le moteur M5.

L'armoire est chargée dans le chargeur automatique. Lorsque le capteur AM107 détecte la présence de l'armoire, le moteur M5 freine (M5 est un moteur réducteur avec frein).

Lorsque le fin de course LS108 détecte la présence de la balance, il libère le freinage du moteur M5 et l'armoire est chargée sur la balance. Le fin de course LS125 détecte alors que l'armoire est en bonne position et descend le long du tapis roulant vertical.

La balance du tapis transporteur touche le fin de course LS109, ce qui signifie :

- L'armoire est chargée sur le tapis transporteur.
- Démarrage du moteur M7

L'armoire est transportée sur le tapis roulant, puis détectée par le capteur photoélectrique AM110 et chargée sur le tapis roulant à rouleaux libres pour stockage.

I.5.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail le système de transport par ascenseur. Nous avons passé en revue toutes les différentes pièces et composants, ainsi que le fonctionnement de cette station.

Le prochain chapitre, sera consacré à la présentation de l'outil de modélisation qui est le « GRAFCET », et le modèle grafcet du transport par ascenseur que nous avons élaboré.

Modélisation du système de transport par Convoyeur

II.1. Introduction

L'étude et la description d'un système automatisé requièrent une démarche organisée qui utilise un outil de modélisation capable de décrire entièrement le fonctionnement des procédés, Parmi ces utiles il y a : ceux établie par les chercheur (réseau de pétri), ceux établie par les industriels (DIAGRAMME DE GIRARD, ORGANIGRAME, GRAFCET).

Le GRAFCET est le langage le plus simple et le plus répandu pour transmettre les informations entre les différentes parties de l'automatisme, en respectant ses conditions d'évolution et les exigences de cahier de charge.

Pour modéliser notre système de transport, nous avons choisi l'outil de GRAFCET qui répond aux spécifiquement aux besoins de l'industrie et nous permet d'analyser le problème posé et concevoir une solution programmable qui s'adapte avec la technologie de l'automate.

II.2. Présentation de l'outil de GRAFCET

II.2.1. Historique de GRAFCET

En 1975, un groupe d'universitaires et industriels de la section "Systèmes Logiques" de l'AFCEC (Association Française de Cybernétique Economique et Technique) se sont fixés l'objectif de définir un formalisme adapté à la représentation des évolutions séquentielles d'un système et ayant les caractéristiques suivantes :

- Simple ;
- Accepté par tous ;
- Intelligible à la fois par les concepteurs et les exploitants
- Fournissant potentiellement des facilités de passage à une réalisation, à base matérielle et/ou logicielle de l'automatisme ainsi spécifié.

Au début, le travail consiste à dresser un état de l'art des différentes approches de modélisation du comportement de tels automatismes. Trois grandes classes d'outils de modélisation furent ainsi recensées :

- Les organigrammes
- Les Réseaux de Pétri ;
- Les graphes d'état.

L'analyse des avantages et inconvénients de ces outils mena, en 1977, à la définition du GRAFCET, ainsi nommé pour, à la fois marquer l'origine de ce nouvel outil de modélisation « AFCET » et son identité (GRAPHE Fonctionnel de Commande Etapes Transitions). Les résultats de ces travaux firent l'objet d'une publication officielle dans la revue "Automatique et Informatique Industrielle" en décembre 1977, date que la communauté considère aujourd'hui comme correspondant à la date de naissance effective du GRAFCET.

II.2.2. Définition de GRAFCET

Le GRAFCET est un diagramme fonctionnel qui sert à décrire graphiquement le comportement et l'évolution du système automatisé tout en respectant le cahier de charge, C'est un langage clair, strict et sans ambiguïté. Il est caractérisé par :

- La Représentation de la succession des étapes dans le cycle.
- L'évolution du cycle étape par étape qui est contrôlée par une transition disposée entre chaque étape.
- A chaque étape peut correspondre une action.
- A chaque transition correspond une condition (réceptivité) qui doit être satisfaite pour que la transition puisse être franchi.
- Des règles d'évolution définissent le comportement de la partie commande ainsi décrite.
- Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

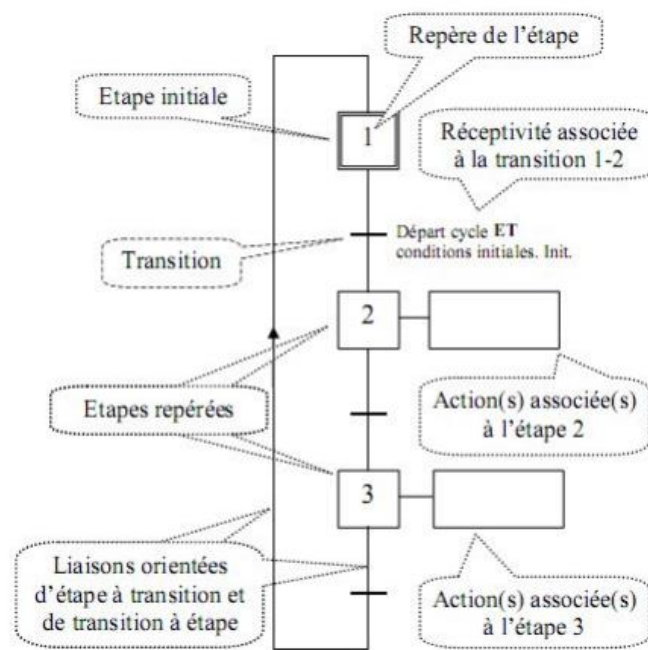


Figure II.1 : Symbolisation de GRAFCET

II.3. Eléments graphique de base de GRAFCET

II.3.1. Les étapes de GRAFCET

Une étape correspond à une situation du système automatisé dans laquelle le comportement de la partie commande est stable vis-à-vis de ses entrées et ses sorties. L'étape possède deux états possibles : **Active** : représenté par un jeton dans l'étape ou inactive.

Chaque étape porte son propre numéro i , elle est représentée par un carré repéré numériquement, elle possède ainsi une variable d'état, appelée variable d'étape X_i , est une variable booléenne valant **1** si l'étape est active, **0** sinon, la situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite étape initiale qui est représentée par un carré double.

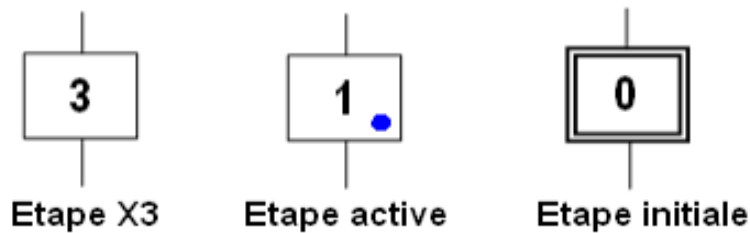


Figure II.2 : Symbolisation des étapes de GRAFCET

II.3.2. Les actions associées

On précise pour chaque étape les actions à effectuer et leur enchaînement lorsque l'étape est active. Les actions sont les résultats de traitement logique peuvent être :

Externes : elles correspondent aux ordres émis vers la partie opérative ou vers les éléments externes.

Internes : ils concernent des fonctions spécifiques de l'automatisme telles que :

Temporisation, comptage, etc.

Les actions sont décrites de façon littérale ou symbolique à l'intérieure d'un ou plusieurs rectangles reliés à la partie droite de l'étape.

II.3.3 Les transitions

Une transition indique la possibilité d'évolution d'une étape à l'étape suivante. Le passage de l'une à l'autre s'effectue par le franchissement d'une transition.

Une transition est soit validée soit non validée. Elle est dite validée lorsque toutes les étapes précédentes reliées à cette transition sont validées. A chaque transition une associé une condition logique qui traduit la notion de réceptivité.

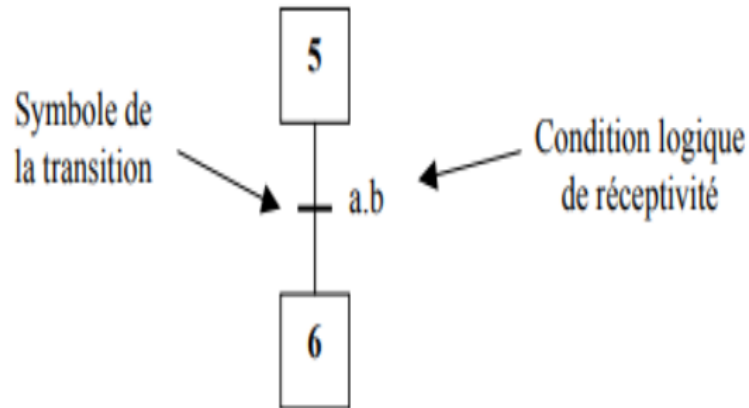


Figure II.3 : Transition et sa réceptivité

II.3.4. La réceptivité

A chaque transition est associée une proposition logique appelée réceptivité qui peut être soit vraie soit fausse, elle exprime la condition nécessaire pour passer d'une étape à une autre.

La réceptivité est une information d'entrée qui est fournie par :

- L'opérateur : pupitre de commande.
- La partie opérative : états des capteurs.
- Du temps, d'un comptage ou toute opération logique, arithmétique.
- Du GRAFCET : de l'état courant des étapes du GRAFCET (les X_i).
- D'autres systèmes : dialogue entre systèmes.

II.3.5. Liaisons orientées

Les liaisons indiquent les voies d'évolution de GRAFCET, Elles permettent de relier les étapes aux transitions et inversement, elles sont horizontales. Lorsque le parcours est différent des flèches sont nécessaires.

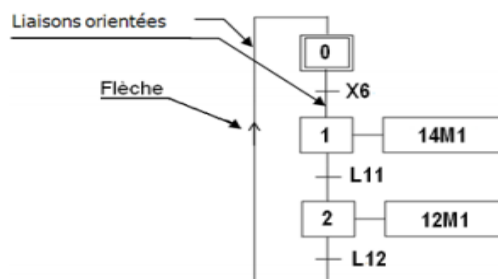


Figure II.4 : Liaison orienté

II.3.6 Classification des actions associées aux étapes :

L'action associée à l'étape peut être de 3 types **continus**, **conditionnels** ou **mémorisées**

II.3.6.1 Action continus

L'ordre est émis de façon continue tant que l'étape, laquelle il est associé, est active.

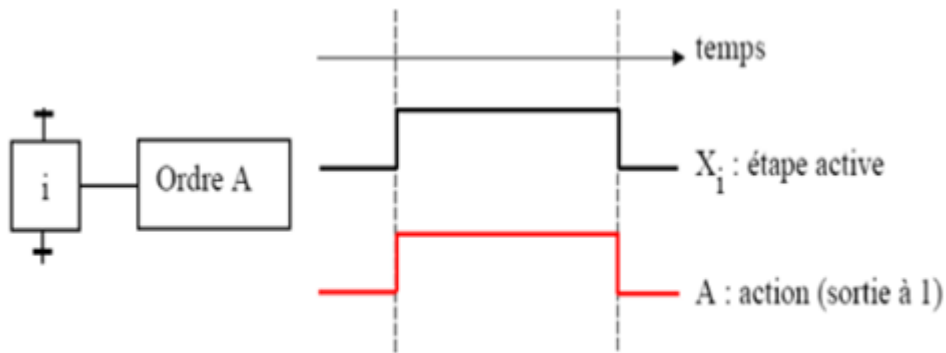


Figure II.5 : Action continue

II.3.6.2 Action conditionnels

Une action conditionnelle n'est exécutée que si l'étape associée est active et si la condition associée est vraie. Elle peut être décomposée en 3 cas particuliers :

a) Action conditionnelle simple : Type C

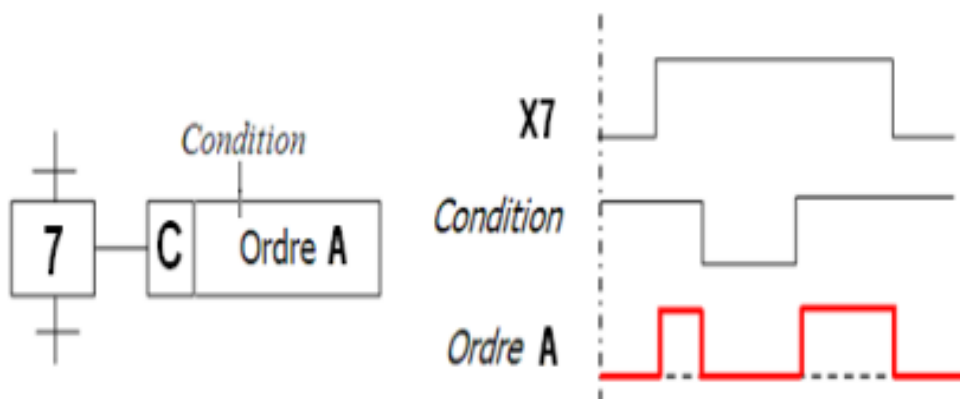


Figure II.6 : Action conditionnelle simple

b) Action retardée : Type D (Delay)

Le temps joue le rôle d'une condition logique dans cet ordre conditionnel. L'indication du temps s'effectue par la notation générale " t / xi / q " dans laquelle "xi" indique l'étape prise comme origine du temps et "q" est la durée du retard.

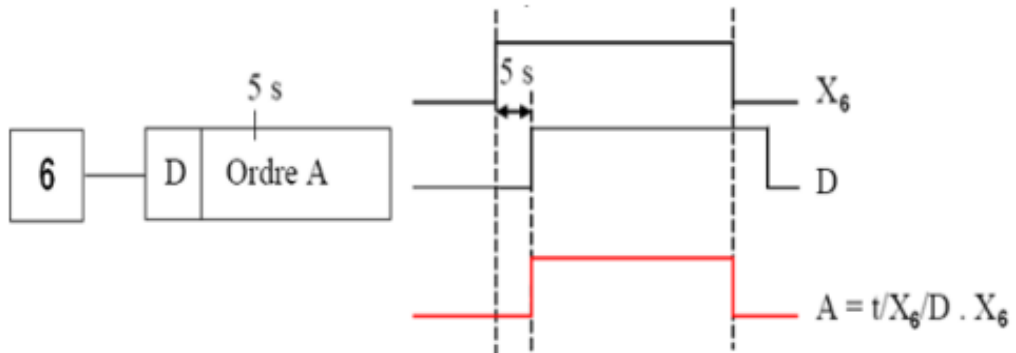


Figure II.7 : Action retardée

c) Action limité dans le temps : Type L

L'ordre est émis dès l'activation de l'étape à laquelle il est associé, mais la durée de cet ordre sera limitée à une valeur spécifiée.

