الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE YAHIA FARES DE MEDEA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

Département de Génie Électrique



Mémoire de Fin d'Études de Master

Filière : Électronique
Spécialité : Instrumentation

Thème

Commande d'un moteur asynchrone triphasé autour d'un API S7-1200 de SIEMENS en utilisant les bus de communication industriels PROFIBUS et PROFINET

Présenté par,

Mr. FERRAH Abdelhakim

Mr. HACENE Kaddour

Dirigé par,

Dr BOUHEDDA Mounir

Promotion 2019

Travail préparé au sein du Laboratoire des Systèmes Électroniques Avancés (LSEA) de l'Université de Médéa, ALGÉRIE

*Nous tenons à remercier tout d'abord **Dieu** le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces années d'étude.*

*Aussi, nous tenons à remercier notre Promoteur à l'université Dr. M.**BOUHADDA.M** pour avoir accepté de nous encadrer, pour ses conseils, sa disponibilité et la confiance qu'il nous a accordée.*

*Spécial remerciement pour M. **KADDOUR .B** pour nous avoir permis d'user de son précieux temps et de nous avoir guidé et encouragé à réaliser ce travail.*

*Ainsi que M.**HAROUN .H** pour ses conseils et suggestions bienveillantes et pour sa grande disponibilité. Sa critique toujours positive de nos écrits a facilité amplement la rédaction de ce manuscrit.*

Nos remerciements aux membres de jury qui ont acceptés d'examiner notre travail.

Nous remercions également, l'ensemble des enseignants du département de génie électrique et de l'informatique de Médéa et particulièrement ceux qui ont participé à notre formation.

En fin, Merci à tous.

Dédicace

C'est avec une grande émotion,

Je dédie ce modeste travail de fin d'étude

Aux êtres les plus chers :

A ma mère

Pour son soutien inconditionnel

Ses sacrifices et sa tendresse

A mon père

A mon conjoint qui est solidaire avec moi

A mes adorables filles

A mes frères …

A mes sœurs

Et aux familles

HACENE et DOUMA

A tous Mes Amis du Cursus universitaire

Et mes collègues de travail

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin a

L'élaboration de ce mémoire de fin d'études.

Enfin à vous qui prenez la peine de lire ce mémoire.

HACENE .K

Dédicace

C’est avec une grande émotion,

Je dédie ce modeste travail de fin d’étude

Aux êtres les plus chers :

A ma mère

Pour son soutien inconditionnel

Ses sacrifices et sa tendresse

A mon défunt père (رحمه الله)

A mon conjoint qui est solidaire avec moi

A mes frères ...

A mes sœurs

Et aux familles

FERRAH*, *DAYA* et *KHELIFATI

A tous Mes Amis du Cursus universitaire

Et mes collègues de travail

A tous ceux qui m’ont aidé de prés ou de loin a

L’élaboration de ce mémoire de fin d’études

Enfin à vous qui prenez la peine de lire ce mémoire.

FERRAH. H

Liste des Figures

Figure I.1 : Structure d'un système automatisé.……...……2
Figure I.2 : Architecture de l'automate ……..…..4
Figure I.3: GRAFCET …….…….…….……...…7
Figure I.4: Exemple d'un programme en Ladder……..8
Figure I.5 : Fonctionnement d'un variateur ……11
Figure I.6 : Schéma de transformation de l'énergie ……....14
Figure I.7 : Vue en coupe d'un moteur asynchrone triphasé …….……14
Figure I.8 : Réseaux de communication industriels ……. 16
Figure II.1 : Vue de la maquette MAQ-NET……...20
Figure II.2 : Disjoncteur différentiels…….…….21
Figure II.3 : Sectionneur porte fusible et alimentation 24V DC…….....22
Figure II.4 : Système N°1……...……...23
Figure II.5 : Systeme N°2……..……...23
Figure II.6 : Système N°3…….……...…….23
Figure II.7 : Automate S7 1200……..……...…….....24
Figure II.8 : Carte mémoire SIMATIC MC (Memory Card)…….…….…….……25
Figure II.9 : Adressage des signaux E/S ……..25
Figure II.10: Panneau de commande CPU…….…..26
Figure II.11 : Module de communication Profibus DP…….……..26
Figure II.12 : Périphérique décentralisé ET200SProfibus……..…….28
Figure II.13 : Brochage de l'interface IM151-1 Basic ……28
Figure II.14 : Périphérique décentralisé ET200s Profinet…….……..30
Figure II.15 : Vue du module d'interface IM151-3 PN …….……31
Figure II.16 : Variateur de vitesse G120C Siemens……32
Figure II.17 : Vue d'une Plaque signalétique du G120C DP……..32
Figure II.18 : Vue Pupitre Opérateur Intellige……..…..33
Figure II.19 : Câblage des entrées TOR à une alimentation 24 V interne au variateur …….34
Figure II.20 : Consigne de vitesse 16 bits……...35
Figure II.21 : Structure de Télegramme……...35
Figure II.22 : Vue des réseaux Profibus ……40
Figure II.23 : vue d'un port Profibus……..……42
Figure II.24 : Vue du réseau Profinet ……..…44
Figure II.25: Interface d'un bus Profinet ……45

Figure II.26 : Vue d'un Switch Ethernet…….45
Figure II.27 : Vue Interface Homme Machine……....46
Figure III.1 : Schéma synoptique……...….49
Figure III.2 : Logo de TIA PORTAL……..……50
Figure III.3 : Vues TIA portal……50
Figure III.4 : Vue du portal V15 avec les actions principale……..……51
Figure III.5 : Vue du projet…….51
Figure III.6 : Planification d'une solution d'automatisation……52
Figure III.7 : Assistant de TIA Portal……..53
Figure III.8 : Créer un projet……..53
Figure III.9 : Assistant de TIA Portal après la création du projet……..54
Figure III.10 : Planification de la configuration…….54
Figure III.11 : Ajout d'API……...……..55
Figure III.12 : Ajout de module de communication……55
Figure III.13 : Ajout de module ET200S Profibus……..56
Figure III.14 : Ajout de module ET200S Profinet……..56
Figure III.15 : Ajout de variateur de vitesse G120C…….....57
Figure III.16 : Ajout de L'IHM……...57
Figure III.17 : Liaison Profibus……...58
Figure III.18 : Liaison Profinet……...58
Figure III.19 : structure de programmation……..……...60
Figure III.20 : Choix de bloc et de langage…….61
Figure III.21: Onglet de sélection des favoris et instructions de TIA PORTAL……63
Figure III.22 : Les vues de L'IHM……..…65
Figure III.23: Programme d'initialisation……...66
Figure III.24 : Programme d'affectation du mot Word……..66
Figure III.25 : Programme de Marche / Arrêt……67
Figure III.26: Programme de consigne de vitesse V1, V2 et V3……...69
Figure III.27: Programme d'afficheur de vitesse……70
Figure III.28 : Programme de la **c**ourbe de vitesse……...…….……70
Figure III.29 : Programme de l'inversion de sens……...71
Figure III.30 : Programme Acquit Défaut…….....71
Figure III.31 : Programme d'affectation d'un mot d'état ……..……....72
Figure III.32 : Programme de moteur pas prêt……..……..72

Figure III.33: Programme de surcharge moteur……..……72
Figure III.34 : Simulation de l'API…….……73
Figure III.35 : Simulation de l'IHM……73
Figure III.36 : Liaison PC avec l'automate……74
Figure III.37 : Vue d'un aperçu du chargement……..74
Figure III.38 : Vue d'un aperçu……...75
Figure III.39: Vue d'un aperçu d'un tableau de forçage ……..……..75
Figure III.40 : Bouton d'initialisions……...……...76
Figure III.41 : Bouton « **marche** »……..76
Figure III.42 : Bouton « **inversion de sens** »……..77
Figure III.43 : Bouton de « **vitesse 1** »……77
Figure III.44 : Bouton « **Arrêt** »….....78
Figure III.45 : Bouton « **Acquit DF** »…….……78
Figure III.46 : Afficheur de vitesse…….……79
Figure III.47 : Bouton « ▲ **Up »**……..……79
Figure III.48 : Bouton « ▼ **Down** »……80
Figure III.49 : Bouton « **Alarmes** »……80
Figure III.50 : Bouton « **courbe** »……...81

Liste des tableaux

Tableau I.1 : principaux éléments (contacts et bobines) d'un réseau LD……..……...19

Tableau II.1 Elément de la maquette MAQ-NET…….21

Tableau II.2 : Entres /sortes de la salle 1……..……22

Tableau II.3 : Affectation des Entres /Sortes de la salle 2 et salle 3…….23

Tableau II.3 : Etapes de configuration des caractéristiques MAS……..…….…..33

Tableau II.4 : Programmation des paramètres de vitesse…….……34

Tableau II.5 : interprétation des codes d'un Télegramme……...…….…….35

Tableau II.6 : tableau de mot de commande de G120C…….37

Tableau II.7 : Structure de mot de commande…….…… 38

Tableau II.8 : tableau de Mot d'état de G120C……..38

Tableau II.9 : Structure de mot d'état……..…….. 39

Tableau II.10 : Les débits et distances…….…….…… 51

Tableau II.11 : caractéristique de MAS…… 46

Tableau III.1 : Table de variables API…….....……..62

Tableau III.2 : Table des variables IHM……..…….64

Liste des figures……i

Liste des tableaux……..ii

Liste des abréviations……iii

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I
Contexte du projet

I.1 Introduction : **1**

I.2. Historique **1**

I.3. Définition de l'automatique.....**1**

I.4. Définition de l'automatisation.....**2**

I.4.1. Objectifs de l'automatisation **2**

I.4.2. Systèmes automatisés **2**

I.4.2.1.partie commande (PC) **3**

I.4.2.2.partie opérative (PO) **3**

I.5. Définition de l'automate (API).....**3**

I.5.1. Principaux éléments d'un automate.....**3**

I.5.1.1.mémoire.....**3**

I.5.1.2.mémoire vive RAM.....**4**

I.5.1.3.mémoire morte EPROM.....**4**

I.5.1.4.microprocesseur.....**4**

I.5.2.L'architecture de L'API et présentée comme suit **4**

I.5.3. Critères de choix d'un automate **5**

I.5.4.câblage.....**5**

I.5.4.1.Alimentation.....**5**

I.5.4.2.Interfaces d'entrées/sorties.....**5**

I.5.5. Différents modules d'un API …….....**6**

I.5.5.1 Cartes d'entrées/sorties…….……..……**6**

I.5.5.2.Cartes de comptage rapide…….……**6**

I.5.5.3.Cartes de commande d'ax…….…….….**6**

I.5.5.4.Cartes d'entrées/sorties analogique……**6**

I.5.6. Langage de programmation pour API…….……**6**

I.5.6.1.GRAFCET…….……**7**

I.5.6.2.Diagramme en échelle (LD Ladder diagramme)……..…...**7**

I.5.6.3.Liste d'instructions (LIST)……..…...**8**
I.5.7.Avantages des automates programmables……..**9**
I.5.8.Inconvénients des automates programmable…….....**9**
I.6.Variateurs de vitesse……..**9**
I.6.1.Historique…….…….....**9**
I.6.2.Intérêt de la variation de vitesse…….…...**10**
I.6.3.Rôles…….……..**10**
I.6.4.Type des variateurs de vitesse……**10**
I.6.4.1.Variateur de Vitesse Mécanique…….…….....**10**
I.6.4.2.Variateur de vitesse Electronique…….……...**10**
I.6.5.Critères de Choix d'un Variateur de Vitesse…….…..……**11**
I.6.5.1.précision…….…….……**12**
I.6.5.2.gamme de vitesse…….……...**12**
I.6.5.3.quadrants de fonctionnement…….……...…….……**12**
I.6.5.4 :puissance…….…..……..**12**
I.6.6.Avantages…….……...…….....**13**
I.6.7.inconvénients…….....……**13**
I.7.L.Moteurs Asynchrones Triphasées……..…..…….....**13**
I.7.1.Constitution……..…….....**14**
I.7.1.1.Stator……...……**14**
I.7.1.2. Rotor……....….....**15**
I.7.1.3.plaque à bornes……..**15**
I.7.1.4.plaque signalétique……...……..…….....**15**
I.7.2. Principe de fonctionnement……..……...….....**15**
I.7.3.avantages……..…...**16**
I.7.4.inconvénients…….…….....……**16**
I.8. Réseaux locaux industriels…….……...……..…...…..**16**
I.8.1.Architecture d'un réseau industriel…… ……...…...…...**16**
I.8.2.Topologie…… ……...…..……..**17**
I.8.2.1.Réseau En Etoile……...……..…...……...**17**
I.8.2.2.Réseau En Bus…….……...…….……....**17**
I.8.2.3.Réseau En Anneau…….…….…….……**18**
I.8.2.4.Réseau En Maille……..……..…….**18**
I.9.Conclusion…….…….……...**19**

Chapitre II
Description et fonctionnement de la Maquette
MAQ-NET de LANGLOIS

I.1.Introduction ……..……...**20**
II.2. Présentation de la Maquette ……..….....**20**
II.2.1.Différents types d'appareilles …….…….....**21**
II.2.2 Disjoncteur général…….……...**21**
II.3. Interrupteur Sectionneur Porte Fusible …….....…….**21**
II.4. Salles de commande……..…….…….....**22**
II.5. L'API S7-1200…….....**24**
II.5.1.Présentation de CPU 1214C ……....……**25**
II.5.2. L'adressage des signaux d'entrée/sortie …….....**25**
II.5.3. Modes de fonctionnement du CPU 1214C …….……**25**
II.5.4. Module de Communication Profibus pour CPU …….……**26**
II.5.5. Types de communication du CM 1243-5 sous DP …….……..**27**
II.5.5.1.Communication cyclique ……..…….……**27**
II.5.5.2.Communication acyclique……...…….....**27**
II.5.5.3.Caractéristiques de performance ……..……..…….....**27**
II.6. Module coupleur ET200s déportées Profibus…….……..…….…….....**27**
II.6.1.Base Profibus ……....……**28**
II.6.2.Alimentation …….....**29**
II.6.3.Module 4 Entrées DI ……..…….…….**29**
II.6.4. Module 4 Sorties DO…….....**29**
II.7. Module coupleur ET200s déportées Profinet…….……..…**30**
II.7.1.Base Profinet ……..……..……**30**
II.7. 2.Alimentation ……..…..…….....**30**
II.8.Variateur de Vitesse Siemens G120C DP…….…….……...**31**
II.8.1.Plaque signalétique de variateur de vitesse …….……..**32**
II.8.2.Pupitre opérateur……...……...……**32**
II.8.3.Paramétrage Du Variateur De Vitesse Pour Utilisation Des E/S ……..**33**
II.8.3.1.Configuration des caractéristiques Moteur ……..……..**33**
II.8.3.2.Paramétrages des Vitesse 1 et 2 du Moteur ……....**34**
II.8.4.Câblage des Entrées et Sorties……..……..……...**34**

II.8.5.Caractéristique d'un Variateur de vitesse ……..**35**
II.8.6.Commande du variateur G120C……..……..**35**
II.8.6.1.Données de réception et données d'émission ……...…….……**35**
II.8.6.2.Tableau de mot de commande (STW) ……..…….……**37**
II.8.6.3.Structure du premier mot de Word (MW10)……..…….....**38**
II.8.6.4.Tableau de Mot d'état (ZSW20) …….…….…….....**38**
II.8.6.5.Structure de premier mot d'état (MW20) …….…….....**39**
II.9.Bus de Terrain…….……...…….....**39**
II.9.1.Présentation …….……..**39**
II.9.2. Profibus …….…….…….....**39**
II.9.2.1.RéseauProfibus…….……...**39**
II.9.2.1.1.Schéma de commande…….…….…….....**39**
II.9.2.1.2.Types Profibus …….…….....**40**
II.9.2.1.3.Câble profibus…….…….....……**41**
II.9.2.1.4.Avantage du Profibus DP…….…..……..**41**
II.9.2.1.4.Terminaison de ligne……...…..….....**42**
II.9.2.1.5.Débit et distance de Profibus……**43**
II.9.3. Profinet …….……...**43**
II.9.3.1. Réseau Profinet…….....**43**
II.9.3.2. Schéma de commande …….…….,,,..**43**
II.9.3.3. Câble Profinet **……..….44**
II.10.Switch …….…….……**45**
II.11. Interface homme machine «IHM » ……....…….**45**
II.12.moteur asynchrone triphasé ……..……..……**46**
II.13.Conclusion ……...……...**47**

Chapitre III
Logiciel et programmation

III. 1.Introduction…….……**48**
III.2.Cahier de charges……..…..…..**48**
III.3. Fonctionnement……..……..**49**
III.4. Schéma synoptique……..……...……**49**
III.5. Présentation du TIA Portal……..**50**
III.6. Vues du TIA Portal……..**51**
III.6.1. Vue du portal……....**51**

III.6.2. Vue du projet……..……..**51**
III.6.3. Avantages du logiciel TIA portal……...……..**52**
III.7.Etapes d'automatisation logicielle…….……..……**52**
III.7.1 Création du projet…….…**53**
III.7.2 .Configuration matérielle…….…….…...….....**54**
III.7.2.1 Ajout de l'API……**55**
III.7.2.2.Ajout de module de communication……..……....**55**
III.7.2.3. Ajout de module coupleur ET200S Profibus……..……..…...….**56**
III.7.2.4. Ajout de module coupleur ET200S Profinet…….……**56**
III.7.2.5. Ajout le variateur de vitesse……..……**57**
III.7.2.6. Ajout de l'IHM…….……**57**
III.7.2.7.Etablissement d'une liaiso …….…...**58**
III.7.2.7.1.Etablissement d'une liaison Profibus…….……**58**
III.7.2.7.2.Etablissement d'une liaison Profinet……..……**58**
III.7.2.8. L'adressage des entrées et sorties……**59**
III. 7.2.8.1. Entrées……...…...**59**
III.7.2.8.2. Sorties……..……..……**59**
III.7.2.8.3. Mémento…….……..……**59**
III.7.2.8.4. Adressage……..……**59**
III.8.Programmation…….……**60**
III.8.1.Ajout des blocs de programmation…….……..**60**
III.8.2.Choix de bloc et de langage……..……**60**
III.8.3.Création de table de variables API…….……..**61**
III.8.4.Programmation de l'API……...…**63**
III.8.5.Création de table de variables IHM……..**63**
III.8.6.Programmation de l'IHM…….……**64**
III.9.Vues de l'IHM…….....**65**
III.10.Programme d'affectation d'un mot Word de commande MW10 et d'état MW20…….**65**
III.10.1.Programme d'initialisation « Init »…….……**65**
III.10.2.Programme d'affectation de mot commande « MW10 »……...…...…..**66**
III.10.3.Programme « Marche » « Arrêt »……....…...**67**
III.10.4.Programme de consigne de vitesse « V1 », « V2 » et « V3 »……..…**67**
III.10.5.Programme d'afficheur de vitesse…….....……**69**
III.10.6.Programme d'affichage de la courbe de variation de vitesse……...……..**70**

III.10.7.Programme d'inversion de sens de rotation……..…….....**70**
III.10.8.Programme d'acquittement de défaut…….……**71**
III.11.Programme d'affectation de Mot d'état MW20…….……**71**
III.11.1.Programme de moteur pas prêt……..…….**72**
III.11.2.Programme de surcharge moteur……..……..……**72**
III.12.Simulation PLCSIM……..……..…….**73**
III.12.1.Simulation de l'automate « API »…….…….…..…….**73**
III. 12.2.Simulation de l'IHM……..…….…….…….....**73**
III.13.Mise en service en ligne et diagnostic…….…….....…**76**
III.14.Conclusion……...……..……**82**
CONCLUSION GENERALE……..……..……**83**
BIOGRAPHE
ANNEXES

Introduction générale

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à controverse vu que la machine à tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, il ne peut, hélas, assurer les tâches que fait la machine dans plusieurs domaines. Elle consiste à en assurer la commande par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles. Le système ainsi conçu sait prendre en compte les situations pour les quelles sa commande a été réalisée.