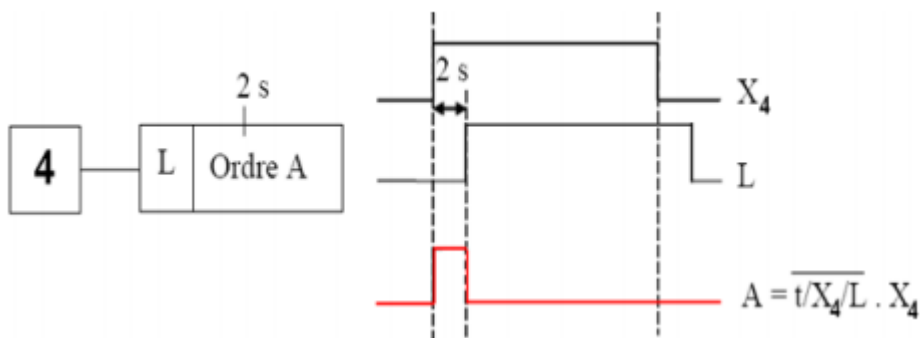


Figure II.8 : Action limité dans le temps

L'ordre A est limité à 2s après l'activation de l'étape 4

II.3.6.3 Action mémorisées : Le maintien d'un ordre, sur la durée d'activation de plusieurs étapes consécutives, peut également être obtenu par la mémorisation de l'action.

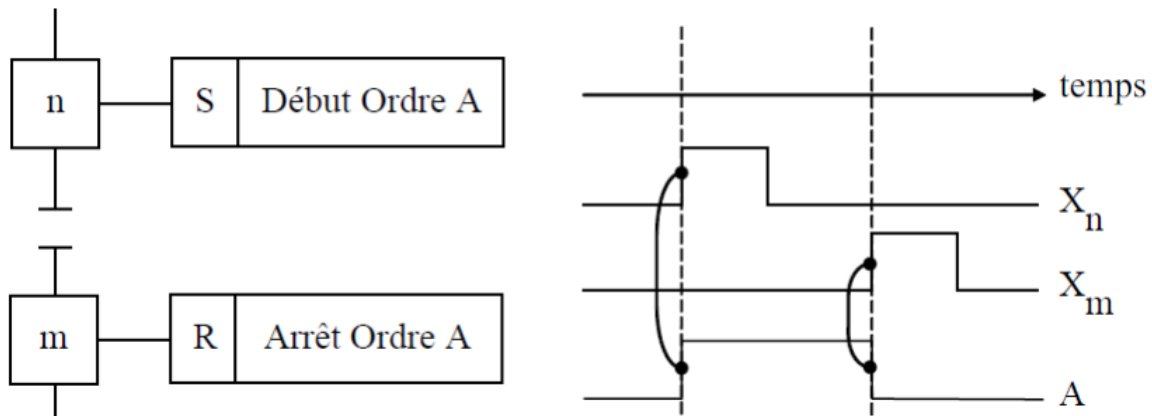


Figure II.9 : Action mémorisée

N.B : On peut aussi donner l'équation d'un ordre A en fonction des états des étapes, des conditions éventuelles et du temps.

II.3.6.4 Action maintenue sur plusieurs étapes : Afin de maintenir la continuité d'une action sur plusieurs étapes, il est possible de répéter l'ordre continu relatif à cette action.

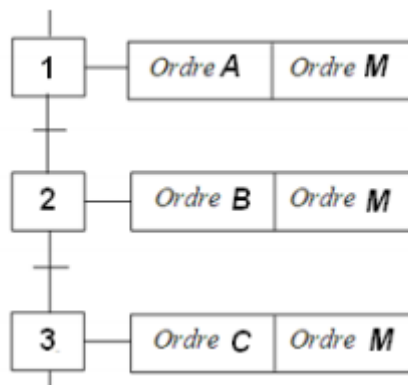


Figure II.10 : Action maintenue

II.4 Règles d'évolution d'un GRAFCET

Les règles d'évolution précisent les conditions dans lesquelles les GRAFCETS évoluent, c'est-à-dire les conditions dans lesquelles les étapes sont actives ou inactives

Règle 1 : Situation initiale

L'initialisation précise les étapes active au début du fonctionnement. Les étapes initiales sont activées inconditionnellement en début du cycle. Elles sont repérées sur le GRAFCET en doublant les côtés des symboles correspondant.

Règle 2 : Franchissement d'une transition

Le franchissement d'une transition ne peut se produire que lorsque :

- Cette transition est validée
- **Et** que la réceptivité associée à cette transition est vraie

Si ces deux conditions d'évolution sont réunies, la transition devient franchissable et alors obligatoirement franchie.

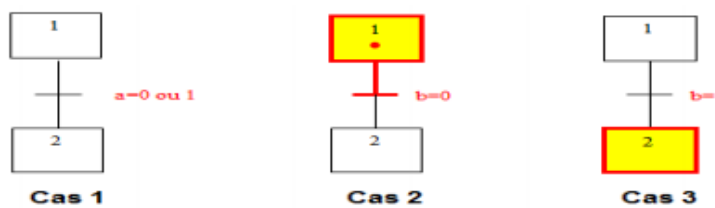


Figure II.11 : Franchissement d'une transition

Cas1 : transition non validée

Cas2 : transition validée mais elle n'est pas franchissable

Cas3 : transition validée et franchissable

Règle 3 : Evolution des étapes actives

Le franchissement d'une transition entraine l'activation de tous étapes immédiatement suivantes et la désactivation de tous étapes immédiatement précédentes.

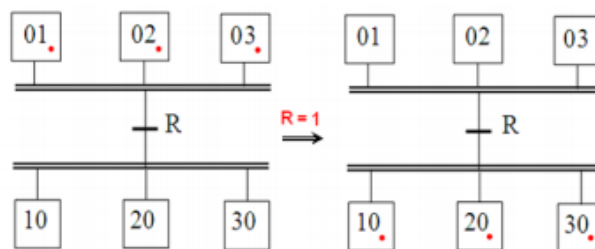


Figure II.12 : Evolution des étapes actives

Règle 4 : Franchissement simultané

Toutes les transitions simultanément franchissables à un instant donné sont simultanément franchies.

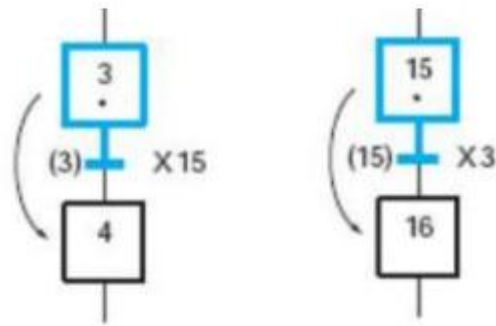


Figure II.13 : Franchissement simultanée

Règle 5 : Conflit d'activation

Si au cours d'un fonctionnement une même étape doit désactivée et activée simultanément, elle reste activée.

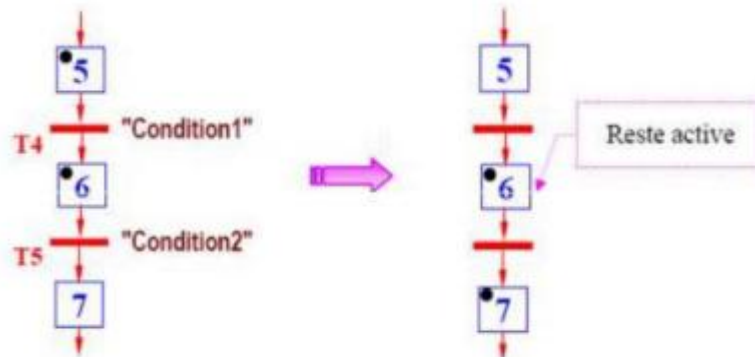


Figure II.14 : Conflit d'activation

Remarque : la durée de franchissement d'une transition ne peut jamais être rigoureusement nulle, même si théoriquement (règle 3 et 4), Elle peut être rendue aussi petit que l'on veut. Il en est de même de la durée de l'activation d'une étape. La 5ème règle se rencontre rarement dans la pratique.

II.5. Les structures de base :

Les structures de base les plus utilisées sont :

II.5.1. Séquence unique :

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les unes après les autres. Chaque étape n'est suivie que par une transition et chaque transition n'est validée que par une étape.

La séquence est dite "active" si au moins une étape est active. Elle est dite "inactive" si toutes les étapes sont inactives.



Figure II.15 : Séquence unique

II.5.2. Séquences simultanées (Divergence en ET)

Lorsque le franchissement d'une transition conduit à activer plusieurs séquences en même temps, ces séquences sont dites séquences simultanées ou parallélisme structural. Après l'activation simultanée de ces séquences, les évolutions des étapes actives dans chacune des séquences deviennent alors indépendantes.

Le début et la fin de séquences simultanées doivent être représentés sur un GRAFCET par deux traits parallèles. Plusieurs séquences simultanées commencent et se terminent toujours sur une réceptivité unique.

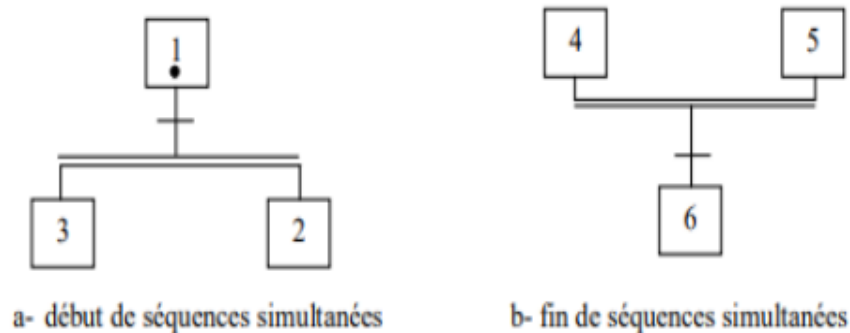
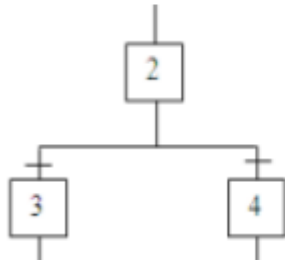


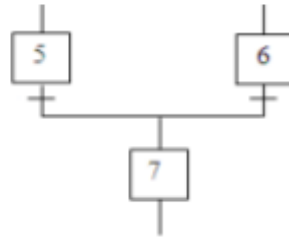
Figure II.16 : Représentation graphique d'une séquence simultanée

II.5.3. Sélection de séquences (Divergence en OU) :

La sélection de séquences dans un GRAFCET permet le choix d'une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle est représentée à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquence permet la reprise d'une séquence unique.



a- Début de sélection de séquences



b- Fin de sélection de séquences

Figure II.17 : Représentation graphique d'une sélection de séquences

➤ Cas particuliers

Deux cas particuliers de sélection de séquence sont très utiles dans la pratique des systèmes séquentiels :

- Le saut d'étapes** : qui permet de ne pas effectuer un certain nombre d'étapes lorsque celle-ci sont inutiles.
- La reprise de séquence** : qui permet de recommencer une ou plusieurs fois la même séquence tant qu'une condition n'est pas réalisée.

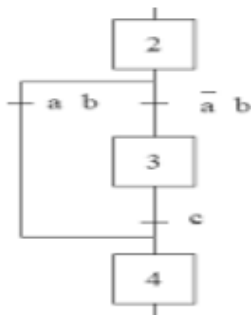


Figure II.18 : Saut d'étape

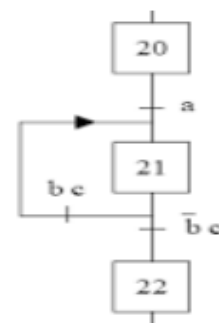


Figure II.19 : Reprise une séquence

II.6. Niveaux de GRAFCET

II.6.1. GRAFCET Niveau 1 : On prend en compte que l'aspect fonctionnel du cahier des charges et on représente seulement le fonctionnement logique de l'automatisme dans un langage proche du langage courant, indépendamment des choix technologiques qui seront effectués (type de circuit de commande, modes d'actions de la partie opérative, etc...) sans spécifier comment elles seront technologiquement obtenues. Ce niveau permet de faciliter le dialogue entre le client et le concepteur.

II.6.2. GRAFCET Niveau 2 :

Pourra être différent du grafcet de niveau 1 compte tenu de la nature et en particulier de la technologie des capteurs, actionneurs utilisés et de repérage des variables sous forme symbolique.

II.7. La mise en équation d'un GRAFCET

Pour passer de l'étape de modélisation du GRAFCET à l'étape de programmation par l'un des langages de programmation, on doit traduire le GRAFCET de niveau 2, en équations combinatoires.

Pour qu'une étape X_n d'un GRAFCET soit activée il faut que :

- L'étape immédiatement précédente X_{n-1} soit active
- La réceptivité immédiatement précédente R_{n-1} soit vraie
- L'étape immédiatement suivante X_{n+1} soit non active
- Après activation l'étape mémorise son état.

Equation logique d'une étape X_n est :

$$X_n = (A_n + X_n) \cdot D_n$$

Tel que :

$A_n = X_{n-1} \cdot R_{n-1}$: Equation d'activation de l'étape X_n

Et $D_n = \overline{X_{n+1}}$: Equation de désactivation de l'étape X_n

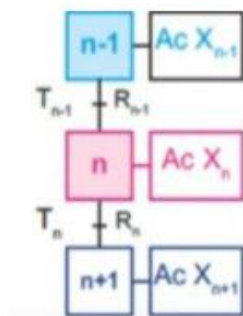
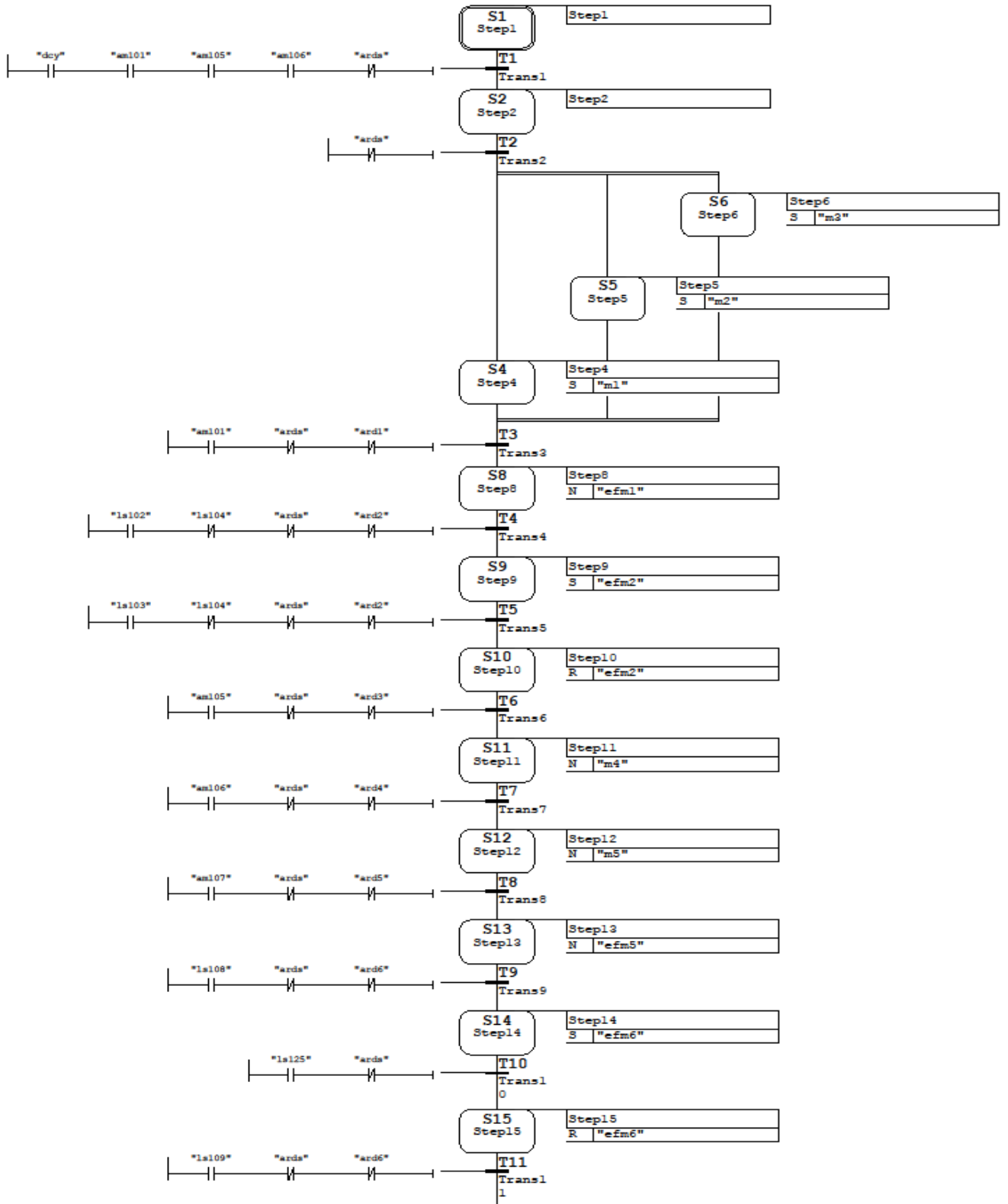


Figure II.20 : Exemple d'un GRAFCET

II.8.GRAFCET du système :

Dans ce qui suit nous donnons niveau 2 élaboré pour décrire le fonctionnement de système de transport par élévation :

Commentaire de bloc



II.9.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un outil de programmation puissant et outils qui sert à modéliser les systèmes automatisés et transmettre les informations, et cette outil est le GRAFCET. Il permet le passage du cahier des charges fonctionnelles à un langage de programmation utilisé par un automate programmable industriel facilement.

Présentation de l'API S7 300 et du logiciel STEP 7 et la simulation de programme avec S7-PLCSIM

III.1.Introduction

L'automate S7-300 est le modèle de base de la gamme des API Siemens qui comprend aussi les S7-200 (modèle compact) et les S7-400 (modèle utilisé en régulation). Il se programme avec le logiciel STEP7 de Siemens.

Dans ce présent chapitre, nous allons donner d'une manière générale une vue globale sur les API particulièrement l'API S7-300, et les étapes de créer un projet dans STEP7, et enfin on passe à la simulation de Station programmé sous le logiciel PLCSIM.

III.2.Définition d'un automate

Un automate programmable industriel est un appareil électronique Programmable pour contrôler les processus industriels grâce à un traitement séquentiel. Il envoie des commandes au pré- actionneurs en fonction des données d'entrées, des instructions et d'un Programme informatique.

Trois éléments essentiels différencient complètement l'Automate Programmable Industriel (API) des ordinateurs (PC industriels ou autres) :

- Il peut être directement connecté aux capteurs et pré-actionneurs grâce à ses entrées/sorties industrielles,
- Il est conçu pour fonctionner dans des ambiances industrielles sévères (température, vibrations, microcoupures de la tension d'alimentation, parasites, etc.),
- Sa programmation à partir de langages spécialement développés pour le traitement de fonctions d'automatisme qui fait en sorte que sa mise en œuvre et son exploitation ne nécessitent aucune connaissance en informatique.

III.3.Domains d'emploi des automates

Les API sont utilisées dans toutes les industries pour contrôler des machines (transport, emballage...) ou des chaînes de production (automobile, agroalimentaire...) ou elles peuvent également assurer des fonctions de contrôle de procédés (métallurgie, chimie...).

Il est de plus en plus utilisé dans le secteur du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le chauffage, l'éclairage, la sécurité ou le contrôle d'alarme. .

Fondamentalement, la fonction d'un automate est de détecter différents types de signaux du processus, de préparer et d'envoyer des fonctions en fonction des données programmées.

Les automates programmables industriels les plus couramment utilisés sont les marques de Siemens, Schneider Electric, Allen-Bradley, Mitsubishi, Omron et Rockwell Automation.

III.4. Nature des informations traitées par l'automate

Les données peuvent être de type :

- Tout ou Rien (T.O.R.) : Les données ne peuvent avoir que deux états (vrai/faux, 0 ou 1, etc.). Ce type de données est fourni par un détecteur, un bouton poussoir...
- Analogique : Les données sont continues et peuvent prendre une valeur dans une plage bien définie. Ce type de données est fourni par un capteur (pression, température, etc.)
- Numérique : Les données sont codées au format binaire ou hexadécimal. Il s'agit d'informations sur un ordinateur ou un module intelligent.

III.5. Architecture des automates

III.5.1. Aspect extérieur

Les automates peuvent être classés en deux types : compact et modulaire.

❖ L'API de type compact

On distinguera les modules de programmation (Siemens LOGO, Schneider ZELIO, Crouzet MILLENIUM, etc.) des microautomates. Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et sorties. Selon les modèles et les fabricants, il peut réaliser quelques fonctions supplémentaires (calcul rapide, E/S analogiques, etc.) et disposer d'un nombre limité d'extensions. Ces automates faciles à utiliser sont généralement conçus pour contrôler de petites automatisations.



SIEMENS LOGO

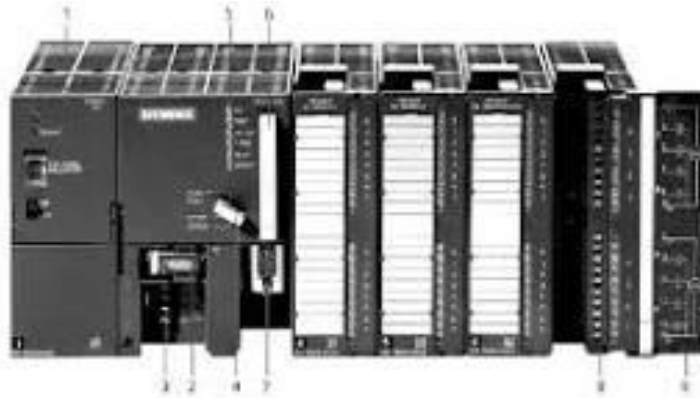


SCHNEIDER TWIDO

Figure III.1 : Les modules de programmation

❖ L'API de type modulaire

Le processeur, l'alimentation et les connexions d'E/S résident dans des unités indépendantes (modules) et sont connectés à un ou plusieurs racks contenant un fond de panier (ici plus des connecteurs). Ces contrôleurs sont intégrés dans des systèmes d'automatisation complexes qui nécessitent puissance, puissance de traitement et flexibilité.



- 1 Module d'alimentation 6 Carte mémoire
 2 Pile de sauvegarde 7 Interface multipoint (MPI)
 3 Connexion au 24V cc 8 Connecteur frontal
 4 Commutateur de mode (à clé) 9 Volet en face avant
 5 LED de signalisation d'état et de défauts

Figure III.2 : Automate modulaire (Siemens)

III.5.2. Structure interne

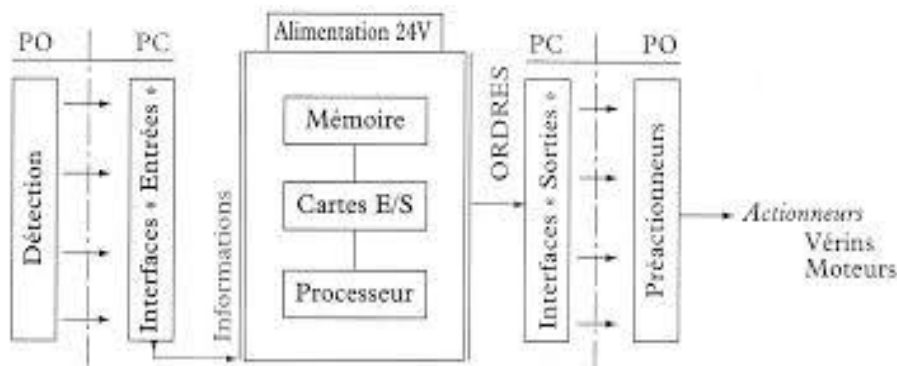


Figure III.3 : Architecture interne d'un API

- **Module d'alimentation** : il assure la distribution d'énergie aux différents modules. Tous les automates actuels utilisent un bloc d'alimentation alimenté en $240 V_{AC}$ et ils délivrent une tension de $24V_{CC}$.

Il existe trois sources d'alimentation : alternative, continue ou auxiliaire.

- Alimentation alternative : fournit les tensions principales dont la machine a besoin à partir du secteur 110 V ou 220 V : 24 V, 12 V ou 5 V en continu. Ces sources d'énergie comportent deux parties : la rectification et la régulation. En cas de panne du contrôleur, certaines sources d'alimentation sont équipées d'un contact relais et d'un voyant lumineux.
- Alimentation CC : certains contrôleurs fonctionnent avec une alimentation CC fournie par des alimentations externes. Ceci nécessite l'utilisation de transformateurs à enroulements séparés.

- Sources d'alimentation auxiliaires : Si l'alimentation principale ne peut assurer le fonctionnement de toutes les cartes, des sources d'alimentation supplémentaires doivent être prévues. Ils s'installent soit à l'intérieur du coffret, sur des racks d'extension, des postes de connexion ou encore à l'extérieur de l'automate
- **Unité centrale** : à base de microprocesseur, elle réalise toutes les fonctions logiques, arithmétiques et de traitement numérique (transfert, comptage, temporisation...).
- **Le bus interne** : permet la communication avec tous les blocs automates et extensions possibles.
- **Mémoires** : Permet le stockage du système d'exploitation (ROM ou PROM), du programme (EEPROM) et des données du système pendant l'utilisation (RAM). Cette dernière est généralement alimentée par la batterie. En règle générale, la capacité mémoire peut être augmentée en ajoutant des barrettes mémoire de type PCMCIA.
 - ✚ **RAM (Random Access Memory)**: La RAM est une mémoire vive dans laquelle vous pouvez lire et écrire, elle est automatiquement effacée lorsque la machine est éteinte.
 - ✚ **ROM (Read Only Memory)**: Mémoire morte dans laquelle on ne peut que lire.
 - ✚ **EEPROM (Electric Erasable PROM)**: Seul la lecture est possible, ces mémoires sont mortes, reprogrammables en utilisant l'effaceur électrique.
 - ✚ **EPROM (Erasable PROM)**: Mémoire morte reprogrammable avec une gomme ultraviolette. La capacité mémoire est indiquée en mots de 8 bits (nombre binaire) ou en octets.
- **Interfaces d'entrées / sorties**

Les interfaces E/S sont des cartes électroniques qui connectent le CPU de l'automate programmable à la partie opérative (processus avec capteurs et actionneurs).

 - ✚ **Interface d'entrée** : elle permet de recevoir les informations du S.A.P. ou du pupitre et de mettre en forme (filtrage, ...) ce signal tout en l'isolant électriquement (optocouplage).
 - ✚ **Interface de sortie** : elle permet de commander les divers préactionneurs et éléments de signalisation du S.A.P. tout en assurant l'isolement électrique.

III.6. Câblage des entrées / sorties d'un automate

a. Alimentation de l'automate

L'automate est généralement alimentée par un réseau monophasé 230 V ; 50 Hz, mais d'autres sources d'énergie sont également possibles (110V, etc...). La protection est de type magnétothermique.

Il est recommandé de vérifier l'alimentation automatique avec un circuit de contrôle spécial. Les sorties sont également acheminées vers le circuit de contrôle et actionnées une fois le chien de garde activé.

Alimentation de l'automate

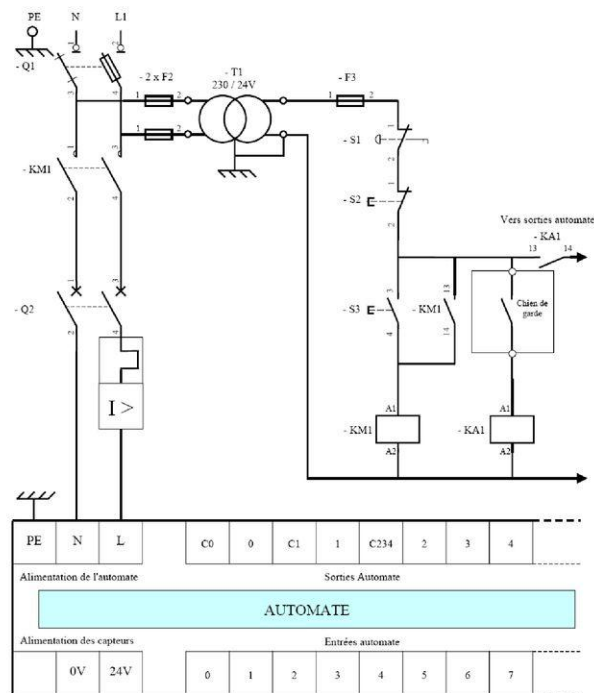


Figure III.4 : Alimentation d'un automate

b. Alimentation des entrées de l'automate

Généralement, l'automate est équipé d'une alimentation pour les capteurs/détecteurs (attention au type de logique utilisée : logique positive ou négative).