La commande automatisée de ces systèmes a été enrichie progressivement grâce aux avancées technologique dans tous les domaines : les capteurs, les périphériques décentralisés, les variateurs de vitesse, les réseaux à haute vitesse. De plus, il est possible d'établir des liaisons de communication plus rapides avec Profibus et Profinet de SIEMENS.

A cet effet, les moteurs asynchrones triphasés sont les plus utilisés dans le domaine industriel vu qu'ils sont robustes, fiables et d'une maintenance à simple modération. En plus, avec l'existence de variateur de vitesse, cette dernière peut être contrôlée d'une manière précise et en offrant plusieurs options telles que: la supervision et la commande à distance avec le moindre cout si bien sur une architecture adéquate existe..

Il est possible aujourd'hui, de faire varier la vitesse et d'obtenir un couple constant, nécessaire le plus souvent à l'entraînement des moteurs asynchrones. Les variateurs de vitesse sont particulièrement adaptés à la commande des moteurs asynchrones normalisés par des protocoles de communication (télégramme), ces variateurs allient à la robustesse une grande simplicité de mise en œuvre.

La problématique dans notre projet la commande d'un moteur en vitesse, qui dans la plupart des industries fonctionne en mode manuelle, ce qui engendre un retard de fonctionnement par l'obligation de variation répétitive manuelle avec des risques humains et matériels.

Notre but est de faire une étude complète sur le système pour la commande en vitesse d'un moteur asynchrone triphasé en utilisant l'automate API S7-1200 en exploitant sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles, comme la possibilité de le relier au variateur de vitesse à travers un réseau industriel, et l'élaboration d'un programme de commande avec le langage LADER et la supervision par l'interface IHM en utilisant le logiciel TIA PORTAL V15.

A cet effet, le présent mémoire est réparti en trois chapitres décrivant les volets principaux suivants :

Le premier chapitre consiste d'une manière globale à donner le contexte global du projet en donnant une description de l'API, moteur asynchrone triphasé et le variateur de vitesse en détaillant son rôle et principe de fonctionnement.

Le deuxième chapitre sera consacré à la description et fonctionnement des appareils d'automatisation de ce système en donnant une description détaillée de la maquette MAQ-NET de LANGLOIS qui a été une utilisée dans la partie expérimentale de notre travail en donnant en détail des description sur : Alimentation Triphasée, interrupteur sectionneur porte fusible, l'automate programmable S7-1200 SIEMENS, module de communication Profibus pour CPU, module coupleur ET200S entrées / sorties déportées Profibus, module coupleur ET200S entrées / sorties déportées Profinet , Variateur de vitesse triphasé SINAMICS G120C et le Moteur triphasé Asynchrone 230/400VAC.

Le troisième chapitre sera consacré à la programmation coté fonctionnement, IHM ainsi que le raccordement réseau que ce soit Profibus ou Profinet.

Enfin on termine notre travail par une conclusion générale et des perspectives.

CHAPITRE I
Contexte du projet

I.1.Introduction

Dans le domaine de l'industrie, l'automatisme est utilisé pour piloter les moyens de production. L'objectif des équipements d'automatisme est de produire tout en assurant l'intégrité de la chaine de production et la sécurité des personnes. Les plates formes d'implémentation sont souvent composées d'Automates Programmables Industriels (**API**) notamment pour leur facilité d'intégration et pour leur robustesse de fonctionnement. L'utilisation de ces **API** nécessite des méthodes de programmation basées sur la standardisation des langages de programmation.

Ce chapitre consiste à décrire d'une manière globale l'**API**, variateur de vitesse et le moteur asynchrone triphasé, son rôle et principe de fonctionnement.

I.2.Historique

Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers la fin des années soixante, à la demande de l'industrie automobile américaine (General Motors) qui réclamait plus d'adaptabilité de leurs systèmes de commande. Les ingénieurs américains ont résolu le problème en créant un nouveau type de produit nommé automate programmable. Ils n'étaient rentables que pour des installations d'une certaine complexité, mais la situation a très vite changé, ce qui a rendu les systèmes câblés obsolètes. De nombreux modèles d'automates sont aujourd'hui disponibles, depuis les nanos automate bien adaptés aux machines et aux installations simples avec un petit nombre d'entrées/sorties, jusqu'aux automates multifonctions capables de gérer plusieurs milliers d'entrées/sorties et destinés au pilotage de processus complexes.

I.3.Définition de l'automatique

L'automatique est à la fois une science et une technique qui étudie les méthodes scientifiques et les moyens techniques pour la conception et la réalisation des systèmes automatisés.

I.4.Définition de l'automatisation

C'est l'exécution automatique d'une tâche domestique, industrielle, administrative ou scientifique sans intervention humaine. On peut dire que l'automatisation est considérée comme l'étape d'un progrès technique où apparaissant des dispositifs techniques susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle.

I.4.1.Objectifs de l'automatisation

Les objectifs de l'automatisation peuvent être donnés comme suit:

- Éliminer des tâches répétitives
- Simplifier le travail humain
- Augmenter la sécurité
- Accroitre la production
- Économiser les matières premières et l'énergie
- S'adapter à des contextes particuliers
- Maintenir la qualité

I.4.2.Les systèmes automatisés

Un système automatisé est toujours composé d'une partie commande (PC), et d'une partie opérative (PO), pour faire fonctionner ce système, l'opérateur (personne qui va faire fonctionner le système) va donner des consignes à (PC=, celle-ci va traduire ces consignes en ordres qui vont être exécuté par la (PO). Une fois les ordres accomplis, la (PO) donne un signal à la PC (compte -rendu) qui va à son tour le signaler à l'opérateur, ce dernier pourra donc dire que le travail a été bien réalisé **[9]. (Figure I.1).**

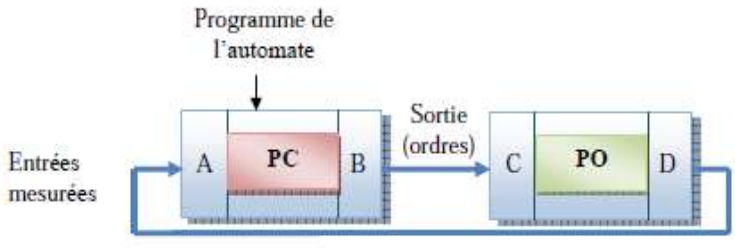


Figure I.1 : Structure d'un système automatisé.

A: interface d'entrée, **B :** interface de sortie, **C :** Actionneurs, **D :** Capteurs

I.4.2.1.La partie commande (PC)

Ce secteur de l'automatisme gère selon une suite logique le déroulement ordonné des opérations à réaliser. Il reçoit des informations en provenance des capteurs de la PO, et les restitue vers cette même partie en direction des pré-actionneurs et actionneurs.

Elle comporte en générale un boitier (appelé aussi bâti) contenant :

- Des actionneurs (transformant l'énergie reçu en énergie utile : moteur, vérin, lampe).
- Des capteurs (transforment la variation des grandeurs physiques liée au fonctionnement de l'automatisme en signaux électriques : capteur de position, de température, bouton Poussoir).

I.4.2.2.La partie opérative (PO)

C'est la partie qui gère le fonctionnement du système automatisé, elle est en général composée d'un ordinateur qui contient dans ses mémoires un programme. Elle transmet les ordres aux actionneurs de la partie opérative à partir :

- Du programme qu'elle contient.
- Des informations reçues par les capteurs.
- Des consignes données par l'utilisateur ou par l'opérateur.

I.5.Définition de l'automate (API)

C'est un dispositif électronique programmable destiné à piloter en temps réel des procédés industriels. Il assure les rôles suivants **:**

- Réaliser des opérations trop complexes ou dangereuses et ne pouvant être confiées à l'homme.
- Substituer l'homme dans les opérations répétitives ou pénibles.
- Accroître la précision.
- Accroître la rentabilité et la productivité par la diminution de la main-d'œuvre.
- Contrôle et commande des processus industriels à l'aide des systèmes numériques de traitement d'information.

I.5.1.Principaux éléments d'un automate

I.5.1.1.Mémoire

Un automate possède deux types de mémoires : la mémoire vive RAM (Random Access Memory) et la mémoire morte EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory).

I.5.1.2.Mémoire vive RAM

C'est une mémoire à accès aléatoire, c'est-à-dire que l'on peut y lire et y écrire une information à tout moment, mais pas en même temps. La mémoire s'efface à chaque coupure de courant (d'où l'utilisation d'une pile). Cette mémoire est utilisée pour sauvegarder le programme. Celui-ci y est chargé depuis l'ordinateur ou la console. Lors du fonctionnement du système, les entrées/sorties sont écrites et effacées dans cette mémoire.

I.5.1.3.Mémoire morte EPROM

C'est une mémoire à lecture seule, mais effaçable par un rayonnement ultraviolet. Elle peut ensuite être reprogrammée. La mémorisation est assurée pendant une dizaine d'années. Le programme application peut y être sauvegardé depuis la mémoire RAM, ce qui permet de le récupérer même en changeant de pile**.**

I.5.1.4.Microprocesseur

Un microprocesseur est un circuit logique programmable, capable de traiter automatiquement une suite d'instructions logiques.

I.5.2.Architecture de L'API

La **figure I.2** donne un schéma de l'architecture interne d'un API.

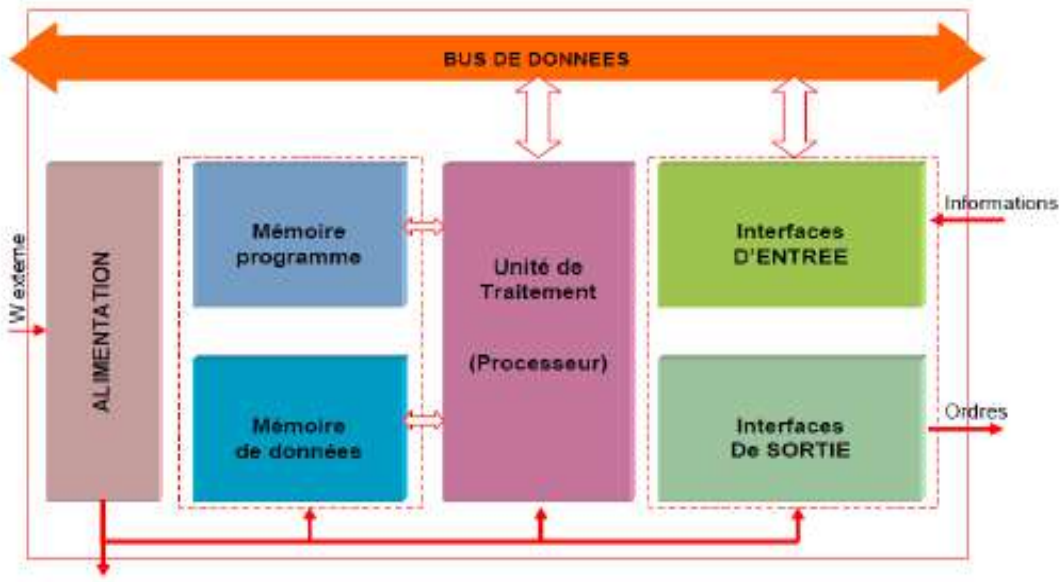


Figure I.2 : Architecture interne de l'automate **[2].**

I.5.3.Critères de choix d'un automate

Un automate utilisant des langages de programmation de type **GRAFCET, LADDER** est également préférable pour assurer les mises au point et dépannages dans les meilleures conditions. La possession d'un logiciel de programmation est aussi source d'économie (possession du logiciel et formation du personnel).

Des outils permettant une simulation des programmes sont également souhaitables. Il faut ensuite quantifier les besoins :

- **Nombre d'entrées / sorties :** le nombre de cartes peut avoir une incidence sur le nombre de racks dès que le nombre d'entrées / sorties nécessaire devient élevé.
- **Type de processeur :** la taille mémoire, la vitesse de traitement et les fonctions spéciales offertes par le processeur permettront le choix dans la gamme, souvent très étendue.
- **Fonctions ou modules spéciaux :** certaines cartes (commande d'axe, pesage ...) permettront de soulager le processeur et devront offrir les caractéristiques souhaitées (résolution, ...).
- **Fonctions de communication :** l'automate doit pouvoir communiquer avec les autres systèmes de commande (API, supervision ...) et offrir des possibilités de communication avec des standards normalisés (Profibus, Profinet ...).

I.5.4.Câblage

I.5.4.1.Alimentation

La tension d'alimentation dépend de l'automate (se référer à la documentation du constructeur ou directement sur l'automate). Cette alimentation peut éventuellement servir à alimenter les différents capteurs du système si elle correspond à la tension requise pour le bon fonctionnement des relais d'entrées/sorties de l'automate. Si ce n'est pas le cas, il faut prévoir une alimentation séparée.

I.5.4.2.Interfaces d'entrées/sorties

Ils assurent le rôle d'interface entre la CPU et le processus, en récupérant les informations sur l'état de ce dernier et en coordonnant les actions. Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (capteur, variateur de vitesse …) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre.

I.5.5.Différents modules d'un API

I.5.5.1.Cartes d'entrées/sorties

Au nombre de 4, 8, 16 ou 32, elles peuvent aussi bien réaliser des fonctions d'entrées, de sorties ou les deux. Ce sont les plus utilisées et les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif ...). Les voies peuvent être indépendantes ou posséder des "communs". Les cartes d'entrées permettent de recueillir l'information des capteurs, bouton ...etc. qui lui sont raccordés et de la matérialiser par un bit image de l'état du capteur.

Les cartes de sorties offrent deux types de technologies : les sorties à relais électromagnétiques (bobine plus contact) et les sorties statiques (à base de transistors ou de triacs).

I.5.5.2.Cartes de comptage rapide

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

I.5.5.3.Cartes de commande d'axe

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

I.5.5.4.Cartes d'entrées/sorties analogique

Elles permettent de réaliser l'acquisition d'un signal analogique et sa conversion numérique (CAN) indispensable pour assurer un traitement par le microprocesseur. La fonction inverse (sortie analogique) est également réalisée. Les grandeurs analogiques sont normalisées: (0 - 10V) ou (4 - 20mA).

I.5.6.Langage de programmation pour API

Les programmes utilisés avec les API peuvent être écrits dans différents formats. Pour que les ingénieurs ayant peu de connaissances en programmation puissent élaborer des programmes pour les API, le langage à contacts a été conçu. La plupart des fabricants d'automates ont adopté cette méthode d'écriture des programmes. Toutefois, puisque chacun a eu tendance à développer ses propres versions, une norme internationale a été établie pour le langage à contacts et, par voie de conséquence, pour toutes les méthodes de programmation employées avec les API **[4].**

- Le langage **SFC** (Sequential Function Chart), ou GRAFCET.

- Le langage **LD** (Ladder Diagram).
- Le langage **IL** (Instruction List).
- Le langage **FBD** (Function Block Diagram).
- Le langage **ST** (Structured Text).

I.5.6.1.Le GRAFCET

(Graphe Fonctionnel de Commande par Etapes et Transitions) ou SFC (Séquentiel Fonction Chart) est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. C'est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est à dire décomposable en étapes [5].

Le grafcet correspond à une succession alternée d'étapes et de transitions, chaque étape est associée au comportement ou à l'action à obtenir, et chaque transition est associée aux informations permettant le franchissement sous forme d'une condition logique appelée réceptivité **(Figure I.3).**

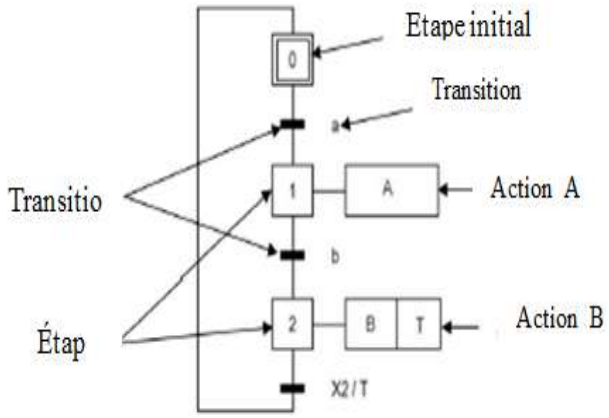


Figure I.3: GRAFCET.

I.5.6.2.Diagramme en échelle (LD Ladder diagramme)

Le schéma à contacts (CONT) est un langage de programmation graphique (Figure I.4). La syntaxe des instructions fait penser aux schémas de circuits électriques. Le langage CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines **[5].**

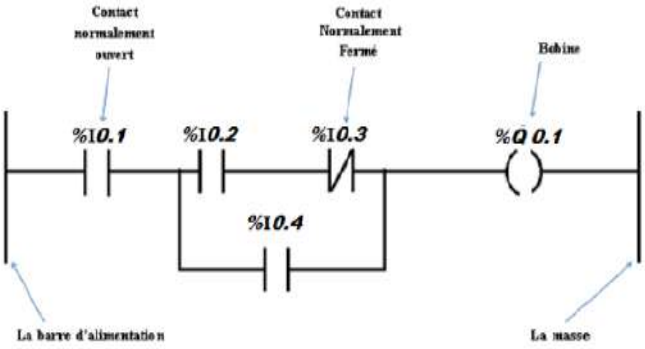


Figure I.4: Exemple d'un programme en Ladder **[4].**

➢ **Les composants du langage**

Il existe 3 types d'élément de langage (**Tableau I.1**):

- les entrées (ou contact), qui permettent de lire la valeur d'une variable booléenne,
- les sorties (ou bobines) qui permettent d'écrire la valeur d'une variable booléenne,
- les blocs fonctionnels qui permettent de réaliser des fonctions avancées.

Tableau I.1 : Principaux éléments (contacts et bobines) d'un réseau LD **[5].**

Objet graphique	Nom
-| |-	Contact normalement ouvert
-|/|-	Contact normalement fermé
-( )-	Bobine normalement ouverte
-(S)-	Bobine Latch (maintenu à 1 une fois actionné)
-(R)-	Bobine Reset (remise à 0 de la bobine latch)

I.5.6.3.Liste d'instructions (LIST)

Est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme.

I.5.7.Avantages des automates programmables

Un API présente plusieurs avantages.

- **Evolutivité** : très favorable à l'évolution, très utilisé en reconstruction d'armoire.
- **Fonctions** : assure les fonctions Conduites, Dialogue, Communication et Sûreté.
- **Taille des applications** : gamme importante d'automate.
- **Vitesse** : temps de cycle de quelque ms.
- **Modularité** : haute modularité, présentation modularité en rack
- **Architecture de commande** : centralisée ou décentralisée avec l'apparition d'une offre importante en choix de réseaux, bus de terrain, blocs E/S déportées.
- **Maintenance** : échange standards et aide au diagnostic intégrée.

I.5.8.Inconvénients des automates programmables

Quelques inconvénients sont à citer pour les API parmi lesquels :

- Ils sont plus chers que les solutions classiques d'informatique à base de microcontrôleurs par exemple, mais restent à l'heure actuelle les seules plateformes d'exécution considérées comme fiables en milieu industriel (avec les ordinateurs industriels).
- Le prix est notamment dépendant du nombre d'entrées/sorties nécessaires, de la mémoire dont on veut disposer pour réaliser le programme, de la présence ou non de modules métier.
- De plus ils nécessitent la maîtrise de langages spécifiques.

I.6.Variateurs de vitesse

I.6.1.Historique

Depuis l'invention du moteur, les variateurs de vitesse n'ont cessé de progresser. Les premiers comportaient un système de poulie courroie, variateur à friction ou à engrenage. Par la suite, de l'étude du courant continu naquit les variateurs électriques. Avec l'avènement des composants électroniques utilisant des tubes de gaz, les variateurs électroniques ont vu le jour dans les années 1950. Actuellement composés de convertisseurs statiques (onduleurs) et d'une électronique de commande pour la régulation et l'asservissement de la machine, les variateurs de vitesse électroniques sont omniprésents dans l'industrie. Ils permettent de prolonger la durée de vie et améliorer la qualité des machines et des équipements, outre d'optimiser les coûts d'exploitations, notamment en réduisant les consommations énergétiques **[7].**

I.6.2.Intérêt de la variation de vitesse

De nombreux systèmes industriels entraînés par des moteurs électriques utilisent la variation de vitesse pour optimiser leur fonctionnement.