Les entrées sont reliées à l'OV (commun) de cette alimentation.

Les données les connexions d'entrée concernent les capteurs/détecteurs.

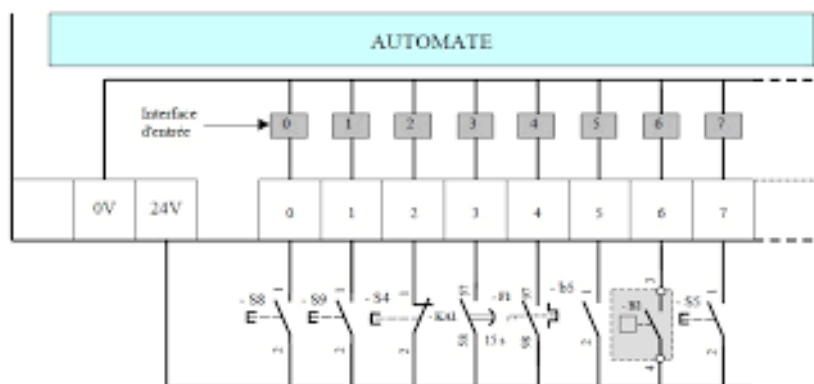


Figure III.5 : Alimentation des entrées

c. Alimentation des sorties de l'automate

Les interfaces de sortie permettent de piloter différents pré-actionneurs.

Chaque pré-actionneur est de préférence équipé d'une base de relais de circuit RC.

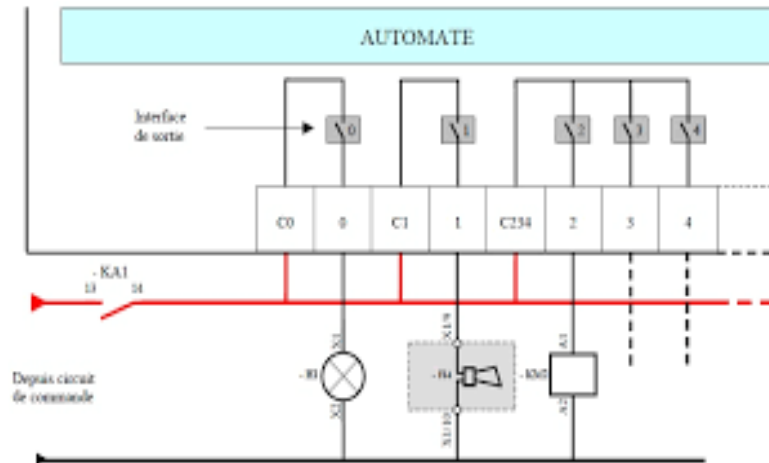


Figure III.6 : Alimentation des sorties

III.7.Choix d'un automate programmable industriel

Le choix d'un API est adapté aux besoins après l'établissement du cahier des charges. On doit tenir compte de plusieurs critères à savoir :

- Le nombre et la nature d'entrées/sorties intégrés;
- La nature du traitement (temporisation, comptage, ...) ;
- Les moyens de dialogue et le langage de programmation;
- La communication avec les autres systèmes;
- Les moyens de sauvegarde du programme ;
- La fiabilité, robustesse et immunité aux parasites ;
- Capacité de la mémoire ;
- La documentation, le service après- vente, durée de la garantie et la formation.

Pour régler l'automate, il est important de connaître le nombre d'entrées et de sorties du système (le transporteur de transfert). Les entrées sont tout ce qui est capteurs, commutateurs, boutons poussoirs, etc. Les sorties sont tous les actionneurs, tels que les moteurs, les vérins, etc.

III.8.Les avantages et les inconvénients des API

a- Les avantages

Les inconvénients d'une API sont nombreux et variés. Tels que :

- Simplification du câblage.
- Modifications du programme faciles à effectuer par rapport à une logique câblée.
- normes possibilités d'exploitation.
- Fiabilité professionnelle.

b- Les inconvénients

Il est important de connaître les inconvénients avant de se lancer dans le développement d'une application.

Et voici quelques-uns :

- Le coût de développement et de maintenance d'une API peut être plus élevé que celui d'un site Web traditionnel.
- Le temps nécessaire pour développer une API peut être plus long pour les entreprises.
- Le risque de mauvaise sécurité est plus élevé pour le client.
- Les erreurs peuvent être plus difficiles à repérer et à corriger.
- Le support technique peut être plus difficile à obtenir.

III.9.Présentation de l'automate programmable Simatic S7-300

L'automate programmable Simatic S7-300 est une automate modulaire de niveau intermédiaire Simatic S7 produit par SIEMENS. Il est conçu pour le contrôler et la surveillance en temps réel des processus industriels.il a été produit en 2017 et vise à remplacer les automates de série Simatic S5.



Figure III.7 : Automate programmable industrielle Simatic S7-300

III.10.Constitution d'un automate S7-300

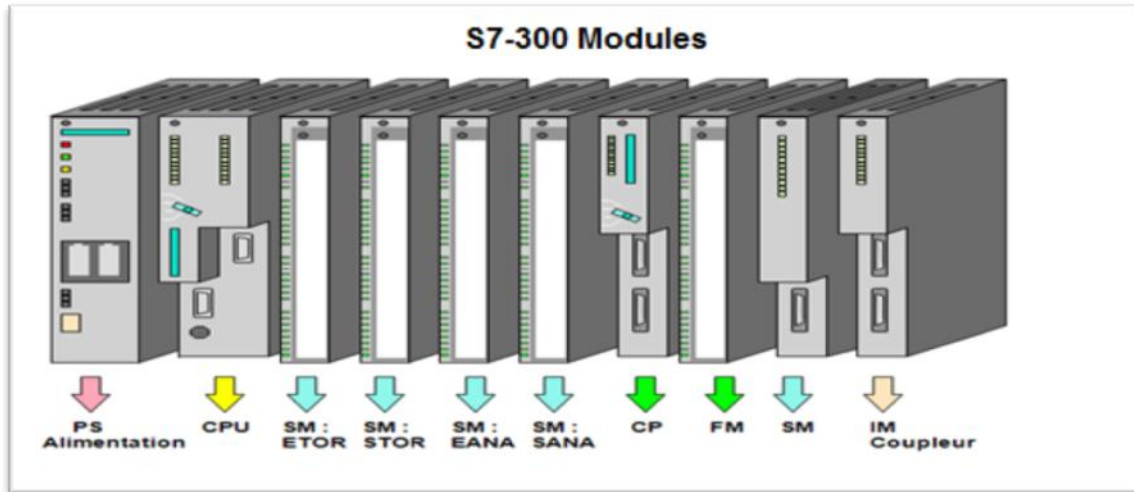


Figure III.8 : Constituant d'un automate S7-300

Le S7-300 est un automate mini-modulaire. Il dispose d'une large gamme de modules pouvant être combinés à volonté pour former un automate spécifique adapté à une application spécifique. Dans ce qui suit, nous soulignons les éléments les plus importants de cette appareil.

Nous disposons d'un ensemble de composants qui nous permettent d'assembler et de déployer l'automate S7-300 :

- **Châssis (profilé-support)**

Le châssis supporte les éléments mécaniques de base du S7-300 et remplit les fonctions suivantes :

- Montage mécanique des modules.
- Répartition des tensions d'alimentation des modules.
- Orientation du bus interne vers d'autres sections.

- **Le module d'alimentation PS**

Avec 2A, 5A ou 10A, elle convertit la tension secteur (AC 120/230V) en tension de fonctionnement DC 24V et alimente le S7-300 ainsi qu'une alimentation externe pour les circuits de charge 24V DC.

L'avant du module comprend :

- Indicateur de tension de sortie : La LED indique la présence de tension 24Vc.
- Un interrupteur On/off pour 24Vc.
- Sélecteur de tension d'alimentation.

- **L'unité centrale(CPU)**

Le CPU (unité centrale de traitement) est le cerveau de l'automate. Il lit ensuite les états des entrées, exécute le programme utilisateur en mémoire, alimente le fond de panier S7-300 en 5 V, communique avec les autres partenaires du réseau MPI via l'interface MPI. De plus, la CPU peut être maître DP ou esclave dans un sous-réseau PROFIBUS. Il comprend une unité de contrôle et de calcul, des mémoires, un programme système et des interfaces de module de signal.

La série S7-300 offre une large gamme de processeurs tels que les CPU312, 314, 314IFM, 315, 315-2DP, etc. et chaque processeur a des fonctions différentes des autres. Ainsi, le choix du CPU dépend des fonctionnalités offertes par le processeur choisi pour un problème d'automatisation donné.

Le CPU est placé dans un boîtier compact et contient les éléments suivants :

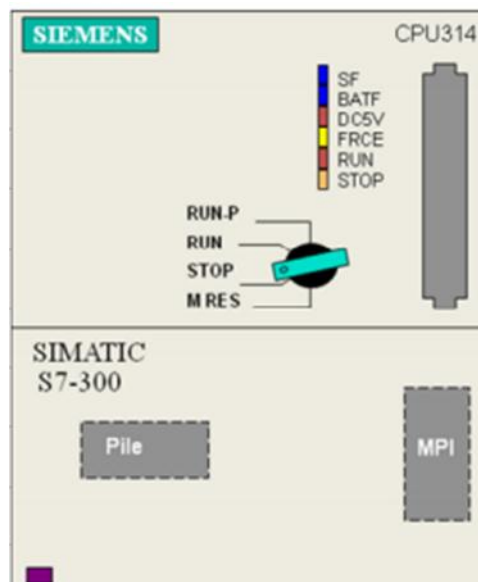


Figure III.9 : Représentation d'une CPU

❖ Les LED pour la signalisation d'état et de défaut

- ✚ SF (rouge) : signalisation d'erreur groupée.
- ✚ BATF (rouge) : erreur batterie.
- ✚ DC5V (vert) : alimentation interne (5 Vcc) pour CPU.
- ✚ FRCE (jaune) : constante forcée.
- ✚ RUN (vert) : Exécute le processeur.
- ✚ STOP (jaune) : Arrête le processeur.

❖ Commutateur de mode

Tous les processeurs ont les mêmes commutateurs de mode et éléments d'affichage. Ils ont également les mêmes rôles et fonctions. Nous définissons ici les quatre emplacements principaux du processeur S7-300.

- ✓ **RUN-P (mode RUN)** : La CPU traite le programme utilisateur et la clé ne peut pas être supprimée.

- ✓ **RUN (mode RUN)** : La CPU traite le programme utilisateur dans cette position, la clé peut être supprimée.
- ✓ **STOP (STOP du système d'exploitation)** : la CPU ne traite pas les programmes utilisateur, la clé peut être supprimée pour éviter des changements d'état inattendus, mais la CPU peut être lue et écrite.
- ✓ **MRES** : suppression générale.
- ✓ **L'arrêt est terminé** : Arrêtez/MRES et exécutez RUN/RUN-P
- ❖ **Carte mémoire** : La carte mémoire enregistre le contenu du programme même en cas de panne, même s'il n'y a pas de batterie.
- ❖ **La pile** : Cela permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de panne de courant.

• Les modules des signaux(SM)

Le châssis S7-300 contient huit (8) modules de signaux de communication (analogiques ou numériques) :

- Les modules d'entrée / sortie TOR

Les modules d'E/S numériques constituent les connexions d'entrée et de sortie pour les signaux marche/arrêt de l'API. Ces modules vous permettent de connecter des capteurs et des appareils compatibles (par exemple climatiseur, conversion) à l'automate S7-300.

Les modules d'importation réduisent le niveau des signaux numériques externes des capteurs au niveau du signal interne du S7-300. . Les modules de sortie transfèrent le niveau de signal interne du S7-300 au niveau de signal requis par les actionneurs ou les véhicules avant.

- Les modules d'entrée / sortie analogiques

Ces modules vous permettent de connecter des capteurs et des actionneurs analogiques à l'automate.

Les modules d'entrée analogiques convertissent les signaux analogiques du processus en signaux numériques pour un traitement interne dans le S7-300. Les modules de sortie analogiques (SM 332) convertissent les signaux numériques internes (S7-300) en signaux analogiques destiné aux actionneurs et pré-actionneur analogique.

• Les coupleurs

Lors de l'utilisation du S7-300, plus de huit (8) modules de signaux de communication sont nécessaires pour mettre en œuvre une application d'automatisation. La configuration du S7-300 peut être étendue avec un châssis de base et jusqu'à trois châssis d'extension. Chaque châssis peut accueillir huit modules.

Il existe deux types de connecteurs :

- ✚ **IM 365** : Il relie le châssis principal au châssis d'extension. La distance maximale entre les deux est d'un mètre.
- ✚ **IM 360 / 361** : Il forme la connexion entre le châssis principal et jusqu'à trois châssis d'extension. La distance entre les deux est comprise entre (4) centimètres et 10 mètres.

- **Les modules de fonction (FM)**

Ils effectuent des tâches de traitement du signal de processus urgentes et gourmandes en mémoire, ainsi que des tâches de calcul lourdes.

Exemple de participation : positionnement, réglage, calcul...etc.

- **Processus de communication** : Ils permettent de créer des connexions homme-machine et machine-homme via les interfaces de communication industrielles PROFIBUS et ETHERNET.

- **Câble-bus PROFIBUS avec connecteur de bus** : Ils connectent les partenaires de sous-réseau MPI ou PROFIBUS entre eux.

- **Câble PG** : Il connecte la PG/PC avec la CPU.

- **Répéteur RS 485** : ils sont utilisés pour amplifier les signaux de sous-réseau MPI ou PROFIBUS et connecter des segments de sous-réseau MPI ou PROFIBUS.

- **La console de programmation PG ou PC SIMATIC**

Les consoles de programmation SIMATIC sont des outils permettant de capturer, de traiter et d'archiver des données de machines et de processus ainsi que des programmes de surveillance. L'atelier logiciel SIMATIC offre à l'utilisateur une large gamme d'outils pour chaque tâche d'automatisation. De nos jours, les consoles de programmation sont généralement remplacées par des ordinateurs dotés d'un environnement standard (notamment Windows)

La conception modulaire, compacte et sans ventilateur, la facilité de construction, l'architecture distribuée et la facilité d'utilisation font du S7-300 une solution économique et conviviale pour une grande variété de tâches dans des applications de petite et moyenne tailles).