I.6.3.Rôles

- 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-outils,
- Réglage de la vitesse des systèmes de transport des personnes (train, téléphérique, ...)**.**

I.6.4.Type des variateurs de vitesse

Dans l'univers industriel, le variateur électronique de vitesse côtoie d'autres procédés issus des technologies hydrauliques, mécanique, électromécanique. Le choix de la technologie la plus appropriée est lié aux caractéristiques de la machine à équiper et aux performances attendues. La position du variateur par rapport au moteur constitue l'une des principales distinctions entre les moto-variateurs mécaniques et électroniques.

I.6.4.1.Variateur de Vitesse Mecanique

Un variateur de vitesse mécanique ou transmission à variation continue est un dispositif mécanique permettant de faire varier continûment le rapport de démultiplication d'un arbre moteur à un arbre mené. Il est utilisé en remplacement d'une boîte de vitesses. Dans le monde automobile, il est connu sous son acronyme anglais **CVT** (Continuously Variable torque).

I.6.4.2.Variateur de vitesse Electronique

Un variateur électronique de vitesse est un dispositif destiné à régler la vitesse et le moment d'un moteur électrique à courant alternatif en faisant varier la fréquence et la tension, respectivement le courant, délivrées à la sortie de celui-ci.

Leurs applications vont des plus petits aux plus grands moteurs, comme ceux utilisés par les perceuses. Alors qu'environ un quart de la consommation d'électricité mondiale provient des moteurs électriques utilisés par l'industrie. Les progrès de l'électronique de puissance ont permis de réduire le coût et la taille des variateurs de vitesse ces quatre dernières décennies. Ils ont concerné à la fois les interrupteurs semi-conducteurs utilisés, la topologie, les méthodes

utilisées en contrôle commande et en simulation, ainsi que le matériel et les logiciels employés pour la commande.

Les variateurs de vitesse peuvent être soit basse tension, soit moyenne tension. Certains fonctionnent en onduleurs, d'autres en redresseur/onduleur.

Dans l'univers industriel, le variateur électronique de vitesse côtoie d'autres procédés issus des technologies hydrauliques, mécanique, électromécanique. Le choix de la technologie la plus appropriée est lié aux caractéristiques de la machine à équiper et aux performances attendues. La position du variateur par rapport au moteur constitue l'une des principales distinctions entre les motos variateurs mécaniques et électroniques **[6] (Figure I.5).**

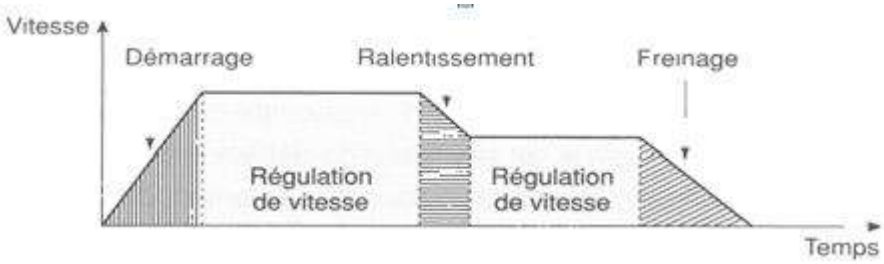


Figure I.5 : Fonctionnement d'un variateur **[7].**

I.6.5.Critères de Choix d'un Variateur de Vitesse

Le couple résistant de la machine entraînée dans toute la plage de vitesse utilisée,

- ❖ fournir le couple accélérateur nécessaire,
- ❖ fournir le couple de L'ensemble moto-variateur doit être choisi pour :
  - vaincre freinage éventuellement nécessaire pour décélérer rapidement,
  - respecter la gamme de vitesse imposée par le procédé.

Il faut prendre en compte, en plus, le fonctionnement permanent ou cyclique de l'application et des conditions d'environnement spécifiques à chaque procédé.

$$T = k\left(\frac{u}{f}\right)^2 \text{.....(1)}$$

Les caractéristiques déterminantes intervenant dans le choix d'un moto-variateur électronique sont:

I.6.5.1.La précision

La précision s'exprimant en % de la vitesse affichée est l'écart maximal admissible par rapport à la vitesse de consigne. Cette précision s'étend donc sur toute la gamme de vitesse.

La précision de vitesse dépend du type de lecture de la vitesse.

I.6.5.2.La gamme de vitesse

La gamme de vitesse est le rapport entre la vitesse maximale et la vitesse minimale de fonctionnement souhaité. Si on demande à un variateur une gamme de vitesse trop importante par rapport à son emploi normal, sa précision se dégrade. Le variateur doit posséder une gamme de vitesse supérieure à celle que réclame l'application.

I.6.5.3.Les quadrants de fonctionnement

L'emploi d'un variateur électronique n'exclut pas d'utiliser des moyens conventionnels, mais l'électronique de puissance permet de réaliser les freinages et les inversions de sens de rotation avec souplesse, rapidité, précision et aux moindres frais en consommation d'énergie.
Pour un bon fonctionnement de l'ensemble à promouvoir, il est indispensable de choisir un appareil fonctionnant dans les quadrants désirés.

I.6.5.4.La puissance

La puissance d'un variateur est définie par le besoin mécanique de l'application (en régime permanent comme en régime transitoire).
Le calcul de la puissance concerne aussi le moteur qui est le premier maillon à définir. La puissance du moto-variateur est définie en fonction :

- de la puissance maximale nécessaire au fonctionnement de la machine en régime établi. Le couple délivré doit être supérieur au couple résistant demandé par la mécanique, ceci sur toute la plage de vitesse.
- du couple de démarrage nécessaire pour la mise en vitesse de la machine dans le temps souhaité. Le couple maximal que peut délivrer l'ensemble moto-variateur doit être supérieur au couple de démarrage.
- du diagramme de charge en cas de fonctionnement cyclique échauffement très variable dans le temps suivant les phases du mouvement (accélération, régime établi, décélération) **[7].**

I.6.6.Les Avantages

Les recours aux variateurs de vitesse offre plusieurs avantages :

- démarrage progressif des moteurs réduisant les chutes de tension dans le réseau et limitant les courants de démarrage.
- amélioration du facteur de puissance.
- précision accrue de la régulation de vitesse.
- prolongement de la durée de service du matériel entraîné.
- diminution de la consommation d'électricité.

De nouveaux variateurs de vitesse plus performants peuvent éviter l'interruption des procédés en cas de perturbation du réseau de courte durée.

I.6.7.Les inconvénients

- Tous les variateurs de vitesse intégrant des dispositifs de commutation (Diodes, thyristors, IGBT, etc.) forment une charge non linéaire qui engendre des courants harmoniques, sources de distorsion de l'onde (chute ou perturbation de la tension) dans le réseau électrique.
- Cette dégradation de l'onde peut perturber tant les équipements électriques du client que ceux du réseau électrique si aucune mesure d'immunité n'est prise.
- Par ailleurs, des résonances harmoniques peuvent également apparaître entre les variateurs de vitesse et les batteries de condensateurs.
- Les effets néfastes peuvent se manifester par la défaillance prématurée des équipements électriques (surchauffe des moteurs, des câbles et des transformateurs), par la dégradation de l'isolation des moteurs commandés ou par l'interruption des procédés (fusibles brûlés) **[14].**

I.7.Les Moteurs Asynchrones Triphasées

Les entraînements électriques pilotés par des machines asynchrones sont très utilisés dans le domaine industriel. Ces machines sont très robustes et de faible coût d'entretien et pouvant Fonctionner dans des conditions très sévères. Les performances dynamiques de la machine asynchrone dépendent beaucoup de la qualité du découplage entre le flux et le couple. Ce

découplage dans le cas d'une machine à courant continu à excitation séparée est naturel. Cependant, ce type de machine ne convient pas pour les grandes puissances. C'est l'une parmi d'autres raisons qui a conduit à l'utilisation de la machine asynchrone. Le moteur électrique asynchrone a pour rôle de transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation. **(Figure I.6).**

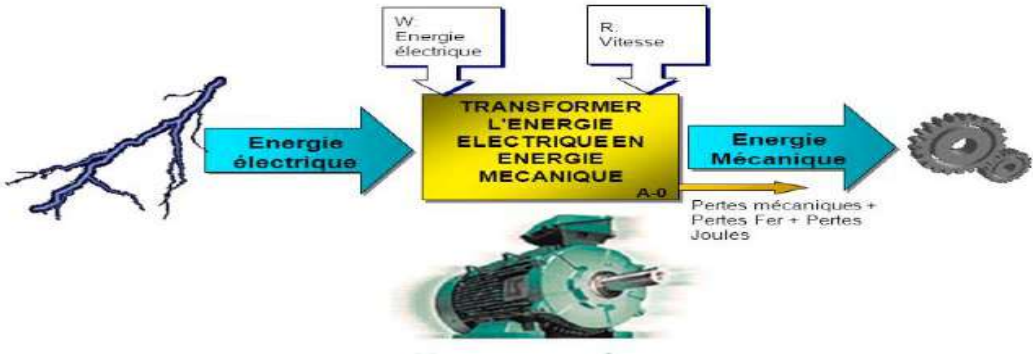


Figure I.6 : schéma de transformation de l'énergie **[11].**

I.7.1.Constitution

Les moteurs asynchrones triphasés sont constitués d'une partie fixe appelée **stator** et d'une Partie tournante appelée **rotor (Figure I.7).**

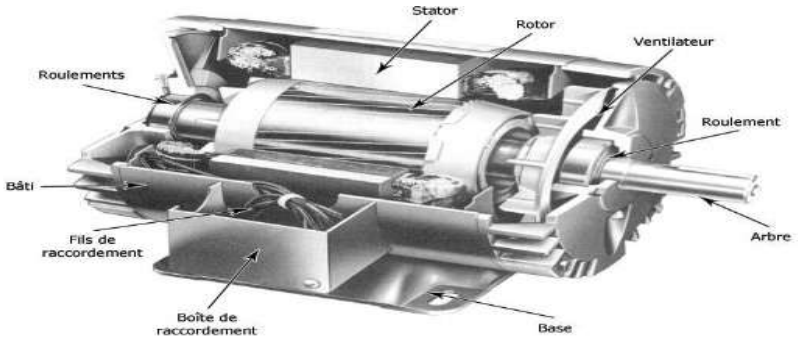


Figure I.7 : vue en coupe d'un moteur asynchrone triphasé **[15].**

I.7.1.1.Stator

Il est constitué de trois enroulements alimentés par des tensions triphasées et produisant un champ magnétique tournant à la fréquence de rotation :

$$\mathbf{ns} = \frac{\mathbf{f}}{\mathbf{p}} \text{.....(2)}$$

Avec **f** : fréquence en (Hz)

p : nbre de paires de pôle

ns : en (tr/s)

I.7.1.2.Rotor

Le rotor est constitué d'un circuit électrique fermé où se crée des courants induits qui entraînent la mise en rotation du rotor. Le rotor tourne à la vitesse de rotation **nr** qui est inférieure à la vitesse synchrone **ns**.

I.7.1.3.La plaque à bornes

Fixée sur la carcasse, elle comporte un ensemble de 6 bornes permettant de connecter les bobines statoriques à l'alimentation électrique en effectuant le couplage.

I.7.1.4.La plaque d'identification (ou plaque signalétique)

Fixée sur la carcasse, elle représente la fiche d'identité du **MAS**.

I.7.2.Principe de fonctionnement

Trois bobines fixées sur un circuit magnétique appelé stator, sont alimentées par un réseau de tension triphasé. Ces trois tensions étant déphasées chacune de 120°, elles produisent à travers des bobinages statoriques un champ magnétique tournant s'exerçant sur un cylindre en aluminium appelé rotor. Le rotor se met alors à tourner dans le même sens que le champ tournant mais à une vitesse légèrement plus faible d'où le terme asynchrone. Ou plus simplement:

Les trois enroulements statoriques alimentés par un réseau triphasé équilibré créent dans l'entrefer un champ magnétique tournant à la fréquence de rotation de synchronisme « ns ». Les conducteurs du rotor sont soumis à ce champ tournant. Ils sont alors traversés par des courants de Foucault induits. D'après la loi de Lenz, Le rotor est donc entraîné dans le sens du champ tournant à une vitesse légèrement inférieure si le rotor tourne à la même vitesse que le champ (synchronisme), il n'y aura pas de courant induit, donc pas de forces électromagnétiques, donc pas de rotation. La fréquence de rotation du rotor, notée n, est inférieure à celle de rotation du champ qui est appelée fréquence de synchronisme et notée **ns [14].**

I.7.3.Les avantages

- ✓ maintenance réduite car pas de balais ni collecteur.
- ✓ robustesse.
- ✓ prix (facile à produire, en série).

I.7.4.Les inconvénients

- ✓ dépendance entre la vitesse et la charge.
- ✓ pointe de courant au démarrage.

I.8.Réseaux locaux industriels

Les réseaux locaux industriels ont été donc introduits petit à petit dans les systèmes automatisés, à des stades divers selon les domaines d'application. Ils sont nés avec le développement de l'électronique et des matériels numériques programmables. L'apparition des régulateurs numériques et des automates programmables a conduit les constructeurs à mettre sur le marché des réseaux pour les interconnecter et rapatrier à moindre coût de câblage les informations nécessaires à la conduite par les opérateurs dans les salles de commande.

I.8.1.Architecture d'un réseau industriel

Un réseau local industriel, en une première approximation, est un réseau local utilisé dans une usine ou tout système de production pour connecter diverses machines afin d'assurer la commande, la surveillance, la supervision, la conduite, la maintenance, le suivi de produit, la gestion, en un mot, l'exploitation de l'installation de production **(Figure I.8).**

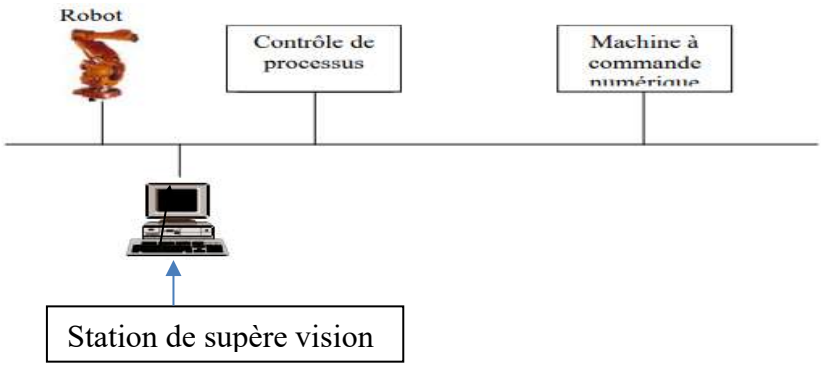


Figure I.8 : Réseaux de communication industriels **[14].**

I.8.2.La topologie

Les topologies connues dans les réseaux sont :

I.8.2.1.Réseau En Etoile

C'est la station centrale qui gère le réseau

a. Avantages

- Simplicité de gestion.
- Mise en œuvre simple si peu de stations.
- Synchronisation facile des stations.

b. Inconvénients

- Une seule liaison par station.
- Reconfiguration délicate.
- Pas de connectivité directe.
- Problème de sureté de fonctionnement en cas de panne de la station centrale (arrêt total).
- Coûteux (station centrale puissante).

c. Utilisation

- Autocommutateurs téléphoniques (PABX) non normalise.

I.8.2.2.Réseau En Bus

a. Avantages

- Un seul média (homogénéité du réseau).
- Mise en œuvre simple.
- Reconfiguration facile.
- Moindre coût en ligne et en coupleurs.

b. Inconvénients

- Le nombre de stations sera limité en fonction de la longueur du support.
- Les conflits d'accès à la voie de transmission vont entraîner des difficultés.

c. Utilisation

- Réseaux locaux industriels Assi - Fip - Ethernet.

I.8.2.3.Réseau En Anneau

Des voies point à point relient les stations entre elles. Il existe un mécanisme de contournement des stations désactivées.

a. Avantages

- La longueur de l'anneau peut être grande.
- La technique d'accès est normalisée " PASSAGE DU JETON ".

b. Inconvénients

- L'activité des stations limite la vitesse.
- Le nombre des stations par anneau est limité.

c. Utilisation

- Réseaux Locaux Industriels CAN - TELWAY - TOKEN RING (IBM)

I.8.2.4.Réseau En Maille

a. Avantages

- On évite les problèmes posés par la défaillance d'une station ou d'une liaison.

b. Inconvénients

- Il est nécessaire d'avoir des algorithmes de routage pour choisir le meilleur chemin.

c. Utilisation

- Peu utilisé dans les R.L.I
- On le rencontre dans les réseaux publics ou grands réseaux privés (télécommunications).

I.9.Conclusion

Ce chapitre, nous a permis de donner un aperçu général, le rôle, le fonctionnement et application de chacun des éléments suivants : L'automatisme, automate programmable industriel (API), variateur de vitesse, le moteur (MAS) triphasé et les réseaux locaux industriels.

CHAPITRE II

Description et fonctionnement de la Maquette MAQ-NET de LANGLOIS

II.1.Introduction

Après avoir présenté dans le premier chapitre des généralités sur les API, le variateur de vitesse, MAS triphasées et les réseaux locaux industriels, en parant leur rôle et principe. Le second chapitre sera consacré aux descriptions de la maquette d'essais MAQ-NET de Langlois. Cette maquette qui est disponible au niveau du laboratoire de l'université de Médéa dispose d'un API siemens S7-1200 ainsi que des dispositifs que permettent la mise en place des tests pour la communication Profibus et Profinet.

II.2.Présentation de la Maquette

La maquette MAQ-NET est composée des éléments (**Figure II.1)** dans les numérotations sont indiqués par le **tableau II.1**.

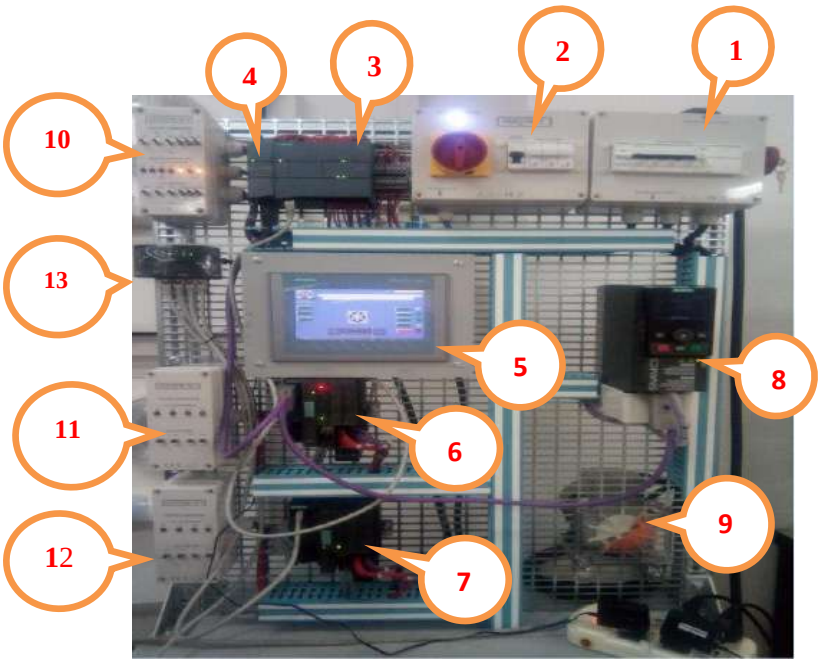


Figure II.1 : Vue de la maquette MAQ-NET.

II.2.1.Différents types d'appareils

Ce **tableau II.1** représente la nomination de différents types d'appareils utilisés dans la maquette MAQ-NET de notre projet.