III.11.Caractéristique d'un automate programmable S7-300

Nous avons choisi cette API S7-300 plus puissante et efficace, simple à utiliser et dotée des fonctionnalités suivantes :

- ✓ Automatisation des performances, adaptée au dépannage.
- ✓ Programmation gratuite.
- ✓ Logiciel temps réel.
- ✓ Traitement du programme piloté par événements.
- ✓ Intégration complète avec le système Simatic S7-300.

- ✓ Extensible jusqu'à 32 modules.
- ✓ Connexion réseau possible avec : MPI, PROFIBUS, INDUSREIL, ETHERNET.
- ✓ Connexion centrale PG avec accès à tous les modules.
- ✓ Configuration et paramétrage en utilisant logiciel Step 7.

III.12.Fonctionnement de l'automate S7-300

Pendant le fonctionnement, le programme exécute le programme de manière cyclique, en commençant par la réception des entrées des capteurs en mode processus et en terminant par l'envoi des sorties aux actionneurs. Et voici les étapes de fonctionnement de l'API S7-300:

Réception de données

L'automate reçoit des informations sur l'état du processus via des capteurs de signaux connectés aux entrées. Le S7-300 met à jour l'image d'entrée au début de chaque programme en transmettant le nouvel état des signaux du module à l'image d'entrée afin que le processeur connaisse l'état du processus.

Exécution du programme utilisateur

Après avoir reçu les données d'entrée et démarré le système d'exploitation, la CPU continue d'exécuter le programme utilisateur, qui contient une liste d'instructions pour faire fonctionner le processus.

Commande de processus

L'automate contrôle le processus en appliquant 24 V. tension aux prés-actionneurs via des points de connexion d'automate appelés sorties. Cela vous permet d'activer ou de désactiver des moteurs, de monter ou descendre des vérins ou d'allumer ou d'éteindre des lampes. Le chien de garde WATCHDOOG surveille le processeur pour éviter les conséquences graves d'un temps d'arrêt du processeur. À chaque cycle, le processeur doit réinitialiser le chien de garde comme indiqué dans la figure suivante (III.4), sinon le chien de garde fera ce qui suit :

- ✓ Réinitialiser toutes les sorties.
- ✓ Arrêter l'exécution du programme.
- ✓ Signalisation de la défaillance.

III.13.Programmation de l'automate SIMATIC S7-300

La configuration et la programmation du système de commande SIMATIC S7-300 s'effectuent à l'aide du programme de base STEP 7, qui fait partie du logiciel SIMATIC. Il permet de créer et de gérer des projets, de configurer et de mettre en place du matériel et des communications, la gestion des mnémoniques de créer des programmes.

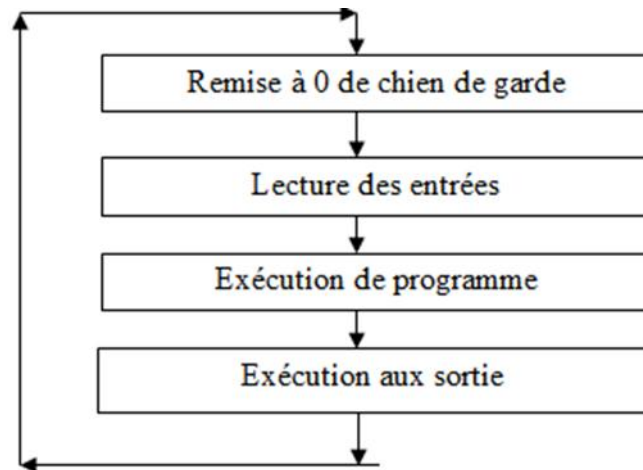


Figure III.10 : les étapes de fonctionnement d'un API S7-300

Différentes versions du programme de base pour STEP 7 sont disponibles :

- **STEP 7-Micro/DOS** et **STEP 7-Micro/Win** Simple programme autonome pour SIMATIC S7-200.
- Applications **STEP 7** pour SIMATIC S7-300/400... et plus

Le logiciel STEP 7 offre les fonctions suivantes :




- Possibilité d'extension à l'aide du logiciel fourni par SIMATIC Industry;
- Les options de configuration du module fonctionnent via la méthode de communication ;
- Forçage et fonctionnement multiprocesseur ;
- Communication utilisant des données globales ;
- Transmission de données par opérations de blocage et de déblocage ;
- Configurer les réseaux.

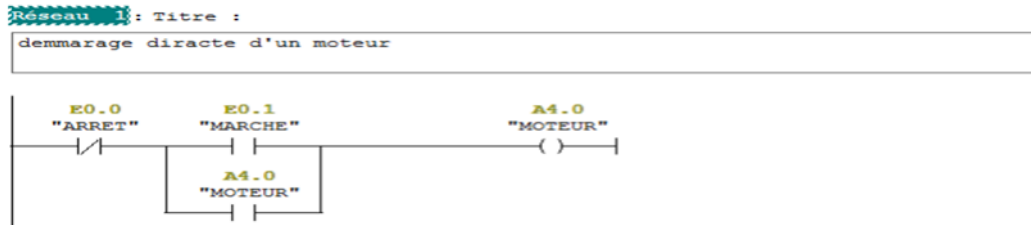
III.14.Mode de programmation de STEP 7

Le logiciel STEP 7 propose les modes de programmation suivants et assure le passage d'un mode à l'autre :

- **Langage contact (CONT) (LD : Ladder Diagram)**

Un langage contact est un langage de programmation graphique. La syntaxe et instructions ressemblent aux schémas électriques. Le langage CONT vous permet de déterminer le chemin du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.

- Contact normalement ouvert 
- Contact normalement fermé 
- Bobine (sortie) 
- Exemple : démarrage d'un moteur



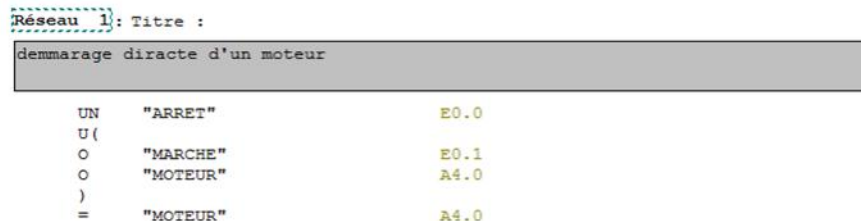
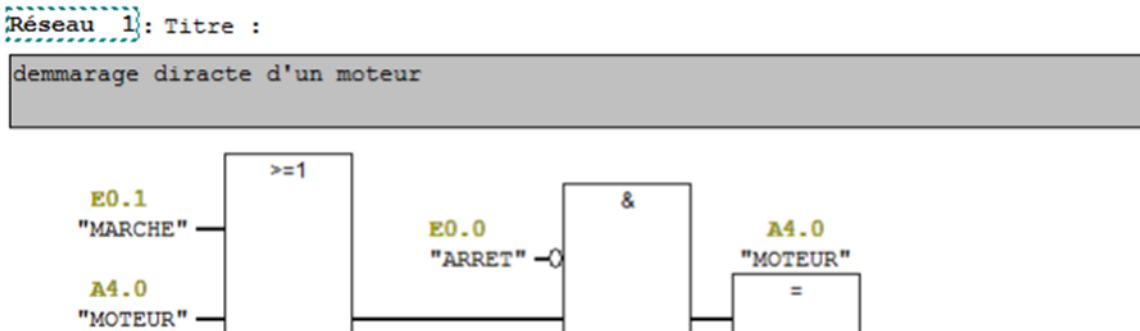
• Langage Logigramme (LOG)

Il s'agit d'un langage de programmation graphique qui utilise des boîtes d'algèbre booléenne (portes logiques) pour représenter des opérations logiques. Des tâches complexes telles que des problèmes mathématiques peuvent être présentées en ajoutant des boîtes logiques.

Le même exemple précédent :

• Langage LIST (IL : Instruction Liste)

C'est presque un langage de programmation textuel qui ressemble à la machine. Dans un programme LIST, les instructions individuelles correspondent pour la plupart aux étapes par lesquelles le CPU traite le programme. Un programme est constitué de lignes, chacune spécifiant un code opération suivi d'un opérande. L'opérande peut être une adresse absolue (E0.0) ou un message entre guillemets, puisque deux opérandes ne peuvent pas être utilisés sur la même ligne.



• Le GRAFCET (S7-GRAPH)

Il s'agit d'un langage de description graphique qui permet une programmation simple des systèmes système tout en simplifiant le développement de programmes et le débogage du système. Nous pouvons également traduire GRAFCET en langage de programmation et mettre en œuvre tout type d'automatisation.

III.15.Création d'un projet dans STEP 7

1- Vous pouvez créer un projet dans STEP 7 en double-cliquant sur l'icône du logiciel SIMATIC 7 pour lancer l'aide au projet ou créer un projet que l'on configurera soi-même.



Figure III.11 : Icône de lancement d'un projet SIMATIC

2- Quand l'assistance projet se lance une fenêtre s'ouvre dans notre écran, cette fenêtre s'appelle Fenêtre d'introduction de l'assistant.

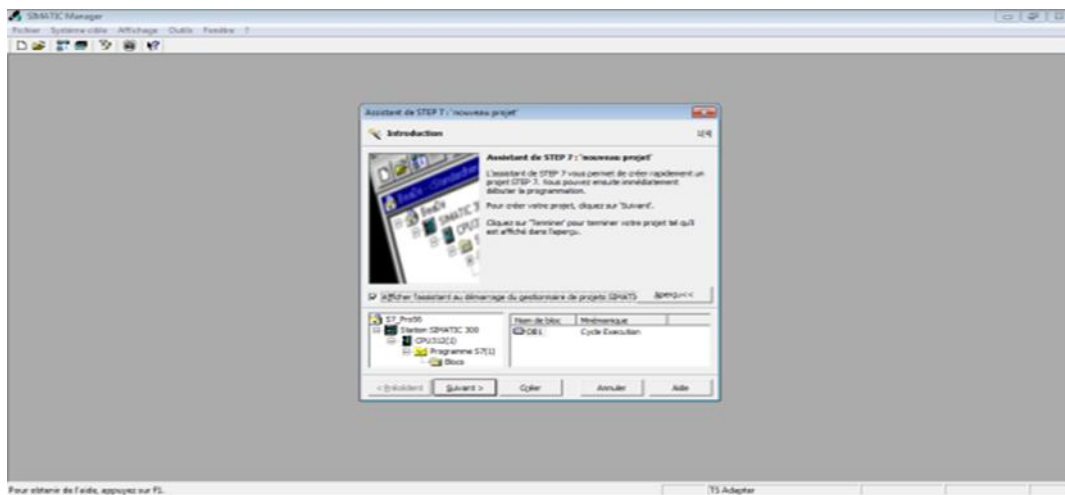


Figure III.12 : Fenêtre lancement de création du projet

Comme montrer sur la figure (III.5) il s'affiche l'option suivant pour passer à l'étape suivante, créer pour créer directement le projet et l'aide pour nous guider en cas de problème.

3- On clique sur suivant, il s'affiche une fenêtre pour choisir la CPU, pour notre projet on choisit la CPU 312 et en clique sur suivant.

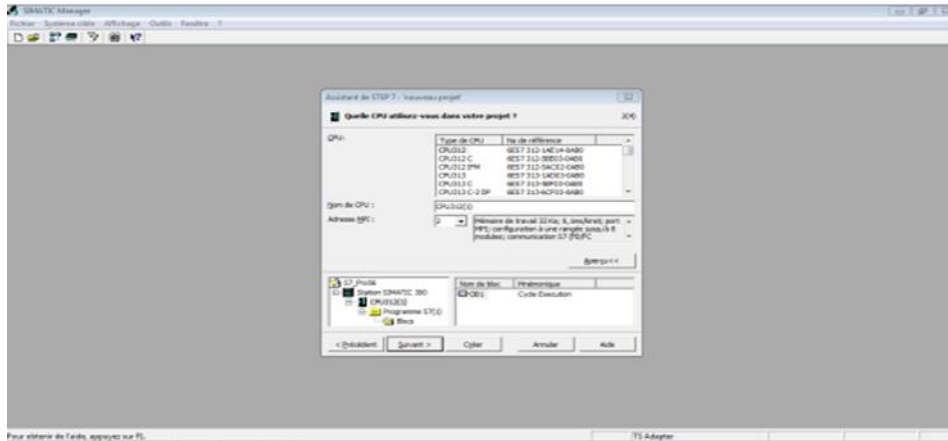


Figure III.13 : choix de type de la CPU

4- Après cette étape elle s'apparait la fenêtre de choix de langage de programme et les blocs à insérer pour notre langage.