Tableau II.1 Elément de la maquette MAQ-NET

N°	Nom
1	Boitier de protection électrique disjoncteur, Alimentation Triphasée 400V + N +T
2	Boitier de protections électriques avec interrupteur sectionneur porte fusible
3	Automate programmable siemens s7-1200
4	Module de communication Profibus pour CPU
5	Ecran IHM tactile Siemens KTP 700
6	Module Coupleur ET200S Entrées / Sorties déportées Profibus
7	Module Coupleur ET200S Entrées / Sorties déportées Profinet
8	Variateur de fréquence triphasé Siemens G120c de 0,55kw
9	Moteur triphasé Asynchrone 230/400VAC de 0,12kw
10	Boitier de commande SYSTEME N°1 Salle1
11	Boitier de commande SYSTEME N°2 Salle 2 en Profibus
12	Boitier de commande SYSTEME N°3 Salle 2 en Profinet
13	Switch Ethernet

II.2.2.Disjoncteur général

Le disjoncteur est un dispositif qui assure la protection différentielle de l'installation contre les surcharges, les courts circuits et les défauts d'isolement avec secteur 3x 400V–AC-C16A **[10]. (Figure II.2).**

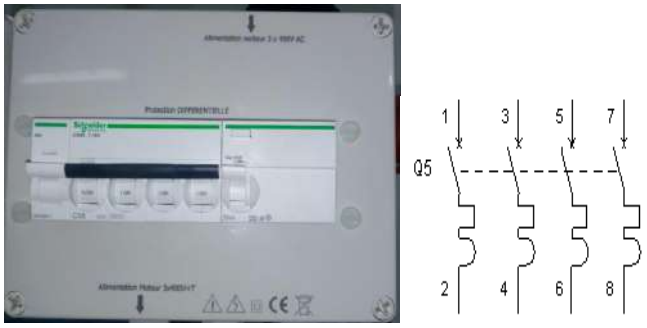


Figure II.2 : Disjoncteur différentiels.

II.3.Interrupteur Sectionneur Porte Fusible

Le sectionneur porte fusible est également muni de fusibles type AM (accompagnement moteur) dont leur rôle est de protéger l'équipement électrique contre le court-circuit.

Le sectionneur porte –fusibles assure donc deux fonctions principales :

- Isolement (séparation) de la source d'alimentation électrique et de l'équipement.
- Protection contre les courts circuits (grâce aux cartouches fusibles). (**Figure II.3)**



Figure II.3 : Sectionneur porte fusible et alimentation 24V DC.

II.4.Salles de commande

Les tableaux II.2 et II3 donnent une description de chacune des salles donnée par la figure II.4, II.5 et II.6 respectivement. Dans cette maquette, on dispose de trois salles dont chacune contient des boutons poussoir, LED (actionneurs) et des détecteurs.

Tableau II.2 : Entres /sortes de la salle 1.

Partie de commande			
Bouton-poussoir	**N°**	**Adresse**	**Commentaire**
	S1	I0.0	Bouton poussoir
	S2	I0.1	Bouton poussoir
	S3	I0.2	Bouton poussoir
	S4	I0.3	Bouton poussoir
	S5	I0.4	Bouton poussoir
	S6	I0.5	Bouton poussoir
Partie Opérative			
Actionneurs			
Actionneur	h1	Q0.0	LED
	h2	Q0.1	LED
	h3	Q0.2	LED
	h4	Q0.3	LED
	h5	Q0.4	LED
	h6	Q0.5	LED
	h7	Q0.6	LED
Capteurs			
Détecteurs	fdc1	I1.0	Fin de course
	fdc2	I1.1	Fin de course
	fdc3	I1.2	Fin de course
	fdc4	I1.3	Fin de course
	fdc5	I1.4	Fin de course
	fdc6	I1.5	Fin de course



Figure II.4 : Système N°1

Tableau II.3 : Affectation des Entres /Sortes de la salle 2 et salle 3.

Partie Opérative		
Actionneurs		
H8	Q2.0	LED
H9	Q2.1	LED
H10	Q2.2	LED
H11	Q2.3	LED
Capteurs		
Fdc7	I2.0	Fin de course
Fdc8	I2.1	Fin de course
Fdc9	I2.2	Fin de course
Fdc10	I2.3	Fin de course



Figure II.5 : Système N°2



Figure II.6 : Système N°3.

II.5.L'API S7-1200

L'automate SIMATIC S7-1200 est un mini-contrôleur modulaire. Il existe un éventail complet de modules pour une adaptation optimisée à la tâche d'automatisation le contrôleur S7 est composé d'une **CPU 1214C DC/DC/RLY** qui est équipée d'entrées et de sorties de signaux numériques et analogiques des modules additionnels d'entrées/sorties (modules IO) peuvent être installés si les entrées et sorties intégrées ne sont pas suffisantes pour l'application désirée et de modules de communication **[11].**

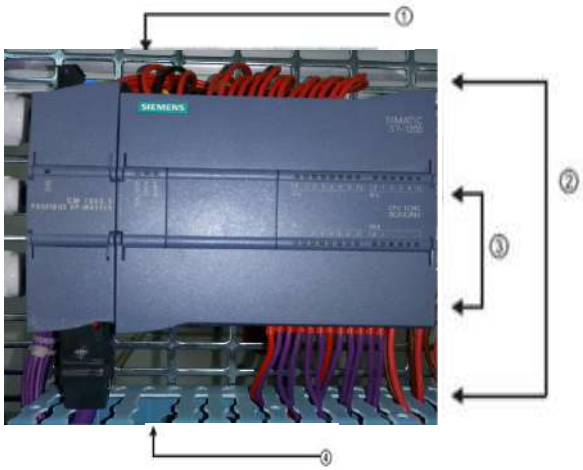


Figure II.7 : Automate S7 1200.

L'automate de la (**figure II.7**) elle composé des quatre éléments suivants

(1) Alimentation 24V.

(2) Bornes insérables pour un câblage utilisateur (derrière les caches plastiques).

(3) Diodes électroluminescentes pour les **I/O** intégrées et le mode de fonctionnement de la **CPU.**

(4) Connexion Profinet (sous la CPU).

La carte mémoire SIMATIC MC (Memory Card) stocke le programme (**Figure II.8**), les données système, les fichiers et les projets. Elle peut être utilisée pour les fonctions suivantes :

- Transfert du programme aux différents CPU.
- Mise à jour du micro logiciel des CPU, des modules de signal SM et des modules de communication CM **[11].**



Figure II.8 : La carte mémoire SIMATIC MC (Memory Card).

II.5.1.Présentation de CPU 1214C

Le CPU de référence **6ES7214 -1HG40 - 0XB0** combine un microprocesseur, une alimentation intégrée, des circuits d'entrée et de sortie, un Profinet intégré, des E/S rapides de commande de mouvement, ainsi que des entrées analogiques intégrées dans un boîtier compact **(Figure II.7).**

II.5.2.L'adressage des signaux d'entrée/sortie

Les entrées et sorties digitales du CPU sont regroupées par octets. Chaque entrée ou sortie TOR (Tout ou rien) sera donc adressée par un numéro d'octet et un numéro de bit à l'intérieur de celui-ci (**Figure II.9).**

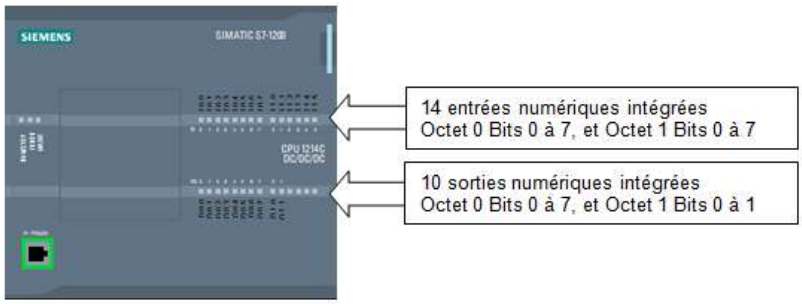


Figure II.9 : Adressage des signaux E/S **[11].**

II.5.3.Modes de fonctionnement du CPU 1214C

Le CPU a les modes de fonctionnement suivants :

- En mode « **STOP**», le CPU n'exécute pas le programme, et ne nous pouvons pas charger un projet.
- En mode « **STARTUP**», le CPU entame une procédure de démarrage.
- En mode « **RUN**», le programme est exécuté de façon cyclique, les projets ne peuvent pas être chargés dans un CPU en mode RUN.

Le CPU n'a pas de commutateur physique pour changer le mode de fonctionnement. Le mode **STOP** ou **RUN** se change en utilisant le bouton sur le panneau de commande du logiciel TIA PORTAL. De plus, le panneau de commande est muni d'un bouton **MRES** pour faire une réinitialisation générale de la mémoire et il affiche l'état actuel des **LED** de la **CPU** (**Figure II.10).**



Figure II.10 : Panneau de commande CPU.

- Une lumière **JAUNE** indique le mode **STOP**.
- Une lumière **VERTE** indique le mode **RUN**.
- Une lumière **CLIGNOTANTE** indique le mode **STARTUP**.

En outre il y a les LED « ERROR » et « MAINT » qui indique une erreur est survenu.

II.5.4.Module de Communication Profibus pour CPU

Le Module de communication de référence CM 1243-5 est utilisé pour le raccordement de SIMATIC S7-1200 à Profibus comme module maître DP **(Figure II.11).**

Le module maître DP CM 1243-5 permet au S7-1200 de communiquer avec des esclaves DP

V0/V1 **:**

- Périphérie décentralisée SIMATIC ET200
- variateurs SINAMICS.
- moteurs et actionneurs de divers fabricants.



Figure II.11 : Module de communication Profibus DP.

II.5.5.Types de communication du CM 1243-5 sous DP

Les types de communication suivants sont disponibles sous DP

II.5.5.1.Communication cyclique

Le CM prend en charge la communication cyclique pour les échanges de données de processus entre esclave DP et maître DP la communication cyclique est exécutée par le système d'exploitation du CPU. Elle ne nécessite ni instructions, ni blocs logiciels. Les données d'E/S sont lues et écrites directement dans la mémoire image du CPU.

II.5.5.2.Communication acyclique

Le CM prend également en charge la communication acyclique

- L'instruction "RALRM" permet de recevoir des alarmes des esclaves DP.
- Les instructions "RDREC" et "WRREC" servent à transmettre des données de Configuration, de diagnostic ou d'E/S.

II.5.5.3.Caractéristiques de performance

On peut configurer au maximum trois CM/CP par station. Le nombre maximal de
Module maîtres DP dépend de la version de firmware de la CPU sur la station maître :

- CM 1243-5 + CPU à firmware de version V2.x : au maximum 1 maître DP (CM 1243- 5).
- CM 1243-5 + CPU à firmware de version V3.x : au maximum 3 maîtres DP (CM 1243-5). Voir **l'annexe 1.**

II.6.Module coupleur ET200s déportées Profibus

Chaque système de périphérie ET200S est un esclave DP sur PROFIBUS DP. Se raccorde au moyen du connecteur pour PROFIBUS DP situé sur le module d'interface IM151-1 ou IM151-1 COMPACT (**Figure II.12).**

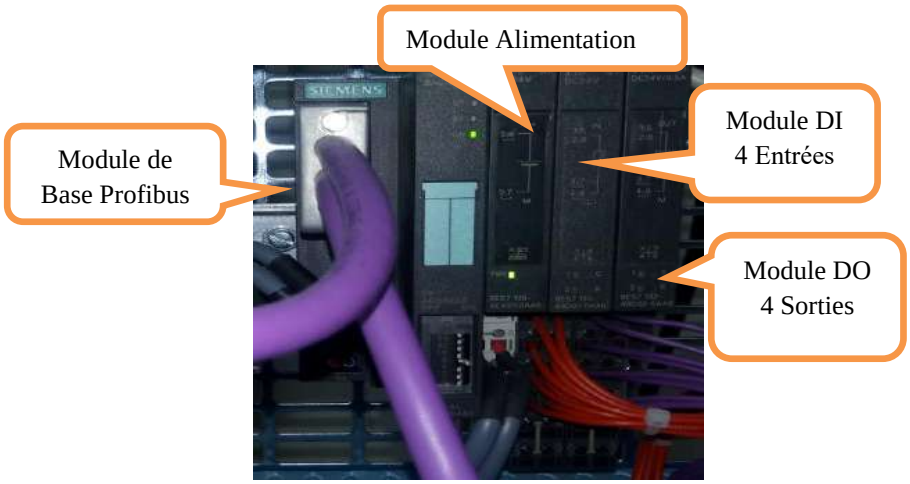


Figure II.12 : Périphérique décentralisé ET200SProfibus.

II.6.1.Module de Base Profibus

Ce module de référence **:** 6ES7-151-1CA00-0AB0

a. Propriétés

Le module d'interface IM151-1 BASIC possède les propriétés suivantes :

- Il relie l'ET 200S à PROFIBUS DP via l'interface RS485.
- La longueur maximale des paramètres est de 198 octets.
- La place maximale pour les adresses est de 88 octets pour les entrées et pour les sorties.
- Fonctionnement en tant qu'esclave DPV0.
- Au maximum 12 modules sont utilisables avec l'IM151-1 BASIC.
- La longueur de bus maximale est de 2 m (**FigureII.13).**

b. Brochage

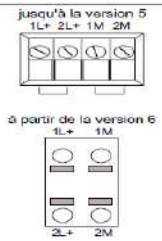
Vue	Nom du signal		Désignation
	1	-	-
	2	-	-
	3	RxD/TxD-P	Câble de données-B
	4	RTS	Request To Send
	5	M5V2	Potentiel de référence de données (de la station)
	6	P5V2	Plus d'alimentation (de la station)
	7	-	-
	8	RxD/TxD-N	Câble de données-A
	9		
	1L+		24 V CC
	2L+		24 VCC (pour raccordement en chaînage)
	1M		Masse
	2M		Masse (pour raccordement en chaînage)

Figure II.13 : Brochage de l'interface IM151-1 Basic **[12].**

c. Caractéristiques

Pour les caractéristiques de l'IM 151, voir l'**Annexe1.**

II.6.2.Alimentation

Le module d'alimentation PM-E DC24V **Réf** : 6ES7-138-4CA01-0AA0 surveille la tension d'alimentation pour tous les modules électroniques se trouvant dans le groupe de potentiel. La tension d'alimentation est injectée via le module terminal TM-P (**Figure II.12).**

a. Brochage

Pour le brochage et les caractéristiques du PM-E DC 24V voir l'**Annexe 2**

b. Caractéristiques

Sont données dans l'**Annexe 2.**

II.6.3.Module 4 Entrées DI

Le module à quatre entrée numérique (Réf **:** 6ES7-131-4BD01-0AA0) possède les propriétés suivants.

- Module électronique DI à quatre entrées
- Tension d'entrée nominale : 24 Vcc
- Convient pour interrupteurs et détecteurs de proximité.
- Plage de températures étendue de 0 à 55° C en cas de montage vertical. Voir **l'Annexe3.**

Le brochage et les caractéristiques sont donnés à l'**Annexe 3**

II.6.4.Module 4 Sorties DO

Le module à quatre sorte numérique (**Réf :** 6ES7-132-4BD02-0AA0) à les propriétés suivant.

a. Propriétés

- Module électronique DO à quatre sorties,
- Courant de sortie 0,5 A par sortie,
- Tension nominale de charge 24 Vcc,
- Protection contre les court-circuits,
- Convient pour électrovannes, contacteurs à courant continu et voyants de signalisation,
- Prend en charge le mode synchrone,
- plage de températures étendue de 0 à 55° C en cas de montage vertical **(Figure II.13).**

II.7.Module coupleur ET200s déportées Profinet

La **(Figure II.14)** utilise le Périphérique décentralisé ET200S Profinet.

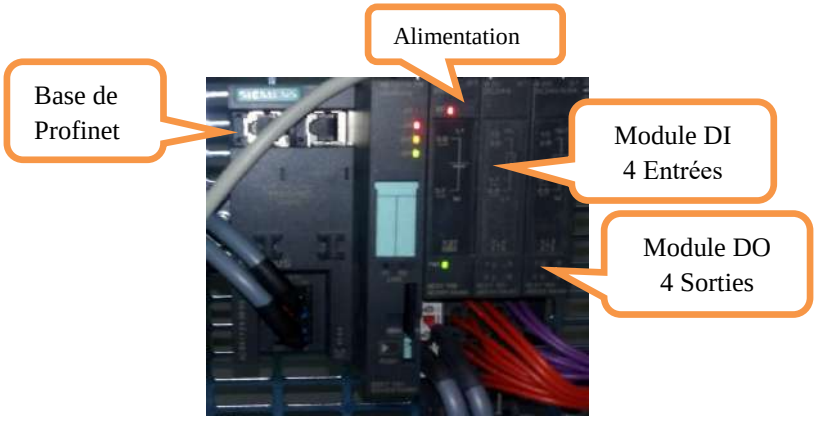


Figure II.14 : Périphérique décentralisé ET200s Profinet.

II.7.1. Base Profinet

La base Profinet de **Réf :** 6ES7-151-3AA23-0AB0 possède les propriétés est le brochage suivants.

a. Propriétés

Le module d'interface IM151-3 PN possède les propriétés suivantes :

- ✓ Il relie l'ET 200S au PROFINET IO,
- ✓ Il traite les données pour les modules électroniques équipés et les départs-moteurs,
- ✓ Il alimente le bus de fond de panier,
- ✓ Prise en compte du nom d'appareil et sauvegarde sur la SIMATIC Micro Memory Card,
- ✓ Actualisation du microprogramme :
  - Via SIMATIC Micro Memory Card,
  - Via PROFINET IO.
- ✓ Alarme :
  - Alarmes de diagnostic,
  - Alarmes de processus,
  - Alarmes de débrochage/ affichage,
  - Alarmes de maintenance,
- ✓ Le volume d'adressage s'élève à 256 octets de données d'E/S,
- ✓ Au maximum 63 modules sont utilisables avec l'IM151-3 PN,
- ✓ La longueur maximale du bus de fond de panier est de 2 m,
- ✓ Enregistrements pour modules d'E/S.

b. Brochage :

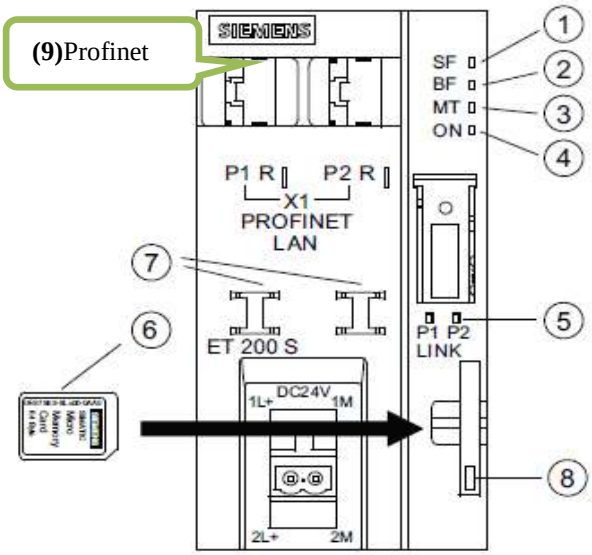


Figure II.15 : Vue du module d'interface IM151-3 PN **[13]**.

1. Erreurs groupées (rouge),
2. Erreur sur bus (rouge),
3. Témoin de maintenance (jaune),
4. Tension d'alimentation (vert),
5. Liaison à un Switch / IO-Controller (vert),
6. SIMATIC Micro Memory Card,
7. Support de cable,
8. Verrouillage/déverrouillage pour la MMC,
9. Port Profinet.

Les modules d'alimentation, DI et DO de périphérique ET200s Profinet ont la même Description que les modules Profibus.

II.8.Variateur de Vitesse Siemens G120C DP

Le variateur de vitesse de **Réf :** 6SL3210-1KE11- 8UP1 (V4.7) est un élément essentiel des applications industrielles pour la maitrise de la vitesse de rotation d'un moteur asynchrone.
Il est constitué principalement d'un convertisseur statique et d'une électronique de puissance, contient aussi un étage de correction du facteur de puissance afin de respecter les normes de compatibilité électromagnétique **[14]**.

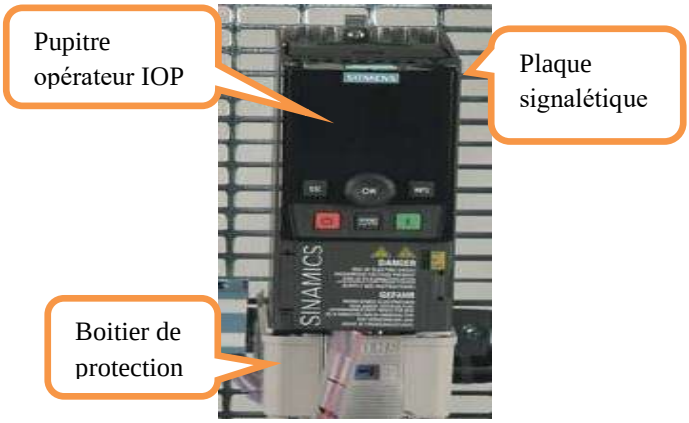


Figure II.16 : Variateur de vitesse G120C Siemens.