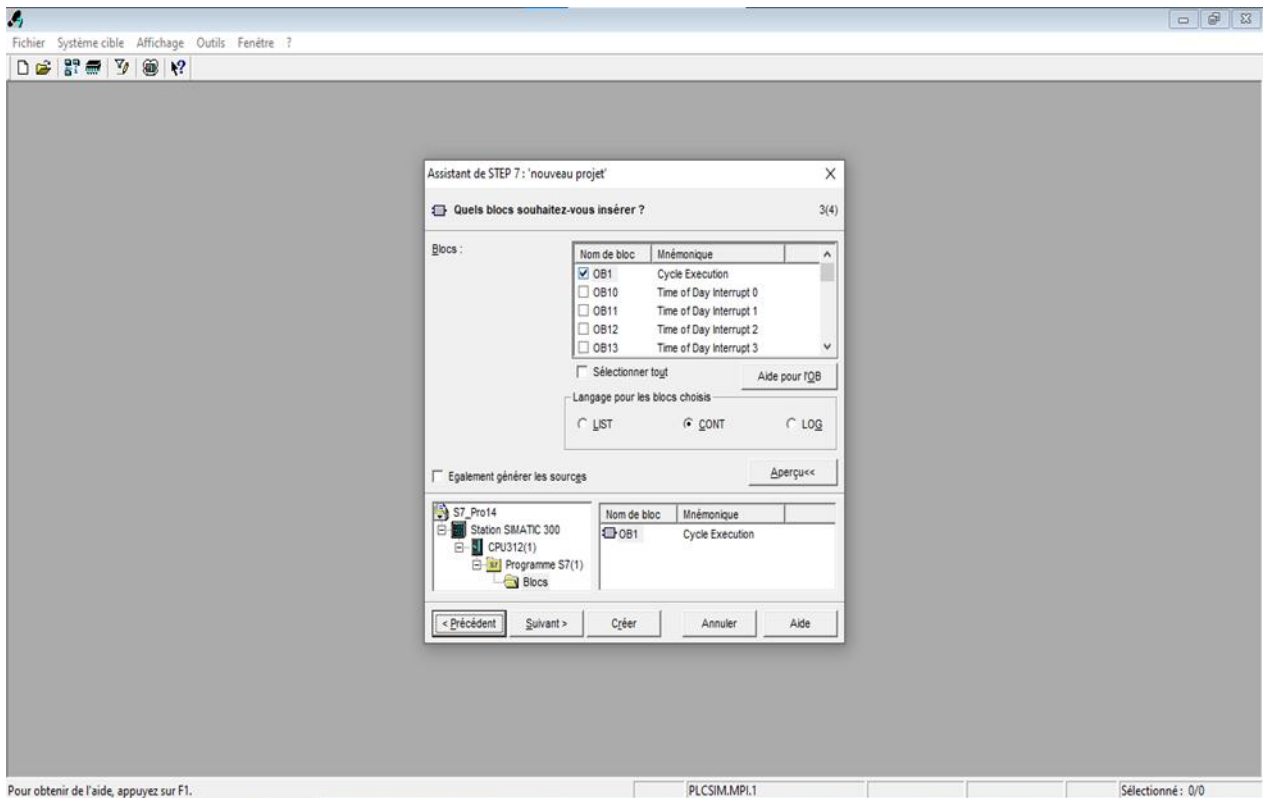


Figure III .14 : Sélection des blocs et langage de programme

5- En cliquant sur suivant une dernière fenêtre s'affiche pour nommer le projet et le créer.

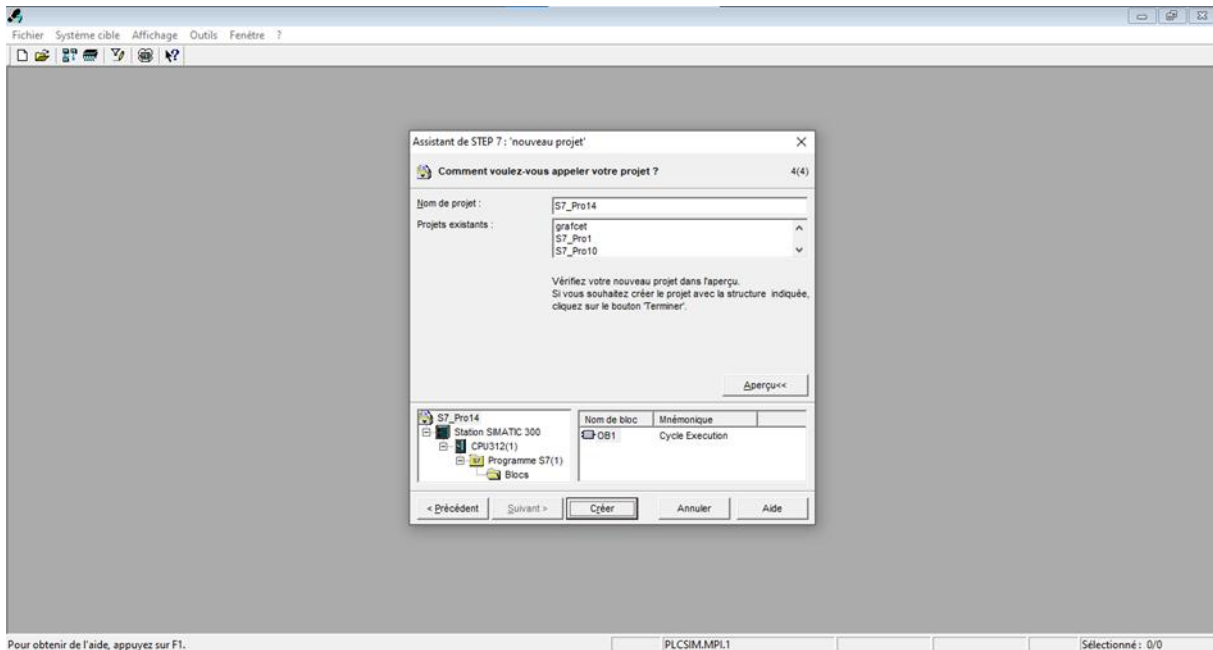


Figure III.15 : Nommer le projet

6- On termine cette étape par créer le projet comme montrer dans la figure précédente et la fenêtre ci-dessus s'affiche :

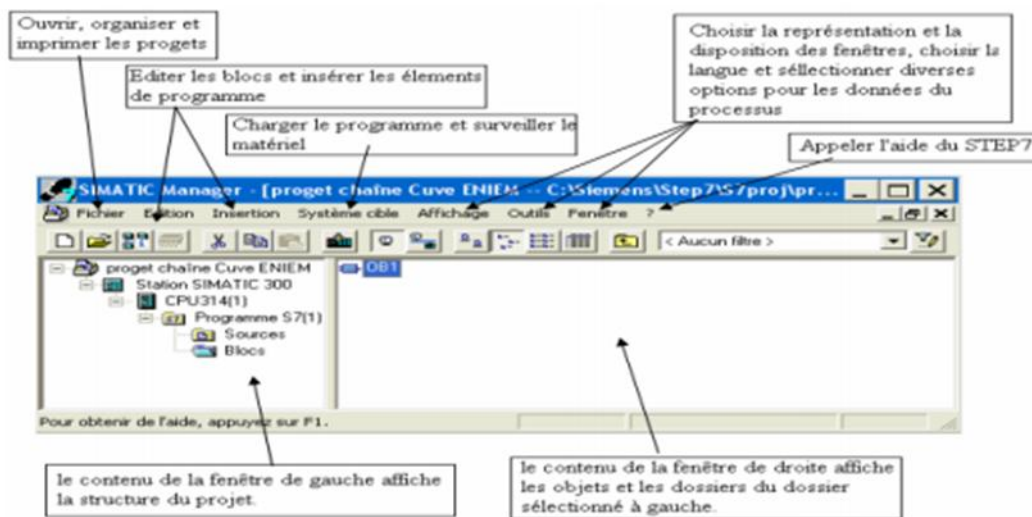


Figure III.16 : Vue des composants de la fenêtre de STEP7

III.16. Configuration matérielle

La configuration matérielle est utilisée lors de la création d'un projet STEP7 pour programmer les automates, sélectionner les adresses et paramétrage des modules. Pour cela en suit les étapes suivantes :

Après la création de projet en auras cette fenêtre :

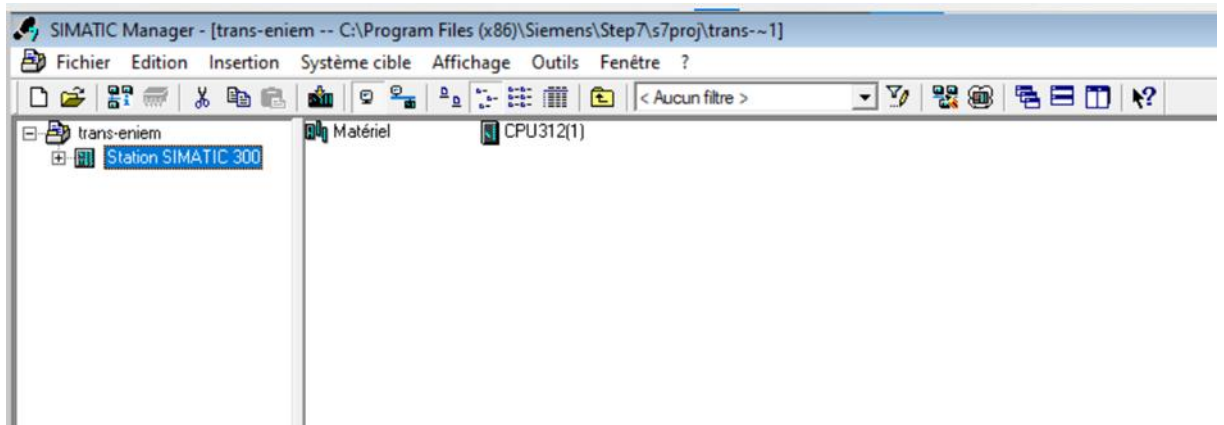


Figure III.17 : Vue de la fenêtre de projet

Pour effectuer la configuration matérielle en clique sur matériel comme afficher sur la figure (III.10), l'éditeur de la configuration matérielle « HW Config » s'ouvre.

Editeur de configuration matérielle « HW Config » : La fenêtre de cette éditeur se divise en 2 colonne

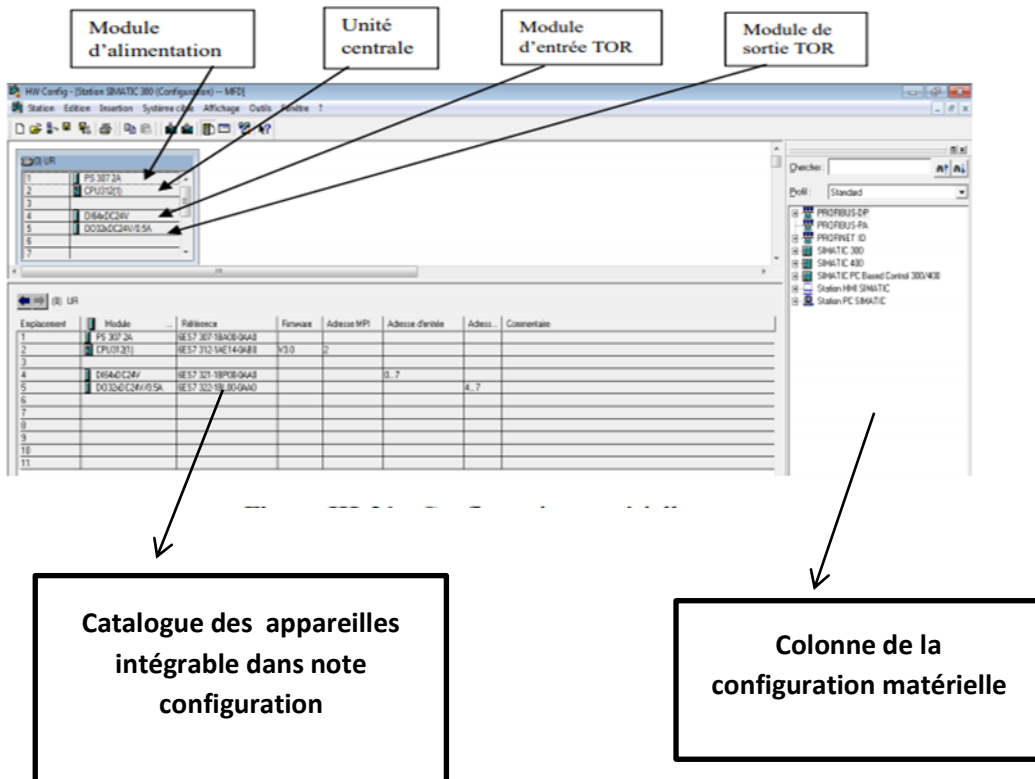


Figure III.18 : Configuration matérielle

III.17. Table des mnémoniques

Lors de la création d'un programme S7, une table de mnémoniques vide est automatiquement créée. Son ouverture ouvre également la fenêtre de l'éditeur de mnémonique et affiche la table mémoire qu'elle contient. Dans tous les programmes, il est nécessaire de

définir une liste de variables utilisées en programmation, l'utilisation de noms appropriés rend le programme plus compréhensible et plus facile à gérer.

| | Etat | Mnémonique / | Opérande | Type de do | Commentaire |
|----|------|-----------------|----------|------------|----------------------|
| 12 | | am101 | E 0.1 | BOOL | |
| 13 | | am105 | E 0.2 | BOOL | |
| 14 | | am106 | E 0.3 | BOOL | |
| 15 | | am107 | E 0.4 | BOOL | |
| 16 | | am109 | E 0.5 | BOOL | |
| 17 | | am110 | E 0.6 | BOOL | |
| 18 | | ard1 | E 1.5 | BOOL | |
| 19 | | ard2 | E 1.6 | BOOL | |
| 20 | | ard3 | E 1.7 | BOOL | |
| 21 | | ard4 | E 2.0 | BOOL | |
| 22 | | ard5 | E 2.1 | BOOL | |
| 23 | | ard6 | E 2.2 | BOOL | |
| 24 | | ard7 | E 2.3 | BOOL | |
| 25 | | ards | E 3.6 | BOOL | |
| 26 | | Cycle Execution | OB 1 | OB 1 | |
| 27 | | dcy | E 0.0 | BOOL | |
| 28 | | efm1 | A 4.7 | BOOL | |
| 29 | | efm2 | A 5.0 | BOOL | |
| 30 | | efm5 | A 5.1 | BOOL | |
| 31 | | efm6 | A 5.2 | BOOL | |
| 32 | | G7_STD_1 | FC 70 | FC 70 | |
| 33 | | G7_STD_3 | FC 72 | FC 72 | |
| 34 | | ls102 | E 0.7 | BOOL | |
| 35 | | ls103 | E 1.0 | BOOL | |
| 36 | | ls104 | E 1.1 | BOOL | |
| 37 | | ls108 | E 1.2 | BOOL | |
| 38 | | ls109 | E 1.4 | BOOL | |
| 39 | | ls125 | E 1.3 | BOOL | |
| 40 | | ls130 | E 3.7 | BOOL | |
| 41 | | m1 | A 4.0 | BOOL | |
| 42 | | m2 | A 4.1 | BOOL | |
| 43 | | m3 | A 4.2 | BOOL | |
| 44 | | m4 | A 4.3 | BOOL | |
| 45 | | m5 | A 4.4 | BOOL | |
| 46 | | m6 | A 4.5 | BOOL | |
| 47 | | m7 | A 4.6 | BOOL | |
| 48 | | TIME_TCK | SFC 64 | SFC 64 | Read the System Time |
| 49 | | | | | |

Tableau III.1 : Table des mnémoniques


III.18. La simulation du programme :


III.18.1. S7-PLCSIM :


Le logiciel de simulation d'automate S7-PLCSIM, intégré dans l'atelier logiciel STEP 7 Professional, permet le test dynamique des programmes de toute configuration automate SIMATIC S7 sans disposer du matériel cible.