II.8.1.Plaque signalétique de variateur de vitesse

La plaque signalétique du variateur fournit le numéro d'article ainsi que la version du matériel et de firmware du variateur.

La plaque signalétique se trouve :

- Sur la face avant du variateur, une fois la plaque du pupitre opérateur

Retirée.

- Sur le côté du radiateur.



Figure II.17 : Vue d'une Plaque signalétique du G120C DP.

II.8.2.Pupitre opérateur

Un pupitre opérateur sert à la mise en service, au diagnostic et à la commande du variateur ainsi qu'à la sauvegarde et à la transmission des réglages du variateur.

Le Pupitre Opérateur Intelligent ou (Intelligent Operator Panel) **IOP** existe en version à démontable sur le variateur, ou en version portative munie d'un câble de raccordement qui le relie au variateur. L'afficheur de texte en clair et apte à l'affichage de graphiques de l'IOP permet une commande et un diagnostic intuitifs du variateur (**Figure II.19).**

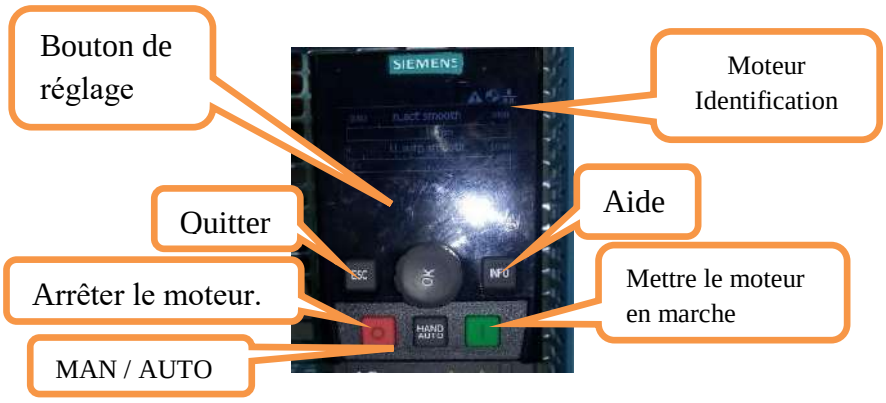


Figure II.18 : Vue Pupitre Opérateur Intelligent **[14].**

II.8.3.Paramétrage du variateur de vitesse pour utilisation des E/S

II.8.3.1.Configuration des caractéristiques Moteur

Il faut vérifier que l'alimentation générale est raccordée et que le disjoncteur est mis en marche .Puis on utilise le bouton de réglage du pupitre opérateur et suivre les étapes comme l'indique le **Tableau II.3** il faut donner plus de détails**.**

Tableau II.3 : Etapes de configuration des caractéristiques MAS.

Etapes	Caractéristiques (selon le menu du variateur)	Exécutions
01	**WIZARDS**	OK
02	**BASIC COMMISSIONING**	OK
03	**YES**	OK
04	**Standard Drive control**	OK
05	**Standard europe 50Hz,Kw**	OK
06	**Yes (enter motor data)**	OK
07	**1LE1 induction motor**	OK
08	**50Hz**	OK
09	**400 V**	OK
10	**0.42A**	OK
11	**0.12Kw**	OK
12	**1395 rpm (tr/m)**	OK
13	**Linear characteristic**	OK
14	**Disabled**	OK
15	**Conveyor with 2 fxed setpoint**	OK
16	**0 rpm (tr/m)**	OK
17	**1500rpm (tr/m)**	OK
18	**Temp d'accéliration 10s**	OK
19	**Temp déccéliration 10s**	OK
20	**Save**	OK

II.8.3.2.Paramétrages de Vitesse 1 et 2 du Moteur

Pour plus de précision sur la programmation du variateur de vitesse nous avons utilisé le Pupitre opérateur et suivre les étapes comme suite :

Tableau II.4 : Programmation des paramètres de vitesse.

Début	▪ Men ✓ **OK**
Etape 1	▪ Paramètres ✓ OK
Etape 2	▪ Numéro de paramètre de vitesse 1003 ✓ **OK**
Etape 3	▪ N set fixed 3 vitesse fixée ✓ **OK**
Etape 4	▪ Vitesse 1 :500 tr/mn ✓ OK
Etape 5	▪ Vitesse 2 :1500 tr/mn ✓ **OK**

II.8.4.Câblage des Entrées et Sorties

Dans la **Figure II.19**, est présenté des entrées TOR et sorties TOR du variateur de vitesse comme suit :

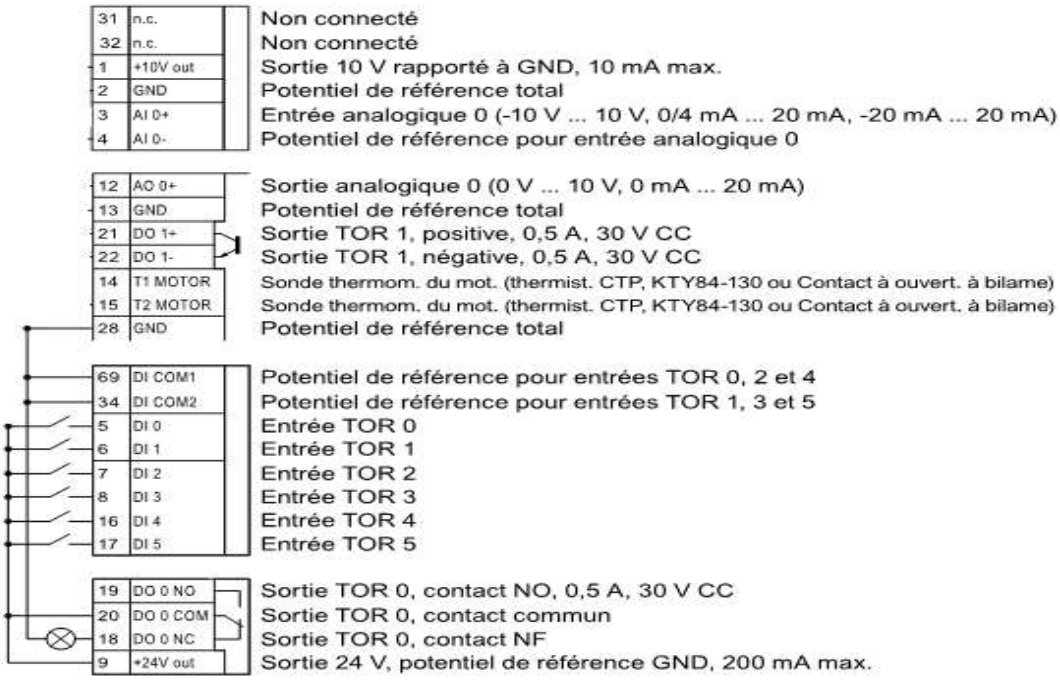


Figure II.19 : Câblage des entrées TOR à une alimentation 24 V interne au variateur **[14].**

II.8.5.Caractéristique du variateur de vitesse

Les caractéristiques d'un variateur de vitesse sont présentées dans l'**annexe 4**.

II.8.6.Commande du variateur G120C

II.8.6.1.Données de réception et données d'émission

Le variateur reçoit cycliquement des données de la commande de niveau supérieur et renvoie cycliquement des données à la commande. Le variateur et la commande emballent chacun leurs données dans des télégrammes, la **Figure II.22**montre le choix adaptive du télégramme.
Qu'on peut présenter comme suite :

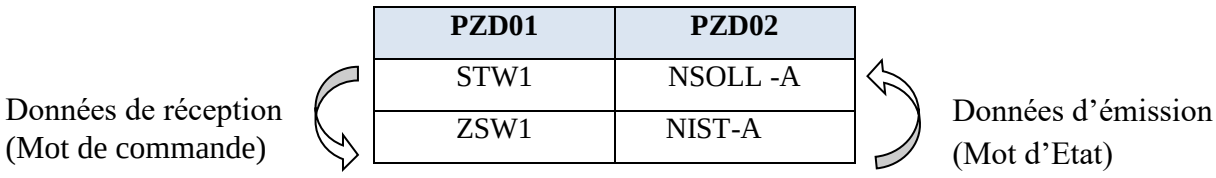


Figure II.20 : Consigne de vitesse 16 bits [**14**].

Chaque télégramme d'échange de données cyclique présente la structure de base suivante :

- L'en-tête et la queue forment le cadre du protocole.
- Les données utiles sont placées à l'intérieur du cadre :

❖ **PZD** (Données de Processus) **:** permettent au variateur de recevoir les ordres de commande et les valeurs de consigne de la commande de niveau supérieur ou d'envoyer des signalisations d'état et des mesures Voir l'**annexe 5.**

STW1 : Mot de commande

ZSW1 : Mot d'état

NSOLL –A : consigne de vitesse

NIST-A : mesure de vitesse

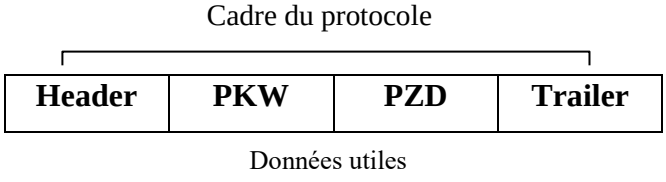


Figure II.21 : Structure de Télegramme.**[14]**

Qu'on peut présenter par le **tableau II.5**

Tableau II.5 : Interprétation des codes d'un Télegramme. **[9]**

SD	**LE**	**LEr**	**SD**	**DA**	**SA**	**FC**	**DSAP**	**SSAP**	**DU**	**FCS**	**ED**

SD	Délimiteur de débit
LE	Longueur de donnée
LEr	Longueur de répétée
DA	Adresse de destination
SA	Adresse de source
FC	Code de fonction
DSAP	Service de point d'accès de destination (on option)
SSAP	Service de point d'accès de source (on option)
DU	Données (de 1 à 244 octets)
FCS	Vérification d'erreur de transmission
ED	Délimiteur de la fin

Nous ne sélectionnerons qu'un télégramme standard 2/2 PZD car chaque télégramme a un mot d'état d'entrée et de sortie ou nous pouvons dire un mot d'état de contrôle. Donc, cela peut être défini comme 2/2 signifie 2 mots d'entrée et 2 mots de sortie. Donc, dans notre cas, nous avons besoin de deux mots d'état de contrôle, l'un que nous utiliserons pour un fonctionnement booléen comme ON-OFF et un mot d'état que nous utiliserons pour un signal analogique, comme une variation de la vitesse de conduite. Ici, nous obtenons des adresses d'entrée **68** à**71** et des adresses de sortie **64** à**67** que nous pouvons modifier. Donc, en utilisant ce mot d'état de sortie, nous enverrons une commande différente au module de commande de variateur G120C et, conformément à la commande, il exécutera l'opération. Nous allons maintenant voir comment cette commande est exécutée dans le module de contrôle.

II.8.6.2.Tableau de mot de commande (STW)

Le variateur reçoit ces données de la commande comme présenté dons le **tableauII.6**.

Tableau II.6 :Tableau de mot de commande de G120C (**Annexe 6).**

Mot Word		Signification Télégramme std1	Init	Run (march)	Inver de sens	Acquit-Défaut	Stop Rapide.	Stop RN
0	**M11.0**	0 : Arrêt 1 1 : Marche	0	1	1	0	1	1
1	**M 11.1**	0 : Arrêt 2 1 : pas d'arrêt 2	1	1	1	1	1	0
2	**M 11.2**	0 : Arrêt rapide 1 : pas d'arrêt rapide	1	1	1	1	0	1
3	**M 11.3**	0 : Bloquer le fct 1 : Débloquer le fct	1	1	1	1	1	1
4	**M 11.4**	0 : Bloquer le **g** de **r** 1 : Ne pas bloquer	1	1	1	1	1	1
5	**M 11.5**	0 : Geler le **g** de **r** 1 : Débloquer le **g**	1	1	1	1	1	1
6	**M 11.6**	0 : Bloquer la consigne 1 : Débloquer la consigne	1	1	1	1	1	1
7	**M11.7**	1 : Acquitter les défauts	0	0	0	1	0	0
8	**M 10.0**	Réservé	0	0	0	0	0	0
9	**M 10.1**	Réservé	0	0	0	0	0	0
10	**M 10.2**	0 : pas de pilotage par API 1 : Pilotage par API	1	1	1	1	1	1
11	**M10.3**	1 : Inversion de sens	0	0	1	0	0	0
12	**M 10.4**	Non utilisé	0	0	0	0	0	0
13	**M 10.5**	-	0	0	0	0	0	0
14	**M 10.6**	-	0	0	0	0	0	0
15	**M 10.7**	Réservé	0	0	0	0	0	0
hexa			**16 # 047E**	**16#047F**	**16#0C7F**	**16#04FE**	**16#047B**	**16#047D**

II.8.6.3.Structure du premier mot Word (MW10)

D'après le tableau II.6 on a fait extraire la première donnée d'initialisation réelle à l'exécution de notre programme

Tableau II.7 : Structure de mot de commande

															Moteur marche **1** **Moteur arrêt** **0**
0	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**0**
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**

16 # 047E

A partir du manuel de variateur de vitesse, nous avons déduit des données nécessaires sous forme binaire toute en les transformant en hexadécimal pour l'application du programme de notre système représenté dans le tableau ci-dessus.

- **16#047E** qui correspond à l'initialisation du variateur « **Init** ».

II.8.6.4.Tableau de Mot d'état (ZSW)

Le variateur envoie la donnée du mot d'état, elle est représentée dans le tableau II.5**.**

Tableau II.8: Tableau de Mot d'état de G120C **(Annexe 7)**

Bit	Mot	Signification	
0	**M21.0**	1	0
1	**-**	1	1
2	**-**	1	1
3	**-**	1	1
4	**-**	1	1
5	**-**	1	1
6	**-**	1	1
7	**M20.7**	1	0
8	**-**	1	1
9	**-**	1	1
10	**-**	1	1
11	**-**	1	1
12	**-**	1	1
13	**-**	0	1
14	**-**	1 0	1
15	**-**	1 0	1

II.8.6.5.Structure de premier mot d'état (ZSW)

En choisir deux bits de mot Word M21.0pour moteur pas prêt et **M20.7**pour surcharge, comme présenté **Tableau II.9.**

Tableau II.9: Structure de mot d'état.

1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

II.9.Les Bus de Terrain

II.9.1.Présentation

Un réseau de communication peut être défini comme l'ensemble des ressources matériels et logiciels liées à la transmission et l'échange d'information entre différentes entités. Suivant leur organisation ou architecture, les distances, les vitesses de transmission et la nature des informations transmises. Les réseaux font l'objet d'un certain nombre de spécifications et de normes.

II.9.2.Profibus

Notre réseau de communication de processus ou de terrain PROFIBUS sert à la connexion d'appareils de terrain à un système d'automatisation API, système IHM ou système de conduite. La majorité des automates de siemens disposent d'une interface Profibus DP pour le dialogue avec le PC, IHM et variateur de vitesse (**Figure II.22).**

II.9.2.1.Réseau Profibus

II.9.2.1.1.Schéma de commande

La **Figure II.22** donne une vue générale d'un réseau Profibus.

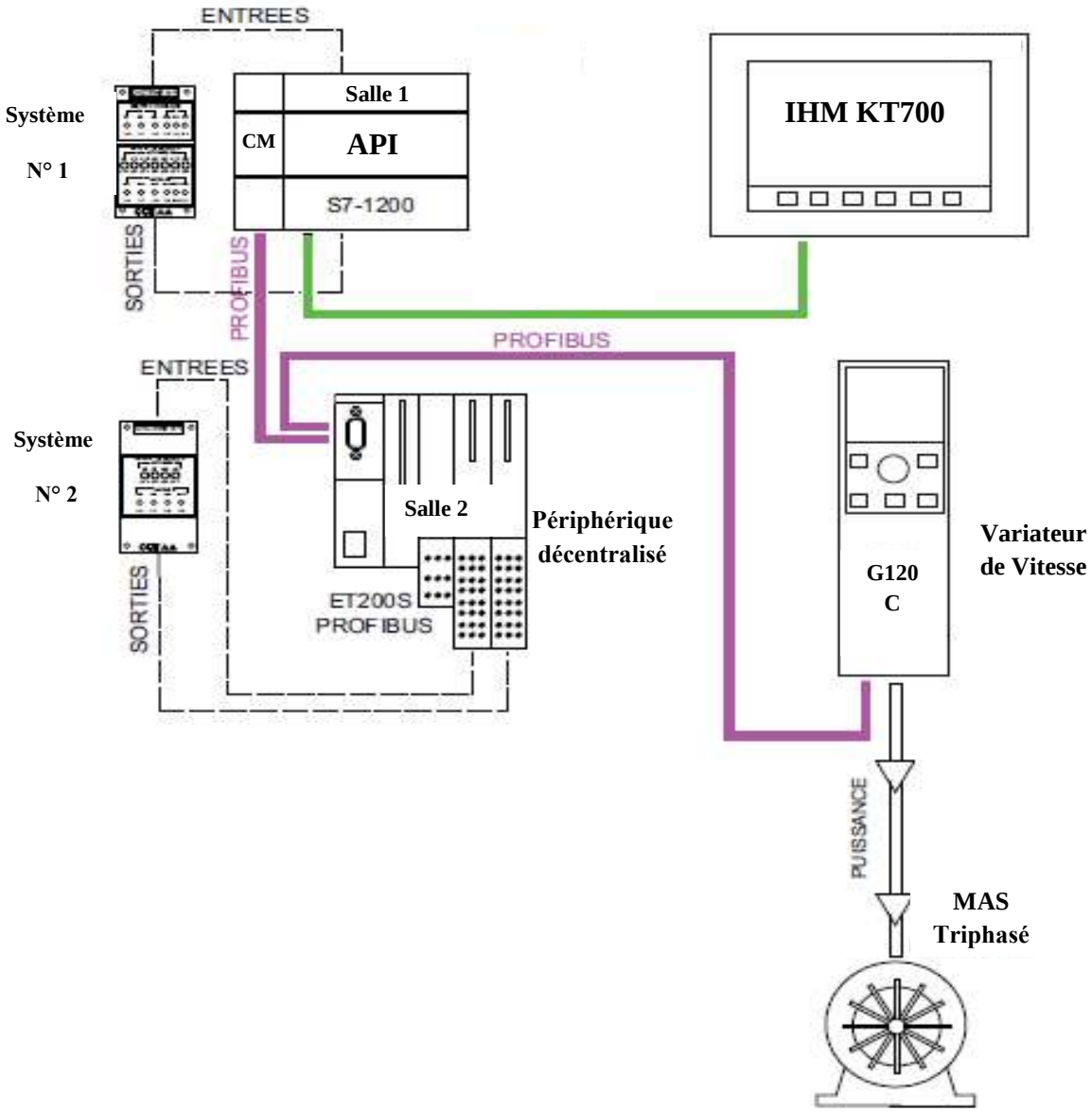


Figure II.22 : Vue des réseaux Profibus **[10].**

II.9.2.1.2.Les Types Profibus

Processus Field Bus, c'est un bus de terrain inventer par siemens à usage ouvert (gratuit pour l'usage et pour le développement).

Il existe trois versions de Profibus.

a. Profibus DP

Le DP (Decentralized Peripheral), utilisé pour la commande des capteurs actionneurs ou automate programmable par une commande centrale, par exemple ; un automate

programmable s7 1200 avec CPU 1214C DC/DC/RLY réalisant des fonctions d'automatisme et de régulation d'un variateur de vitesse d'un moteur triphasé.

b. Profibus PA

Process Automation, utilisé pour contrôler les équipements de mesures par l'intermédiaire d'un système de contrôle de procédé.

c. Profibus FMS

Fieldbus Message Spécification, utilisé pour la mise en communication de plusieurs Automates.

II.9.2.1.3.Câble Profibus

On reconnait facilement un réseau Profibus _DP par la couleur de son câble (violet).
À l'intérieure, on distingue deux fils (vert et rouge)

- Fil rouge : B, transporte le signal RxD/TxD- P.
- Fil vert : A, transporte le signal RxD/TxD - N

Les types des réseaux utilisés dans un Profibus –DP sont linéaires en arbre. Un maximum de trente-deux (32) stations, un maitre et trente et un esclave (31), peuvent être connectés dans des réseaux Profibus **[11].**

II.9.2.1.4.Avantage du Profibus DP

- Moins cher.
- Le système est entièrement conforme à la norme européenne EN 50170 et CEI 61158-3 Ed2, ce qui garantit la connexion sans problème de constituants normalisés provenant de divers fabricants.
- Architecture claire ; configuration orientée processus, mise en service et localisation des pannes peuvent être réalisées depuis n'importe quel point. Ainsi, les connexions virtuelles configurables par l'utilisateur sont très flexibles, simples à mettre en pratique et faciles à modifier
- Normalisé permet aux stations de périphérie décentralisée, aux appareils de conduite et de commande ainsi qu'aux appareils de terrain de communiquer avec les automates programmables. L'automatisme complet peut, de plus, être mis en service, testé et diagnostiqué via le bus de terrain

- PROFIBUS est un bus performant, ouvert et robuste
- 125 stations max. ; max. 32 par segment
- Passage de jeton avec fonction maître-esclave subordonnée
- Vitesse de transmission 9,6/19,2/93,75/187,5/500 Kbits/s et 1,5/3/6/12 Mbits/s
- Offre importante de constituants pouvant être couplés au bus de terrain
- Programmation des stations par le bus de terrain
- Extensibilité modulaire le bus de terrain peut croître avec les exigences
- Détection automatique de la vitesse de transmission par les esclaves
- Communication directe entre esclaves DP
- Equidistance des cycles de bus DP
- Haute disponibilité
- Sûreté de transport des données
- Structure standard des télégrammes
- Coupure ou mise en marche d'un appareil de terrain en cours de service sans répercussion sur les autres.

II.9.2.1.5.Terminaison de ligne

Signifie, résistances de terminaison équivalentes à l'impédance du câble pour polariser la ligne en l'absence de signal. Intégrées dans le connecteur et activables par un interrupteur.

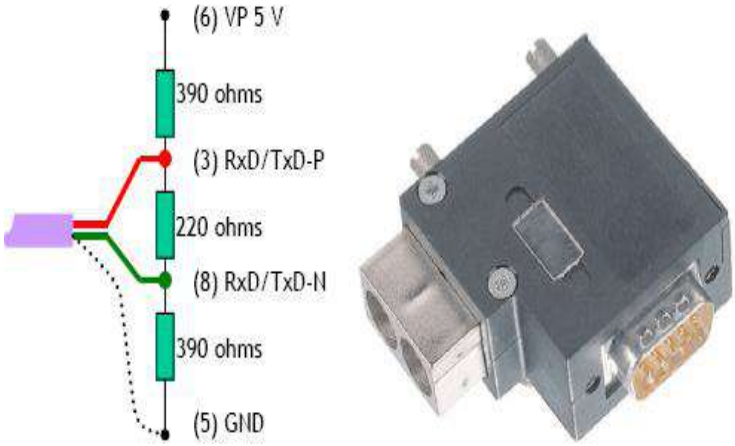


Figure II.23 : Vue d'un port Profibus.

II.9.2.1.6.Débit et distance de Profibus

Le (**tableau II.10)** donne la longueur (**m**) d'un réseau Profibus en fonction du débit **(kb/s**)

Tableau II.10 : Tableau Des débits et distances.

Débit		**Longueur de segment (m)**
Basse vitesse (Kbit/s)	9.6	1200
	19.2	1000
	45.45	1000
	93.75	1000
	187.5	1000
	500	400
Haut vitesse (Mbit/s)	1.5	200
	3	100
	6	100
	12	100

II.9.3.Profinet

II.9.3.1. Réseau Profinet

Est un réseau puissant, basé sur le standard IEEE 802.3 (Ethernet) ; il permet de réaliser des réseaux de communication performants de grande envergure. PROFINET, le standard Industriel Ethernet ouvert, permet une communication en temps réel jusqu'au niveau terrain .PROFINET se prête également à des applications isochrones de motion control sur industriel Ethernet tout en utilisant les standards informatiques existants **(Figure II.24).**

II.9.3.2.Schéma de commande

La (**Figure II.24)** montre un schéma générale d'un réseau Profinet.

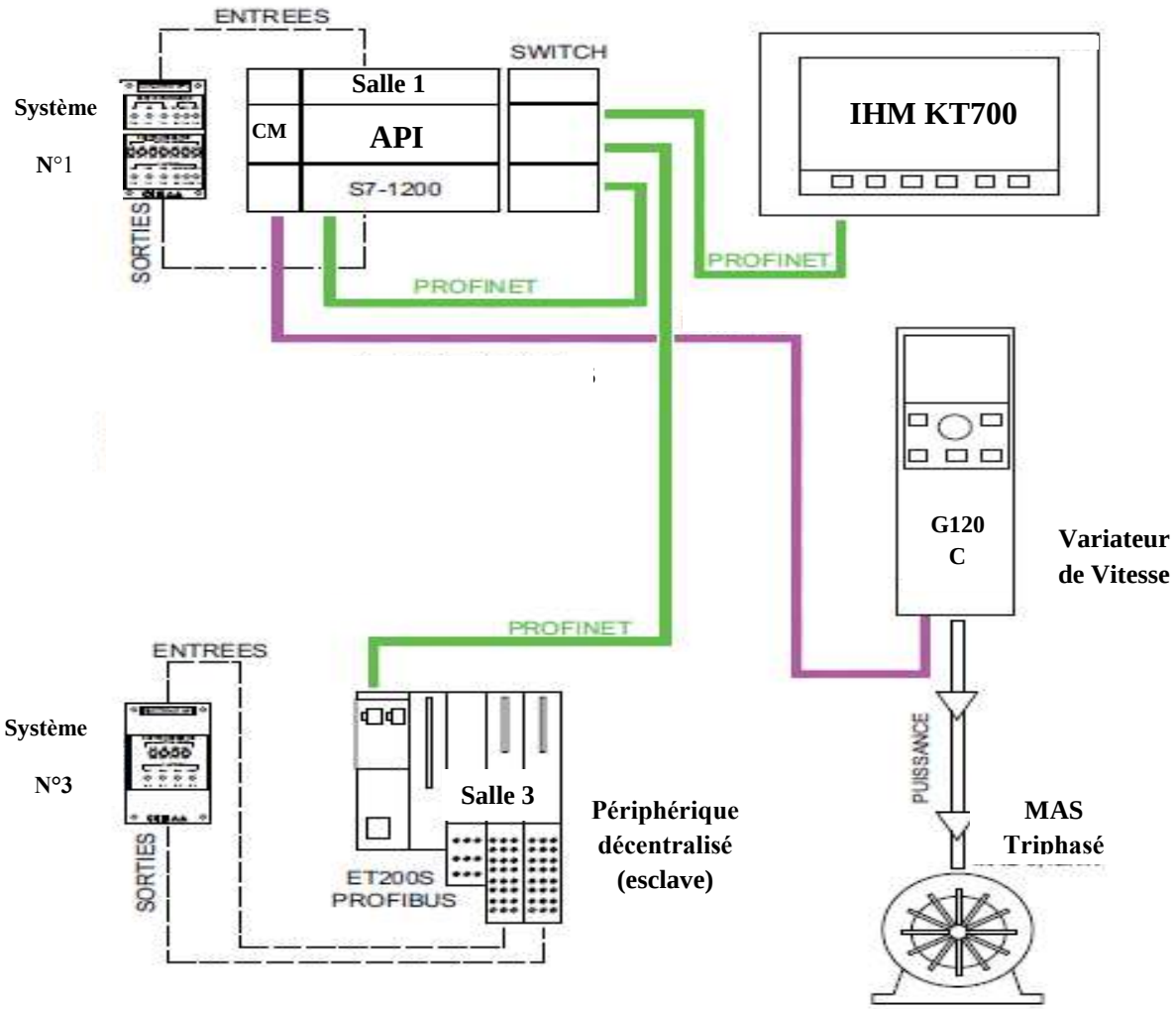


Figure II.24 : Vue du réseau Profinet **[10].**

II.9.3.3.Câble Profinet RJ45

Les connecteurs RJ45 (Registre Jack) qui sont le plus couramment utilisés en terminaison d'un câble à paires torsadées. Il comporte 8 broches de connexion électrique (voir numérotation ci-contre). Ils sont souvent associés au standard TIA/EIA-568 qui décrit le brochage de terminaison du câble. Utilisés très couramment dans les réseaux informatiques câblés en étoile (type Ethernet), on les retrouve également en téléphonie **(Figure II.25).**

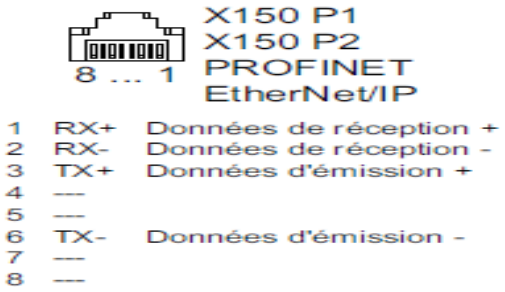


Figure II.25: Interface d'un bus Profinet **[9].**

II.10.Switch Ethernet

C'est également un dispositif électronique **(Figure II.26)** qui est utilisé pour interconnecter plusieurs câbles Ethernet. Un Switch est "intelligent". Son principe est de diriger les données émises par un PC vers l'API, IHM et ET200S profinet à qui les données sont destinées. Les équipements qui n'ont pas l'adresse de destination correspondante ne reçoivent rien. Car ils évitent d'encombrer les liaisons qui ne sont pas concernées par le transport des données. On dit alors qu'un Switch apporte plus de sécurité (au sens confidentialité).



Figure II.26 : Vue d'un Switch Ethernet.

II.11.Interface homme machine «IHM »

L'interface homme-machine **(IHM)** de référence **KTP 700-6AV2-123-2GB03-0AX0** est l'interface utilisateur qui relie l'opérateur au dispositif de commande d'un système industriel. Les systèmes de contrôle industriel intègrent des équipements et des logiciels conçus pour surveiller et contrôler le fonctionnement des machines-outils et des appareils associés dans les environnements industriels, notamment ceux désignés sous le terme de système essentiel. Une IHM comprend des composants électroniques de signalisation et de contrôle des systèmes d'automatisation **[15].** (**Figure II.27).**

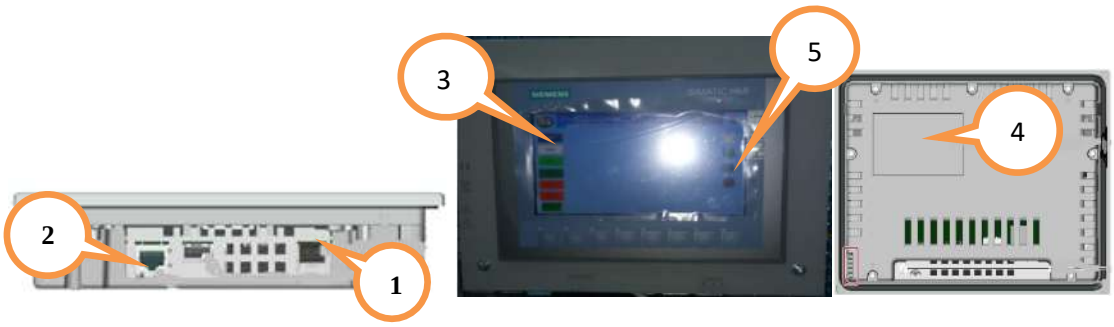


Figure II.27 : Vue de l'interface Homme Machine.

L'IHM comporte les éléments suivants :

1. Connecteur d'alimentation.

2. Interface Profinet.

3. Touches de fonction.

4. Plaque signalétique.

5. Afficheur/écran tactile.

II.12.Le moteur asynchrone triphasé

Le moteur asynchrone standard avec une puissance assignée ≤ 3 kW sont généralement couplé en étoile ou en triangle (Y/Δ) à 400 V/230 V. En présence d'un réseau de 400 V, il est possible d'exploiter le moteur sur variateur en couplage en étoile ou en triangle.

Le Tableau II.11 donne les caractéristiques du module utilise.

Tableau II.11 : Caractéristique de MAS **[16].**

Numéro d'article	1LA7060-4AB60
Marque	Siemens
Puissance nominale	0,12 kW
Catégorie	Moteur triphasé
Fréquence	50 / 60Hz
Vitesse à 50Hz	1500 tr / min
Tension	380-400V

II.13.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de présenter et décrire tous les composants de la maquette MAQ-NET de Langlois, ainsi, les schémas de commande faisant le lien qui se résume à l'analyse de la partie matérielle de notre projet ceci dit : API, modules ET200S Profibus et Profinet, IHM, paramètre de variateur de vitesse (Adresse Profibus et caractéristique moteur). On a présenté aussi notre choix de télégramme standard 1, consigne de vitesse avec différentes fréquences.

Chapitre III
Réalisation Pratique

III.1.Introduction

Ce chapitre sera consacré à la programmation d'un système industriel basé sur la consigne de vitesse. Pour cela nous avons utilisé le logiciel TIA portal afin de programmer l'automate SIEMENS S7-1200 et son IHM en détaillant chaque étape pour mieux comprendre le fonctionnement de ce système.

Le travail proposé est la réalisation d'un programme automatisé, commandé et contrôlé d'un convoyeur industriel contenant un moteur électrique asynchrone triphasé fonctionnant avec deux sens de rotation et à vitesse variable. Ce qui impose l'utilisation d'un variateur de vitesse industriel, il s'agit de SINAMIC G120C SIEMENS commandé par un bus de communication Profibus ou Profinet à travers un panneau de contrôle ou une IHM. Pour étudier ce système, une présentation d'un cahier de charges s'avère nécessaire.

III.2.Cahier de charges

Le système étudié est commandé par un automate programmable industriel de gamme SIEMENS S7 1200 composé de :

- Variateur de vitesse G120C qui assure la variation de vitesse d'un convoyeur à trois
- vitesses.
- Moteur asynchrone triphasé fonctionnant en deux sens.
- Périphérique décentralisés (ET200S).
- Boitier système n°1 salle 1contenant 3BP, trois interrupteurs, sept voyants ainsi trois boutons poussoirs et trois interrupteurs pour émuler des capteurs.
- Boitier système n°2 salle 2 contenant 4voyants ainsi que 2BP et 2 interrupteurs.
- Boitier système n°3 salle 3 même dispositif salle 2.
- IHM écran tactile (7").
- Switch Ethernet 4 ports RJ45.
- Logiciel starter pour la programmation de variation de vitesse.

III.3.Fonctionnement

Lors de la première utilisation de système l'opérateur utiliser l IHM ou les boites de système N°1,2 et 3:

- BP (fdc 4) initialisation de variateur de vitesse,
- BP (S1) mètre le variateur en état de marche (prêt à fonctionner),
- BP (S2) vitesse 1, le variateur met le moteur en marche,
- BP (S3) vitesse 2, le variateur met le moteur en marche,
- S4 vitesse 3, le variateur met le moteur en marche,
- BP (fdc1) arrêt, le variateur met le moteur hors tension,
- BP (fdc10) inversion de sens de rotation,
- BP (fdc9) acquittement le défaut, le variateur passe à l'état blocage d'enclenchement,
- Afficheur de la vitesse de rotation a l'interface IHM
- Afficher la courbe de vitesse sur IHM
- BP (S6) ajustement d'augmentation de vitesse.
- BP (S5) ajustement de diminution de vitesse.

III.4.Schéma synoptique

Le schéma synoptique **Figure III.1** représente une structure générale de fonctionnement de démarrage d'un convoyeur par réseau Profibus ou Profinet.

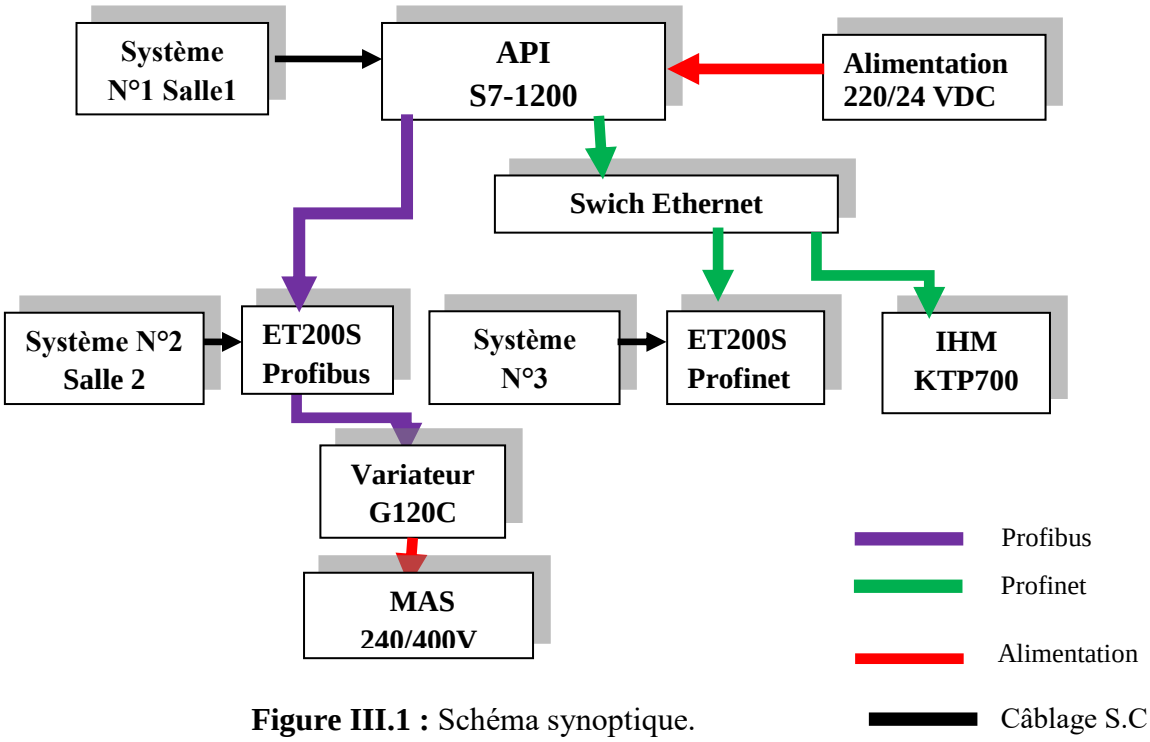


Figure III.1 : Schéma synoptique.

III.5.Présentation du TIA Portal

Le logiciel de Siemens « Totally Integrated Automation Portal » apporte une réponse optimale à toutes les exigences et offre un concept ouvert vis à vis des normes internationales et de systèmes tiers, le TIA Portal accompagne l'ensemble du cycle de vie d'une machine ou d'une installation. Il peut être identifié dans la liste des applications installées dans un PC par son logo **[17]. (Figure III.2).**



Figure III.2 : Logo de TIA PORTAL.

Ce logiciel est le nouvel environnement de travail de SIEMENS qui permet de mettre en œuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC Step7.

III.6.Vues du TIA Portal

Lorsqu'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose de deux types de vue **(Figure III.3).**

- **Vue du portal :** elle est axée sur les tâches à exécuter et sa prise en main est très rapide.
- **Vue du projet :** elle comporte une arborescence avec les différents éléments du projet, les éditeurs requis s'ouvrent en fonction des tâches à réaliser. Données, paramètres et éditeurs peuvent être visualisés dans une seule et même vue **[17].**

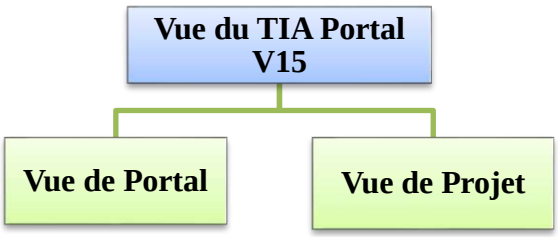


Figure III.3 : Vues TIA portal.