Ce dernier permet de simuler le programme utilisateur, et de ce fait on peut corriger des erreurs qui peuvent exister sans risque de causer des dommages sur la machine.

III.18.2. Les étapes de simulation un projet par l'outil PLCSIM :

- Lancer le logiciel par un double clic sur .
- Ouvrir ou créer un projet pour le simuler.


- On sélectionne l'icône suivante  pour indiquer au système d'exploitation qu'on va procéder à une simulation.

- Charger le programme dans la CPU en cliquant sur l'icône  .

- Lancer la visualisation en cliquant sur l'icône  .

- Mettre la CPU du S7-PLCSIM sous le mode RUN.

III.18.3. Simulation du programme

Après le chargement du programme dans la CPU et la mise de cette dernière en mode « RUN », et en clique sur l'icône  pour visualiser l'état du programme.

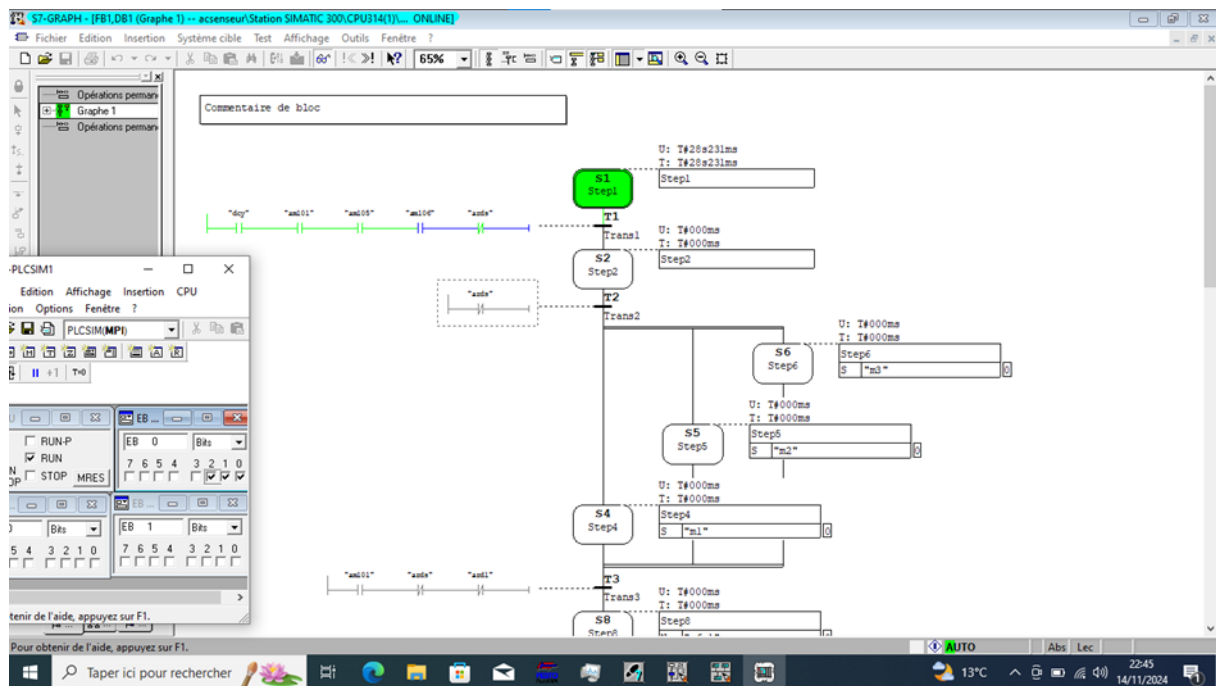


Figure III.19 : fenêtre de visualisation de l'état de programme

III.19. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les automates programmables industriels (API) en général, sa structure (externe et interne), ainsi que ces critères de choix. Puis nous avons vu tout ce qui concerne l'API S7-300, et nous avons fait la simulation par le logiciel S7-PLCSIM qui est le logiciel optionnel de STEP7, ce dernier nous permet d'exécuter et de tester le programme sans avoir besoin d'un automate.

Introduction d'Amélioration au Système de Transport par Convoyeur

IV.1. Introduction

Nous avons introduit précédemment le système de transport par élévateur, ses composants, sa fonction et l'automatisation du système à l'aide de l'API S7. Sachant que l'API S7 est un automate puissant, nous avons pensé à introduire des améliorations ou options pour rendre le système plus performant. Il nous a été suggéré de rajouter un variateur de vitesse pour contrôler la vitesse de transport des produits. Ceci permettra d'ajuster la vitesse des moteurs du système selon les besoins (poids des produits...) et ainsi d'augmenter l'efficacité et la disponibilité des produits à commercialiser.

IV.2. Aperçu sur un variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un circuit qui permet de contrôler la vitesse de moteur selon les besoins. Dans ce cas la vitesse va être augmentée dans le cas de transport de produits de faible poids et gabarités et sera ajustée selon les mêmes critères pour les autres produits (grands gabarits, poids élevés...).

Ce procédé de variation repose sur le critère de variation de la fréquence du signal pour les moteurs asynchrones (mon et triphasés).

✚ Exemple d'utilisation des variateurs de vitesse

- Réglage du débit d'une pompe ou d'un ventilateur
- Réglage de la vitesse de défilement d'une chaîne de fabrication
- Réglage de la vitesse de défilement d'un train de papeterie ou d'aciérie
- Réglage de la vitesse de coupe ou d'avance des machines outil
- Réglage de la vitesse des systèmes de transport des personnes (train, téléphérique, ...)



Figure VI.1 : Exemple d'un variateur de vitesse

IV.3. Structure d'un variateur de Vitesse

Un variateur de vitesse comporte un circuit de contrôle qui fait varier la fréquence du signal de l'alimentation et un tachymètre attaché à la sortie du moteur pour mesurer la vitesse et décider de sa variation suivant des consignes.

IV.3.1. Le Variateur de vitesse

C'est un circuit électronique appelé aussi convertisseur de fréquences. Il permet de faire varier la vitesse d'un moteur. Le variateur de vitesse est composé essentiellement :

IV.3.1.1 Module de puissance :

Le module de puissance se compose essentiellement de :

- Composant de puissance
- Vitesse et/ou niveau de courant ;

Les composants de puissance sont des semi-conducteurs (diodes, transistors, thyristors, etc.) qui sont tout ou rien vis-à-vis de l'électricité statique qui peut ou non les traverser.

Ces composants sont connectés au module de puissance, qui est constitué d'un moteur qui convertit la puissance électrique de la ligne en tension et fréquence constantes et d'un moteur qui la convertit en tension et/ou fréquence variables. Est ces module sont expliqué ci-dessus :

- **Un redresseur** : il est principalement basé sur un pont des diodes. Il est connecté à une alimentation triphasée (le réseau), génère une tension continue à ondulation résiduelle (le signal n'est pas parfaitement continu). Le redresseur peut être de type commandé ou pas, dans notre cas il est nos commandé car on a utilisé des diodes
- **Circuit intermédiaire** : Est un filtre courant continue, il agissant principalement sur le "lissage" de la tension de sortie du redresseur (améliore la composante continue). Le circuit intermédiaire peut aussi servir de dissipateur d'énergie lorsque le moteur devient générateur,
- **Onduleur à IGBT** : qui est basé sur les transistors IGBT et l'utilisation des IGBT à une raison c'est par rapport à la limite de désactivation d'IGBT est plus lente que celles des autres semi-conducteurs et cela permet de limiter la fréquence de commutation en quelques dizaine de KHZ ce qui nous aide dans notre application, Comme son nom l'indique, l'onduleur à IGBT va permettre de renvoyer une onde sinusoïdale en rendant la tension à nouveau Alternative à une tension et une fréquence voulue par l'utilisateur grâce à la Modulation de Largeur d'Impulsions (MLI). Donc engendre le signal de puissance à tension et/ou fréquence variables,

IV.3.1.2 Module de contrôle : C'est le cerveau du variateur de fréquence. IL récolte les données et délivre les messages d'erreurs, il pilote le redresseur et l'onduleur, il protège le moteur et l'ensemble du variateur. Dans notre cas l'api fait ces divers application qui nous donne les meilleurs résultats. et pour cela nous avons réservé 4 sortie pour l'onduleur à IGBT et cela nous permettre de contrôler la vitesse celons les données fournit par le tachymètre et

utilise ces informations pour ajuster les paramètres de l'onduleur et cela permet non seulement de contrôler la vitesse il est utiles aussi pour réguler la vitesse du système.

IV.3.2. Le Tachymètre

C'est un circuit qui convertie la vitesse de rotation en signal variable proportionnel à cette vitesse. Il existe des convertisseurs analogiques et numériques. Dans notre cas vue l'utilisation d'un API, nous optons pour un tachymètre numérique. La vitesse est lue sur 4 bits qui sont connectés directement à l'automate. Est on a opté pour le connecter dans les 4 entrées de l'api pour nous mesurer la vitesse de rotation du moteur selon il envoient par la suite ces informations à l'api et ensuite il fait ajuster les paramètres d'onduleur. En générale, il joue le rôle d'un crucial en détectant la vitesse et transmettant ces informations à l'API pour le contrôle et la régulation de la vitesse.

IV.4. Synoptique des variateurs de vitesse

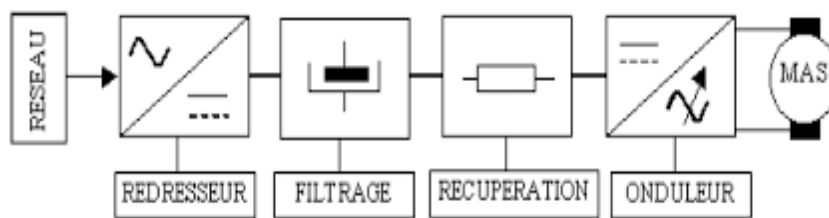


Figure IV.2 : Synoptique des variateurs de vitesse

- **Redresseur :** Il s'agit ici d'un pont de diodes triphasé qui convertit la tension alternative en une tension continue ondulée.
- **Filtrage :** un condensateur de filtrage qui élimine les phénomènes d'ondulation de tension en sortie du redresseur.
- **Régénération :** Ce système permet de convertir l'énergie mécanique en énergie thermique dans les résistances de freinage comme système de freinage lors du freinage moteur.
- **Onduleur :** ce système est un pont redresseur entièrement à thyristors qui convertit la tension continue en tension alternative d'amplitude et de fréquence variables. Garder le rapport U/f constant.

IV.5.Principe de la variation de vitesse

La vitesse de synchronisme d'un moteur asynchrone triphasé dépend de la fréquence et du nombre de pair de pôle.

$$n_s = f/p \quad \text{avec} \quad \left\{ \begin{array}{l} f : \text{fréquence en [Hz]} \\ p : \text{nbre de paires de pôles.} \\ n_s : \text{en [tr/s].} \end{array} \right.$$

Exemple: Pour un moteur asynchrone tétra polaire et à une fréquence $f=50\text{Hz}$. $n_s= 25 \text{ tr/s}$ c'est à dire $n_s=1500 \text{ tr/mn}$.

Le moteur aura une vitesse de rotation inférieure à n_s . Pour exprimer l'écart entre vitesse de synchronisme et la vitesse du rotor, on définit le glissement.

$$g = \frac{n_s - n}{n_s}$$

On en déduit que : $n = n_s(1 - g)$

IV.6.Schéma de principe du variateur

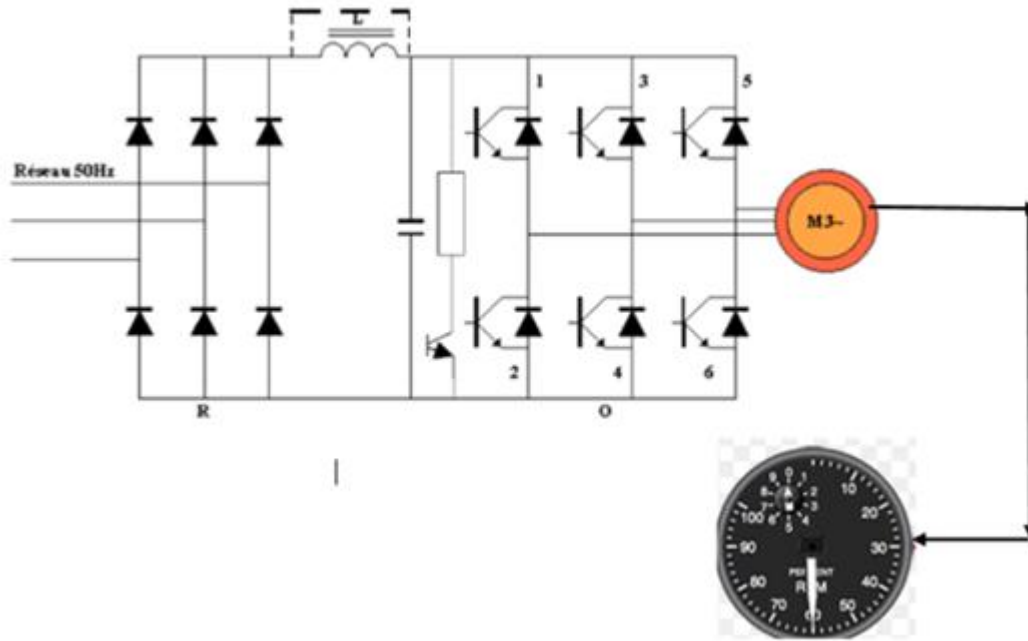


Figure IV.3:Schéma de principe du variateur

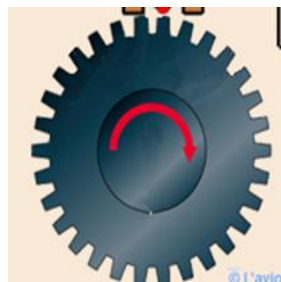


Figure IV.4 : Schéma des dents d'un tachymètre

L'API permet de recevoir les signaux des dents du tachymètre (comme les montrés dans la figure IV.4) qui sont généralement des impulsions électriques, est ces impulsions sont envoyés par les dents de tachymètre qui sont détecté à chaque rotation ces dents génèrent des signaux électriques qui sont ensuite envoyés vers l'API pour être traité. D'après ces signaux l'API peut mesurer la vitesse de rotation de moteur en calculant le nombre d'impulsions des dents de tachymètre sur une période donnée.