III.6.1.Vue du portal

Chaque portal permet de traiter une catégorie de tâche (action), la fenêtre affiche la liste des actions pouvant réalisées la tache sélectionnée **(Figure III.4).**

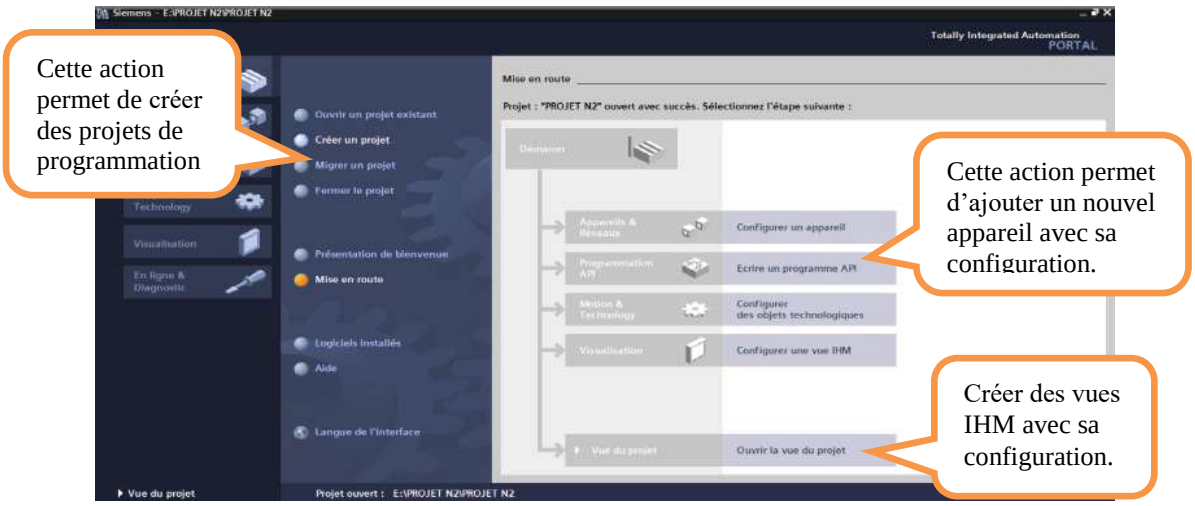


Figure III.4 : Vue du portal V15 avec les actions principale**.**

III.6.2.Vue du projet

L'élément « Projet » contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre la solution d'automatisation souhaitée **(Figure III.5)**

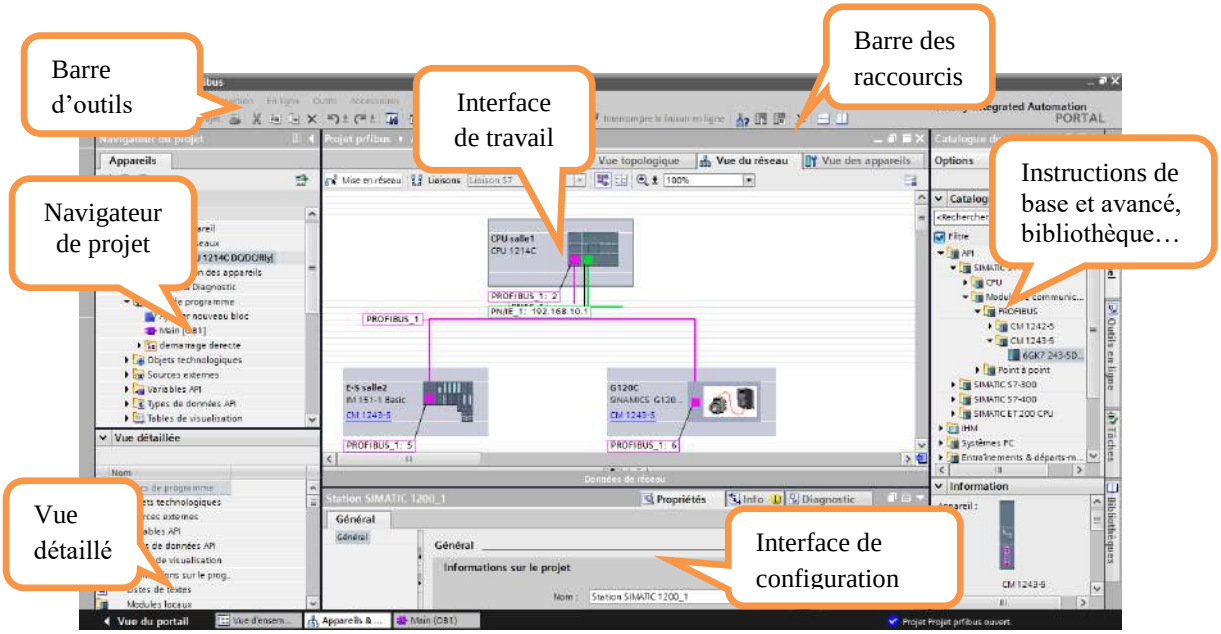


Figure III.5 : Vue du projet.

III.6.3.Avantages du logiciel TIA portal

Le TIA portal présente beaucoup d'avantages :

- Programmation facile et rapide : avec des éditeurs de programmation développés SCL, CONT, LOG, LIST et GRAPH.
- Efficacité accrue grâce aux innovations linguistiques de STEP7: programmation symbolique uniforme, ajout de blocs durant le fonctionnement, et bien plus encore.
- Performance augmentée grâce à des fonctions intégrées: simulation avec PLCSIM,
- Technologie flexible: Fonctionnalité mention control évolutive et efficace pour les automates S7-1200.
- Sécurité accrue avec « Security Integrated »: Protection du savoir-faire, protection contre la copie, protection d'accès et protection contre la falsification.
- Environnement de configuration commun avec pupitres IHM et entraînements dans l'environnement d'ingénierie TIA Portal **[17].**

III.7.Etapes d'automatisation logicielle

Dans cette partie, nous présentons les tâches fondamentales nécessaires à la planification d'une solution d'automatisation à base d'un automate programmable (API). Il existe de nombreuses méthodes pour concevoir une solution d'automatisation.

La (**Figure III.6)** résume ces taches :

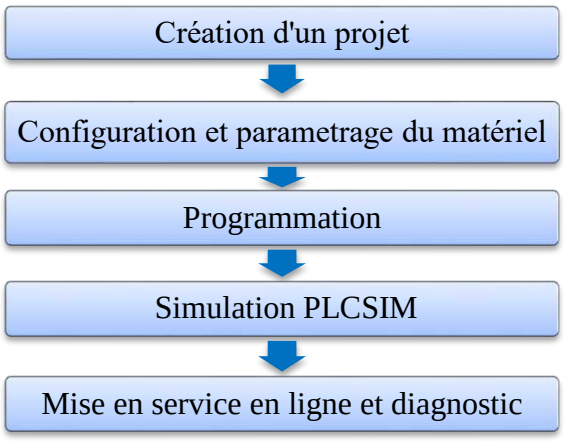


Figure III.6 : Planification d'une solution d'automatisation.

III.7.1.Création du projet

Pour créer un nouveau projet, on clique sur démarrer (**Figure III.7)** puis créer un projet, (**Figure III.8**) apparait ou on doit donner un nom au projet.

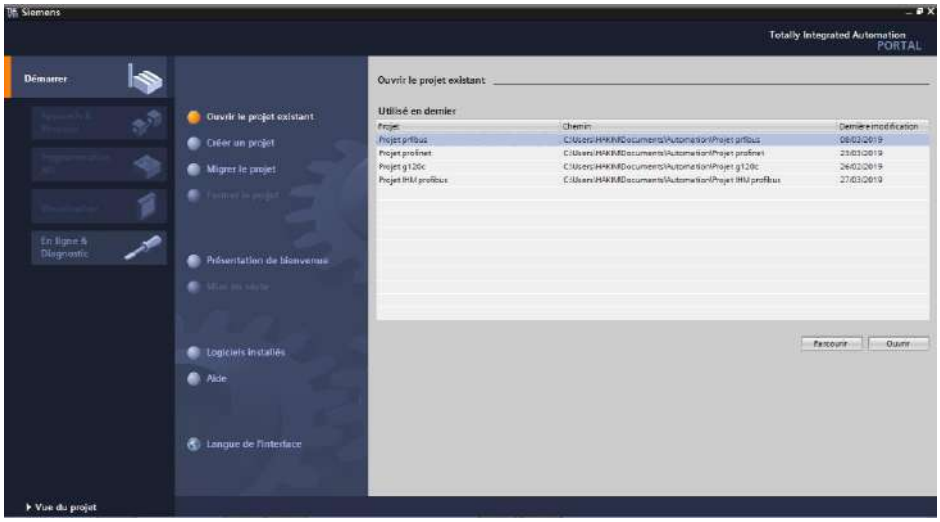


Figure III.7 : Assistant de TIA Portal.

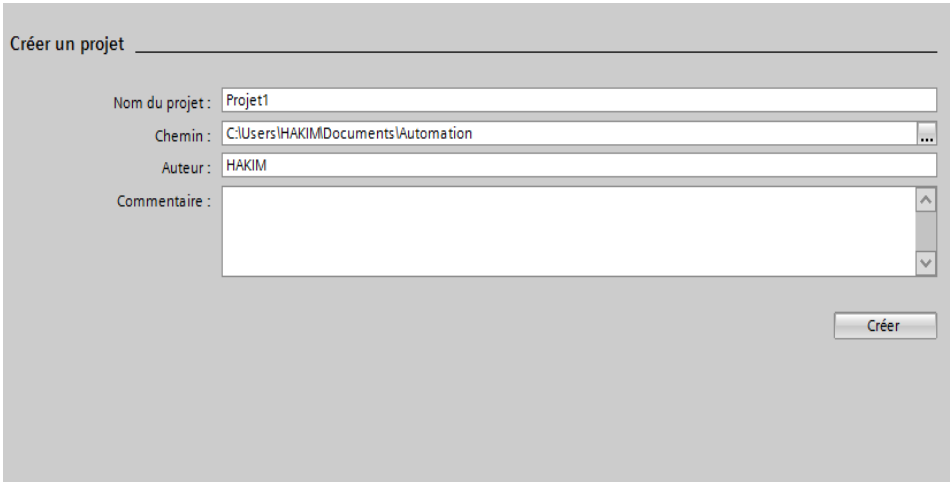


Figure III.8 : Créer un projet.

Après création de projet, une fenêtre apparait suivant la (**Figure III.9)** dont on clique sur la vue du projet.

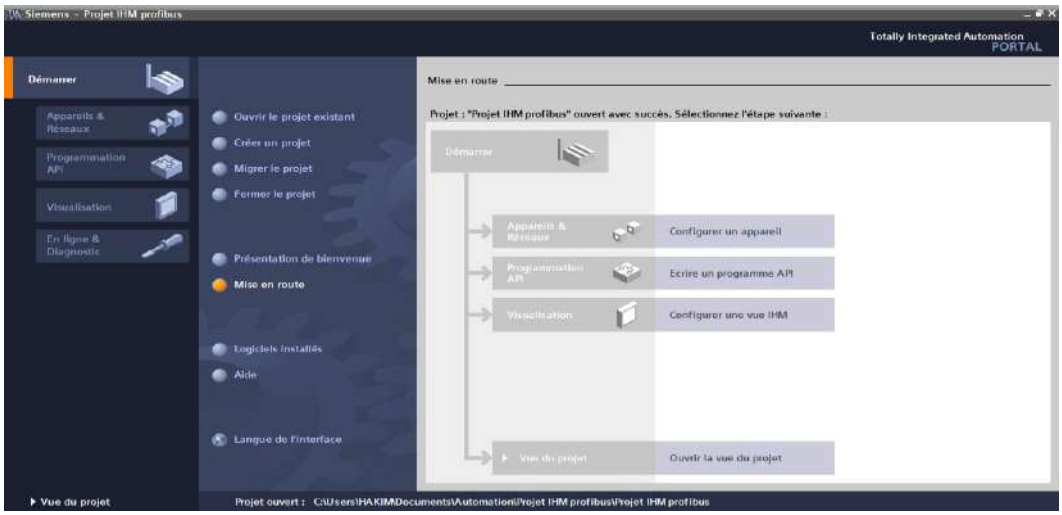


Figure III.9 : Assistant de TIA Portal après la création du projet.

III.7.2.Configuration matérielle

Après la création du projet, il faut configurer les appareils choisis parmi les divers choix d'automates, périphérique décentralisé ET200S Profibus / Profinet, variateur de vitesse et IHM proposés par TIA PORTAL. La **(Figure III.10)** résume les étapes à suivre.

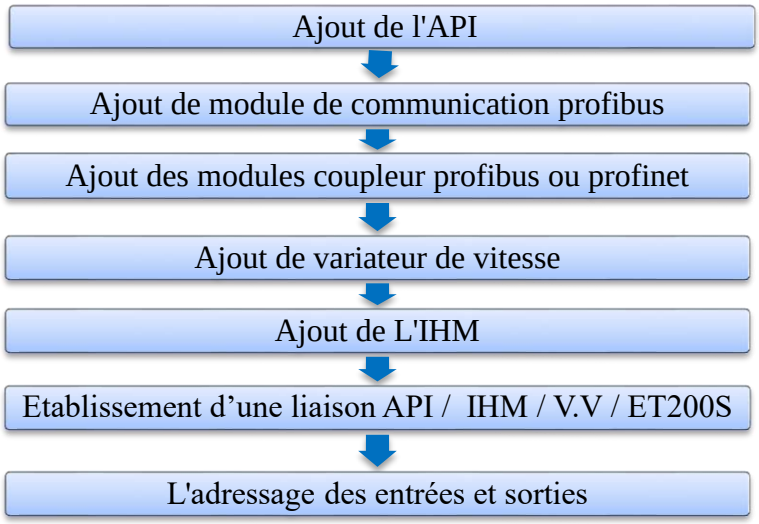


Figure III.10 : Planification de la configuration.

III.7.2.1.Ajout de l'API

On commence par le choix d'un API dans la liste proposée SIMATIC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLY. Où il faut bien spécifier la référence **(Figure III.11)**.

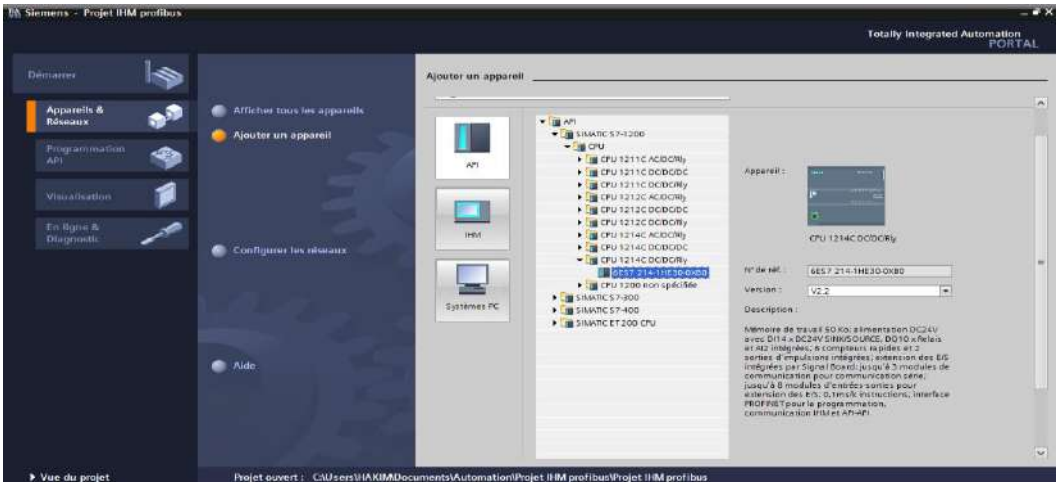


Figure III.11 : Ajout d'API.

III.7.2.2.Ajout de module de communication

De plus il faut choisir aussi le module de communication Profibus CM1243-5 **(Figure III.12)**.

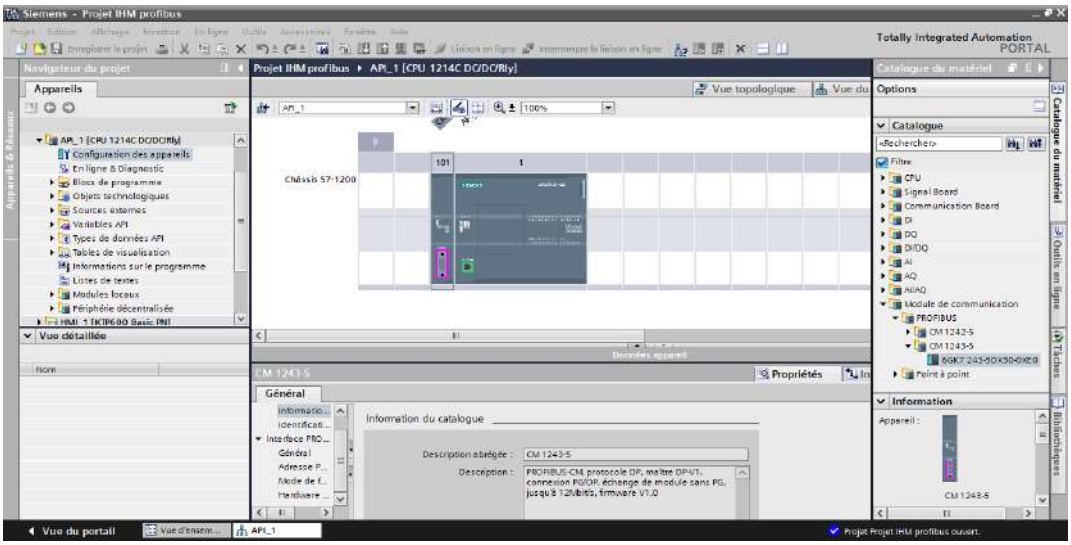


Figure III.12 : Ajout de module de communication.

III.7.2.3.Ajout de module coupleur ET200S Profibus

Nous avons choisis le module base Profibus 6ES7-151-1CA00-0AB0 ajouté à cela, le module d'alimentation 6ES7-138-4CA01-0AA0, module DI 4 entrées 6ES7-131-4BD01-0AA0 et module DO 4sorties 6ES7-132-4BD02-0AA0 Comme ci-dessous **(Figure III.13).**

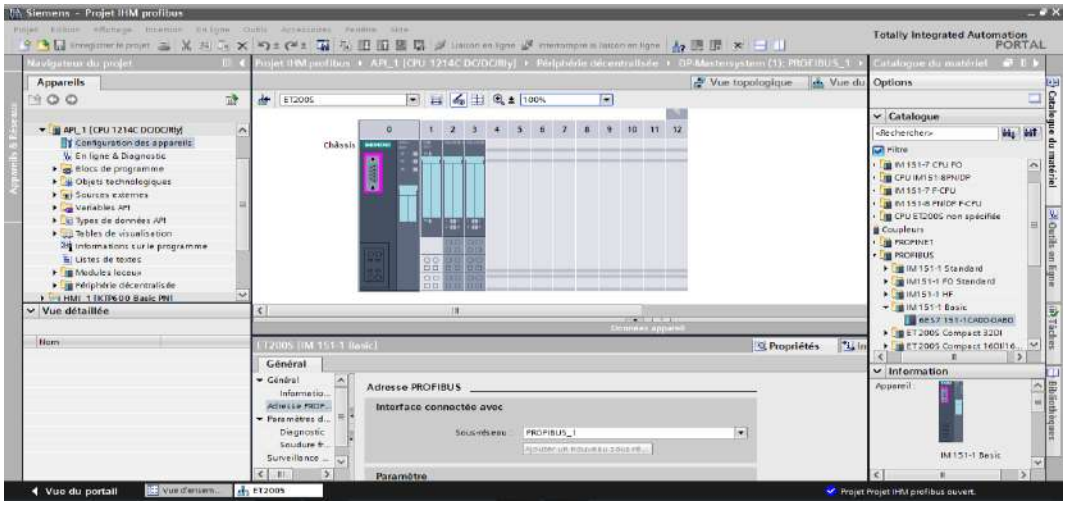


Figure III.13 : Ajout de module ET200S Profibus.