La vitesse mesurer s'appelle la vitesse de synchronisme elle se calcule avec la relation suivante :

$$V=N/ (ni*s)$$

Avec

N : nombre de dents de tachymètre

ni : nombre d'impulsion dans une période donné

s: le temps

Exemple : en prend un exemple ou on a 20 dents de tachymètre, et on a comme donné 100 impulsion dans une seconde

$$V=N/ (ni*s)$$

$$V= 100/ (20*1)$$

$$V= 5 \text{ tr/s}$$

IV.7.Les fonctions d'un variateur de vitesse électronique

- **Accélération contrôlée :** La mise en vitesse du moteur est contrôlée au moyen d'une rampe d'accélération linéaire. Cette rampe est généralement réglable et permet par conséquent de faire varier le temps de mise en vitesse.
- **Variation de vitesse :** Un variateur de vitesse peut ne pas être en même temps régulateur. Dans ce cas, c'est un système qui possède une commande avec amplification de puissance, mais de boucle de retour. C'est ce qu'on appelle la « boucle ouverte ». La vitesse du moteur est déterminée par la valeur d'entrée (tension ou courant) qui est appelée valeur de consigne ou valeur de référence. Quant à la valeur fixe, cette vitesse peut évoluer en fonction de la perturbation (tension, charge, évolution de température).
La plage de vitesse s'exprime en fonction de la vitesse nominale.
- **Régulation de vitesse:** Un régulateur de vitesse est un variateur asservi. Il possède un système de commande avec amplification de puissance et une boucle de retour. C'est ce qu'on appelle une « boucle fermée ». La vitesse de moteur est déterminée par une consigne. La valeur de la consigne est toujours comparée au signal de retour, image de la vitesse du moteur. Ce signal est généralement fourni par un générateur tachymétrique ou un générateur d'impulsions installé à l'extrémité de l'arbre. Si une erreur est détectée lorsque la vitesse change, la valeur de la consigne est automatiquement corrigée, et amène la vitesse à la valeur d'origine. En raison de la régulation, la vitesse n'est pas affectée par les perturbations
La précision du régulateur est généralement exprimée en % de la valeur nominale de la grandeur régulée.
- **Décélération contrôlée :** Quand un moteur est mis hors tension, sa décélération est due uniquement au couple résistant de la machine (décélération naturelle). Les variateurs électroniques permettent de contrôler la vitesse en ligne droite (rampe), généralement

indépendamment de la rampe d'accélération. La rampe peut être réglé pour permettre un temps de changement de vitesse équilibré à une vitesse moyenne ou nulle :

- ✓ Inférieur au temps décélération naturel
 - ✓ Le moteur doit développer un couple à résistance ajoutée aux couples résistant mécaniques,
 - ✓ Supérieure au temps décélération normal
 - ✓ Le moteur doit développer un couple moteur inférieur au couple résistant de la machine.
- **Inversion du sens de marche :** Il peut être contrôlé à vitesse nulle sans freins électriques après décélération, ou avec des freins électriques pour accélérer et reculer.
- **Protections intégrées :** Les variateurs de vitesse moderne est spécialement les convertisseurs de fréquence modernes assurent généralement une protection thermique des moteurs ainsi que leur propre protection. Sur la base de la mesure du courant, le microprocesseur calcule l'échauffement du moteur et donne une alarme ou un signal de démarrage en cas d'échauffement excessif. Les variateurs de fréquence et notamment les variateurs de fréquence sont également souvent équipés de protections contre :
- les courts-circuits entre phases et entre phase et terre,
 - les surtensions et chutes de tension,
 - les déséquilibres de phases,
 - le fonctionnement monophasé.

IV.8. Types des variateurs de vitesse

- **Redresseur contrôlé :** Il fournit du courant continu à partir d'un réseau alternatif monophasé ou triphasé avec commande moyenne tension. Cette variation de tension est obtenue en modifiant l'angle de démarrage-retard des semi-conducteurs de puissance. Ce type de variateur utilise des moteurs à courant continu, généralement à excitation séparée.
- **Convertisseur de fréquence :** Fournit à partir d'alimentation en tension alternative de valeur efficace et de fréquence variable à partir de réseaux de courant alternatif monophasés ou triphasés de fréquence fixe.
- **Gradateur de tension :** Il fournit du courant alternatif à partir d'un réseau de courant alternatif monophasé ou triphasé avec une fréquence fixe égale au réseau régulant la valeur efficace de la tension. Cette variation de tension est obtenue en changeant l'angle de référence au départ des semi-conducteurs de puissance. Il est souvent utilisé comme démarreur progressif pour les moteurs synchrones à alésage conventionnel, car un couple de démarrage élevé n'est pas requis, et peut également être utilisé comme entraînement à vitesse variable pour les moteurs synchrones à alésage lourd ou à bague collectrice.

Pour notre système en choisit un convertisseur de fréquence car il est le plus compatible pour notre système.

IV.9. Critères de choix d'un variateur électronique de vitesse

Le choix d'un variateur électronique de vitesse dépend principalement des caractéristiques du moteur électrique à contrôler et des exigences du procédé à réaliser. Parmi les critères à prendre en compte, on peut citer :

- La puissance nominale du moteur, qui détermine la capacité du variateur à fournir le courant nécessaire ;
- La tension nominale du moteur, qui doit être compatible avec celle du réseau électrique ;
- Le type de moteur, qui peut être asynchrone ou synchrone, à cage d'écureuil ou à rotor bobiné, monophasé ou triphasé, etc. ;
- Le type de commande, qui peut être manuel ou automatique, local ou à distance, analogique ou numérique, etc. ;
- Les fonctions supplémentaires, qui peuvent être le freinage, la protection, la communication, la régulation, etc.

IV.10. Avantages de variateur de vitesse

Un variateur de vitesse est un appareil qui permet de régler la vitesse d'un moteur électrique. Il offre de nombreux avantages dans divers contextes industriels. Voici quelques-uns des principaux avantages du variateur de vitesse :

- **Économie d'énergie** : L'un des avantages les plus importants d'un régulateur de vitesse est qu'il vous permet d'économiser de l'énergie de manière significative. En ajustant la vitesse du moteur en fonction des besoins réels de l'application, le variateur de fréquence limite la consommation de courant et réduit ainsi les coûts énergétiques.

- **Contrôle précis** : la vitesse variable permet un contrôle précis de la vitesse du moteur. Cela permet d'ajuster progressivement la vitesse et de maintenir une vitesse constante de manière très précise. Cela permet d'optimiser une application et d'améliorer la qualité du produit ou du processus.

- **Réduire les chocs et les dommages** : en permettant au moteur de démarrer et de s'arrêter progressivement, le contrôleur de vitesse contribue à réduire les chocs et les dommages aux équipements ou aux produits. Cela prolonge la durée de vie des machines et réduit les coûts de réparation ou de remplacement.

- **Flexibilité** : Le variateur de vitesse offre une grande flexibilité en permettant de modifier la vitesse du moteur à tout moment. Cela facilite l'adaptation de l'application à des besoins spécifiques, qu'ils soient basés sur la charge, la capacité de production ou d'autres paramètres. Il permet également une gestion efficace des fluctuations de charge ou de processus.

- **Réduction du bruit** : en ajustant la vitesse du moteur, le variateur de fréquence contribue à réduire le niveau sonore généré par l'application. Cela améliore les conditions de travail et réduit les nuisances sonores causées par les utilisateurs et l'environnement.

IV.11. Rôle du variateur de vitesse

La fonction d'un variateur de vitesse est de contrôler la vitesse de rotation d'un moteur électrique ou d'un autre dispositif mécanique. Cela permet d'ajuster la vitesse en fonction des besoins spécifiques de l'application. La vitesse réglable est largement utilisée dans divers domaines tels que l'industrie, les transports, les énergies renouvelables, etc. En modifiant la fréquence d'alimentation du moteur ou en ajustant la tension, le variateur de fréquence peut ajuster la vitesse souhaitée. Cela offre une grande flexibilité et permet d'optimiser les performances, d'économiser de l'énergie et de prolonger la durée de vie des équipements. Grâce à sa technologie avancée, le variateur de fréquence affecte considérablement l'efficacité globale des systèmes mécaniques et améliore la gestion des ressources.

IV.12. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons fait quelques recherches sur le variateur utilisé dans l'installation et sélectionné le variateur le plus utilisé dans le domaine.

En conclusion, le variateur présente de nombreux avantages, tant sur le plan économique que technique. Il permet notamment d'économiser de l'énergie, d'optimiser les performances, de réduire les chocs et les dommages, d'offrir plus de flexibilité et de réduire le bruit. Son utilisation est donc essentielle dans de nombreuses industries.

Conclusion générale

Dans le cadre de la réalisation de notre projet de fin d'études, nous avons fait un stage pratique au sein de l'entreprise ENIEM spécialisée dans la fabrication des équipements et appareils électroménagers. Ce stage nous a permis de nous introduire dans le monde de l'industrie et d'approfondir nos connaissances sur le plan pratique et la communication au sein des ateliers. Nous avons travaillé sur la chaîne de transport de produits finis de l'atelier de production vers le magasin de stockage. Cette tâche automatique est essentiellement assurée par un tapis roulant géré par un automate programmable industriel (API).

Notre travail est d'améliorer les performances de la chaîne actuelle en vue d'introduire un nouvel automate programmable. Aussi, il nous a été demandé de concevoir une solution programmable haute performance pour transporter différents produits en remplaçant le Contrôleur API S5-100U existant par un autre contrôleur l'API S7-300.

En premier lieu nous avons abordé une étude descriptive de la station de transport, ensuite nous avons modélisé la station par l'outil de GRAFCET, puis nous avons donné d'une manière générale une vue globale sur les automates et particulièrement S7-300 ; et proposé une solution de commande automatisé par l'API S7-300 à l'aide de son langage de programmation STEP 7.

Nous avons fait un cahier des charges qui se résume comme suit : Respect des exigences imposées par le développement de l'industrie. Commande des processus avec un automate programmable industriel (API) comme solution recherchée, Tenir compte des processus de traitements de données que les API effectuent. Tenir compte de l'évolution continue des logiciels des API.

Nous avons conclu que L'API S7-300 présente de nombreux avantages, tels que la flexibilité grâce au logiciel de simulation S7-PLCSIM, une extension facile des modules et possibilités de visualisation et de vérification du programme défini avant mise en œuvre.

Le langage de programmation STEP7 nous a permis de traduire facilement le processus, les exigences et les spécifications du traitement numérique en utilisant la source de ce logiciel, y compris la PLC SIM de l'automate.

Au cours de notre travail, nous avons montré que les aspects de sécurité et de fiabilité doivent être pris en compte : la fiabilité des composants doit être connue pour que le système fonctionne correctement. Nous devons prendre en compte la sécurité du personnel et des équipements en connectant les équipements et les situations d'urgence qui arrêtent les opérations dangereuses en cas de panne humaine ou matérielle. Parmi les améliorations apportées à ce système :

1. La facilité et la rapidité de communication avec le processus en utilisant le GRAFCET
2. Ajout des contrôles de vitesse pour nous permettre de modifier la vitesse en fonction des besoins du client.

3. Intégrer les variateurs de vitesse et les programmer sert à réduire l'énergie et flexibilité de la gestion des stocks.

Nous espérons qu'ENIEM considérera notre travail comme une référence s'il envisage de mettre en place un automate programmable pour améliorer le processus de transfert en remplaçant l'armoire à contact.

Bibliographie

1 : Documentation ENIEM

2 : Sedki Ines, Zidane Malika « La migration d'un automate S5 vers S7 de la station de moussage des cuves des réfrigérateurs petits modèles au sein de l'entreprise ENIEM » mémoire fin d'étude, UMMTO, Tizi-Ouzou, Algérie 2021.

3 : Zourdani Azzedine « etude et automatisation d'un système de transport par élévation à l'aide de l'APIS7-300 » mémoire fin d'étude, UMMTO, Tizi-Ouzou, Algérie 2018.

4: https://www.researchgate.net/profile/Afif2/publication/329980788_Polycopie_de_Cours_Schemas_et_Appareillages_electriques/links/5c26e714458515a4c7fedcb4/Polycopie-de-Cours-Schemas-et-Appareillages-electriques.pdf

5: <https://www.electricitymagnetism.org/fr/actionneur/#:~:text=La%20Vitesse%20et%20la%20Pr%C3%A9cision,le%20choix%20de%20l%27actionneur.>

6: <https://www.seipee.it/fr/moteurfreinant/#:~:text=Moteurs%20Asynchrones%20Auto%2Dfreinants,tout%20dans%20une%20seule%20unit%C3%A9.>

7: <https://www.pompe-moteur.fr/106-motoreducteur.>

8 : historique de grafcet : M.blanchard, comprendre maitriser et appliquer LE GRAFCET, Edition cépadués, 1994.

9 : J.-M. BLEUX J.-L. FANCHON, Automatismes industriels, Nathan, 1996, France.

10 : Z. IGUENI S. GADA, « Etude et automatisation de la chaine de production de portes de réfrigérateurs par un API S7-300 », UMMTO 2008.Tizi-Ouzou, Algérie 2008.

11: https://www.geea.org/IMG/pdf/LES_AUTOMATES_PROGRAMMABLES_INDUSTRIE_LS_pour_GEEA.pdf

12 : SIEMENS, SIMATIC Programmer avec STEP7, 2010

13 : <https://www.technologuepro.com/installations-industrielles/chapitre-5-les-variateurs-de-vitesse.pdf>

14 : Types des variateurs de vitesse : Schneider Electric « Schématique Technologies du contrôle industriel » Merlin Gerin 2000.

15 : <https://info-industrie.fr/divers/variateur-electronique-de-vitesse-comment-fonctionne-t-il/>

16 : <https://acapro.fr/techno-et-conso/avantages-et-inconvenient-des-variateurs-de-vitesse/>

Résumé :

Le but de ce projet est de développer une solution appréciable pour le remplacement de l'ancien automate S5 du système de transport du réfrigérateur par l'automate S7-300.

Nous avons commencé notre étude par une recherche descriptive qui nous a permis de comprendre toutes les composantes de ce système. Ensuite, nous avons fait la modélisation de la station par l'outil GRAFCET, et après nous avons présenté l'api S7-300, puis nous avons effectué la simulation avec le logiciel de simulation S7 PLCSIM. Nous avons terminé notre travail sur les améliorations qui peuvent contribuer à améliorer la station et à rendre ce système encore meilleur.

Mots-clés : système de transport, l'API S7-300, GRAFCET, S7 PLCSIM.