III.7.2.4.Ajout de module coupleur ET200S Profinet

Dans le cas d'utilisation de Profinet, nous avons choisis le module base Profinet 6ES7-151-3AA23-0AB0 et les autres modules alimentation, DI et DO même référence comme ET200S Profibus (**Figure III.14).**

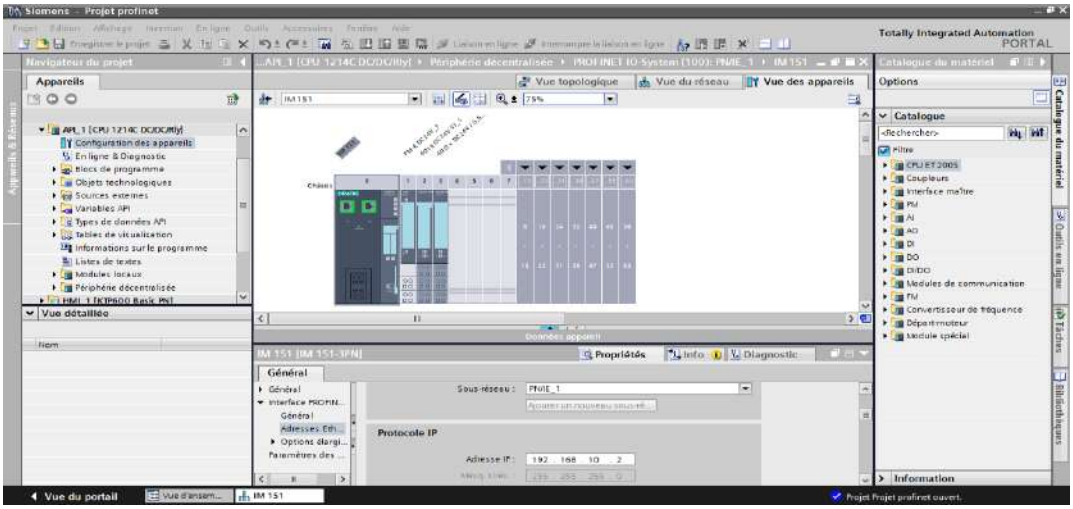


Figure III.14 : Ajout de module ET200S Profinet.

III.7.2.5.Ajout le variateur de vitesse

Nous avons choisis le variateur de vitesse triphasé Siemens G120C DP (6SL3210-1KE11-8UP1) avec un télégramme standard 1 PZD 2/2 **(Figure III.15).**

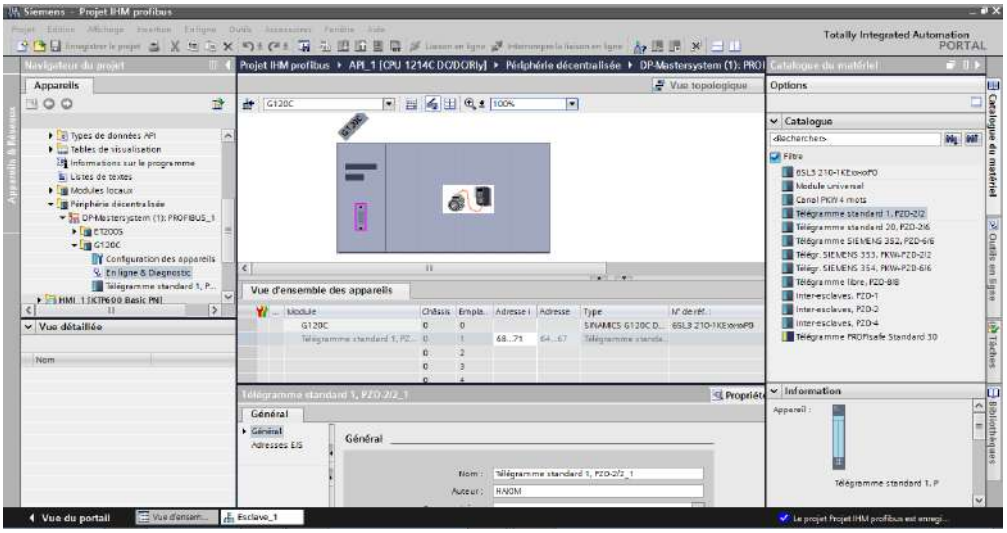


Figure III.15 : Ajout de variateur de vitesse G120C.

III.7.2.6.Ajout de l'IHM

Nous avons ajouté un appareil d'interface Homme/Machine IHM de référence 6AV2 -123-2GB03-0AX0 **(Figure III.16).**

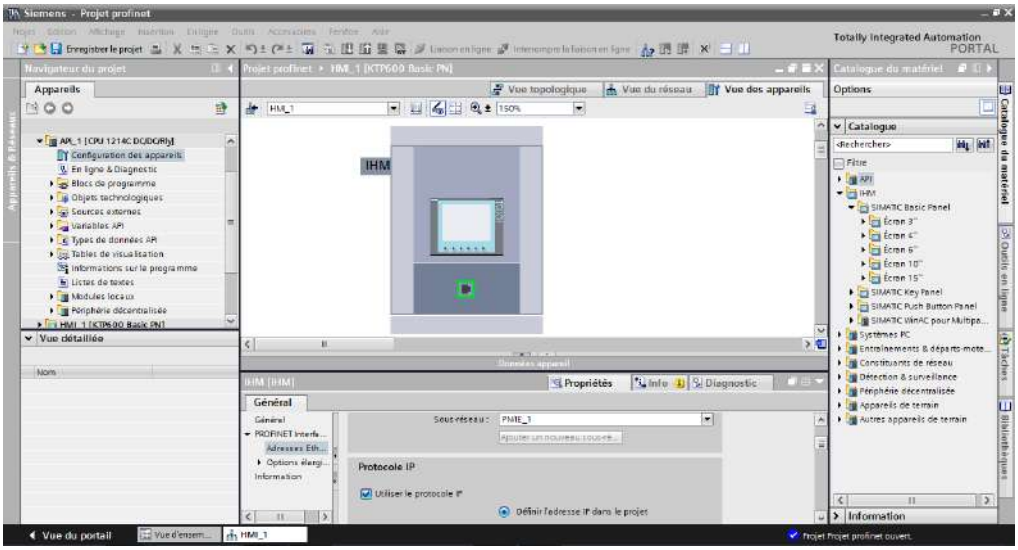


Figure III.16 : Ajout de L'IHM.

III.7.2.7.Etablissement d'une liaison

III.7.2.7.1.Etablissement d'une liaison Profibus

Il faut d'abord créer une liaison entre l'API, IHM, périphérique décentralisé Profibus et le variateur de vitesse, cela permet de lire les données qui se trouvent dans l'automate. Le type de réseau Profibus interface CM avec une adresse **2**, une adresse **3** pour le variateur de vitesse et une adresse **4** pour ET200S **(Figure III.17).**

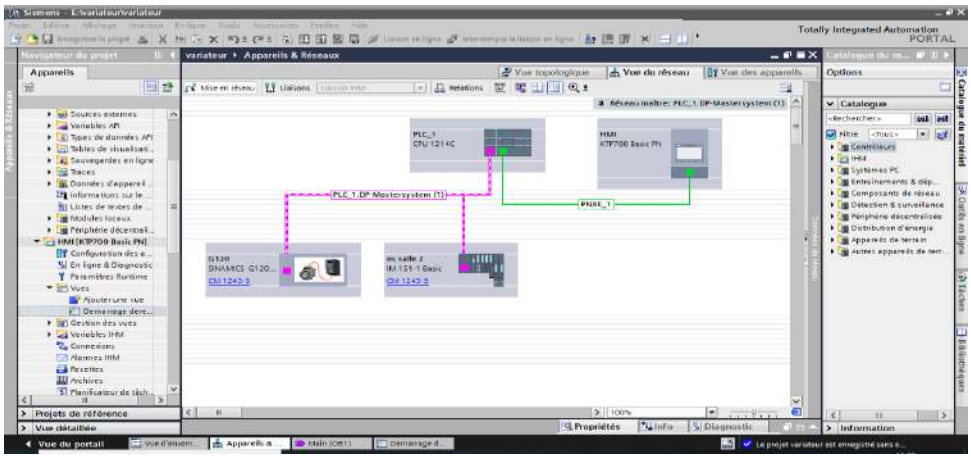


Figure III.17 : Liaison Profibus.

III.7.2.7.2.Etablissement d'une liaison Profinet

Il faut d'abord créer une liaison entre l'API, IHM, périphérique décentralisé Profinet, cela permet de lire les données qui se trouvent dans l'automate. Le type de réseau Profinet interface avec une adresse 192.168.10.1 pour l'API, une adresse192.168.10.2 pour l'IHM et une adresse 192.168.10.3 pour le ET200S **(Figure III.18).**

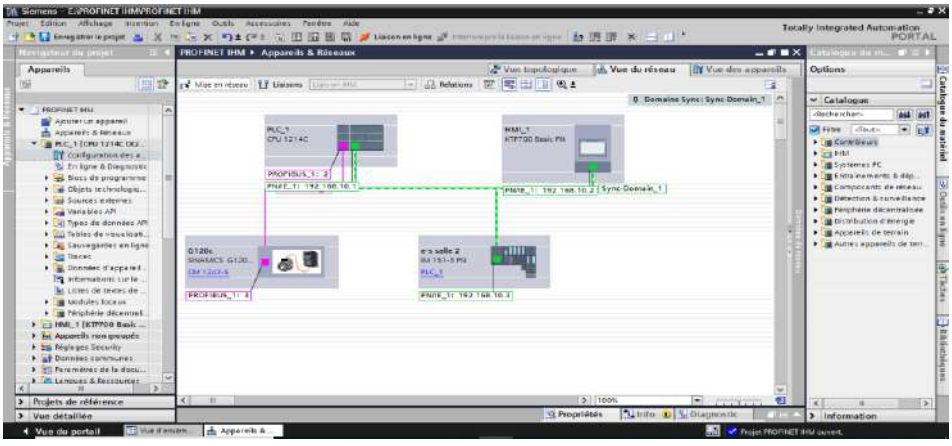


Figure III.18 : Liaison Profinet.

III.7.2.8.L'adressage des entrées et sorties

Les variables peuvent être de type entrée, sortie et mémento (mémoire interne).

III. 7.2.8.1.Entrées

Pour savoir l'état et le déroulement du procès, l'automate, récolte des informations venantes de l'installation, et cela, via des entrées automate qui sont connectés aux différents capteurs et boutons de l'installation pour ensuite les traiter et générer la commande.

III.7.2.8.2.Sorties

Apres traitement des données d'entrée pour commander l'installation, l'automate doit générer et envoyer des signaux par ces sorties. Les sorties automate sont connecté aux différents actionneurs de l'installation.

III.7.2.8.3.Mémento

Zone de mémoire dans la mémoire système d'une CPU. Il est possible d'y accéder en écriture et en lecture (par bit, octet, mot et double mot). La zone des mémentos permet à l'utilisateur d'enregistrer des résultats intermédiaires.

III.7.2.8.4.Adressage

Dans TIA portal, toutes les variables globales (entrées, sorties, mémentos) possèdent une Adresse symbolique et une adresse absolue.

- **L'adresse absolue :** représente l'identificateur d'opérande (I, Q, M) et son adresse et numéro de bit.
- **Adresse symbolique :** correspond au nom que l'utilisateur a donné à la variable (ex : bouton marche). Le lien entre les adresses symbolique et absolue se fait dans la table des variables API.

Lors de la programmation, il est possible de choisir l'affichage des deux adresses absolues et symboliques ou encore les deux simultanément.

III.8.Programmation

Une fois la configuration matérielle faite sur la vue du projet. Qui comporte un navigateur de projet pour ajouter des blocs de programme (Main OB1) et choix langage de réseaux de programme qui permet de visualiser dans une seule main **(Figure III.19).**

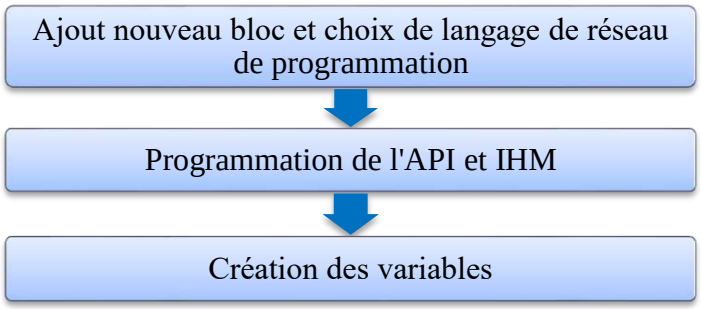


Figure III.19 : Structure de programmation.

III.8.1.Ajout des blocs de programmation

Le TIA portal met à disposition différents types de blocs qui contiennent le programme et les données correspondantes. Selon les exigences et la complexité du processus, il est possible de structurer le programme en différents blocs : OB et FC.

III.8.2.Choix de bloc et de langage

En sélectionnant le bloc Main (OB1) sur la vue du navigateur de projet et en cliquant sur propriétés, la fenêtre suivante s'affichera, ensuite en choisissant langage CONT parmi les trois langues qui existent dans le bloc d'organisation (CONT, LIST, LOG) (**Figure III.20).**

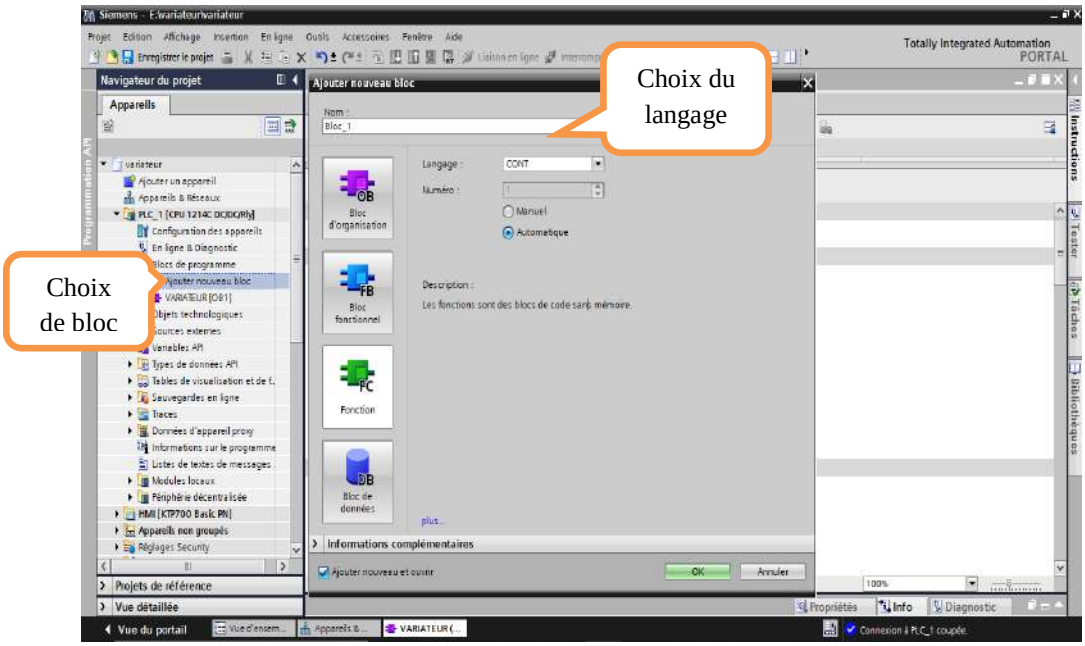


Figure III.20 : Choix de bloc et de langage.

Ce menu de navigation contient l'ensemble des éléments et des données nécessaires pour mettre en œuvre le langage d'automatisation souhaité.

III.8.3.Création de table de variables API

Avant de commencer la programmation, on déclare d'abord toutes les variables avec lesquelles on va contrôler le système.

C'est dans la table des variables API que l'on va pouvoir déclarer toutes les variables et les constantes utilisées dans le programme. Lorsque l'on définit une variable API, il faut définir :

- Un nom, l'adressage symbolique de la variable.
- Le type de données, Bool, Int, Word.
- L'adresse absolue, par exemple I **0.0** et **Q 0.0**

On peut également insérer un commentaire qui nous renseigne sur cette variable. Le commentaire peut être visible dans chaque réseau utilisant cette variable **(Tableau III.1)**.

Tableau III.1 : table de variables API.

Name	Path	Data Type	Logical Address	Comment
V 1	tables de variables 1	Bool	%I0.1	Vitesse 1
V 2	tables de variables 1	Bool	%I0.2	Vitesse 2
V 3	tables de variables 1	Bool	%I0.3	Vitesse 3
Arr M	tables de variables 1	Bool	%I1.0	Arrêt de Moteur
A T	tables de variables 1	Word	%QW64	Adresse Télégramme
LED MAR	tables de variables 1	Bool	%Q0.0	LED Marche variateur
LED V1	tables de variables 1	Bool	%Q0.1	LED Vitesse 1
LED V2	tables de variables 1	Bool	%Q0.2	LED Vitesse 2
M W	tables de variables 1	Word	%MW10	Mot Word Commande
V 1 IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.1	Vitesse 1 IHM
B M VAR	tables de variables 1	Bool	%M11.0	Bit de marche de variateur
Aug IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.5	Augmente IHM
V2 IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.2	Vitesse 2 IHM
V3 IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.3	Vitesse 3 IHM
INVR IHM	tables de variables 1	Bool	%M2.3	bit Inversion de sans IHM
Arr M IHM	tables de variables 1	Bool	%M1.0	Arrêt de moteur IHM
INVR MOT	tables de variables 1	Bool	%M10.3	bit Inversion de sans
Cgne	tables de variables 1	Int	%QW30	Consigne
Acquit	tables de variables 1	Bool	%I2.2	Acquittement
A IHM	tables de variables 1	Bool	%M2.2	Acquit IHM
INVER	tables de variables 1	Bool	%I2.3	Inversion
Aug	tables de variables 1	Bool	%I0.5	Augmenter
Dim	tables de variables 1	Bool	%I0.4	Diminuer
Int	tables de variables 1	Bool	%I1.3	Initialisation Variateur
Max	tables de variables 1	Bool	%Q0.5	Maximale
Min	tables de variables 1	Bool	%Q0.6	Minimale
M V	tables de variables 1	Bool	%I0.0	Marche Variateur
Init IHM	tables de variables 1	Bool	%M1.3	Initialisation Variateur IHM
Dim IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.4	Diminuer IHM
VAR DF	tables de variables 1	Bool	%Q0.4	Variateur en défaut
MAR VAR IHM	tables de variables 1	Bool	%M0.0	Marche de Variateur IHM
LED V3	tables de variables 1	Bool	%Q0.3	LED Vitesse
RAZ	tables de variables 1	Bool	%I1.4	Remis à zéro
RAZ IHM	tables de variables 1	Bool	%M1.4	Remis à zéro IHM
A Cgne	tables de variables 1	Word	%QW66	Adresse consigne
Bit Acquit	tables de variables 1	Bool	%M11.7	Bit Acquittement
M P P	tables de variables 1	Bool	%M21.0	Mot Pas Prêt
P E	tables de variables 1	Bool	%Q2.0	Prêt à l'enclenchement
M E	tables de variables 1	Word	%MW20	Mot d'état
S MUL	tables de variables 1	Int	%QW32	Sortie de Multiplication
S M	tables de variables 1	Bool	%M21.6	Surcharge moteur
LED Arr	tables de variables 1	Bool	%Q2.3	LED Arrêt
LED Sch	tables de variables 1	Bool	%Q2.1	LED Surcharge
bit V Max	tables de variables 1	Bool	%M20.2	bit de vitesse max
LED V MAX	tables de variables 1	Bool	%Q2.2	
Tag_1	tables de variables 1	Bool	%M21.7	

III. 8.4.Programmation de l'API

La programmation de l'automate se fait selon le cahier de charges du fonctionnement de notre procédé industriel, nous allons programmer l'automate en utilisant les favoris et les instructions de base disponibles dans l'onglet de la **(Figure.III.21).**

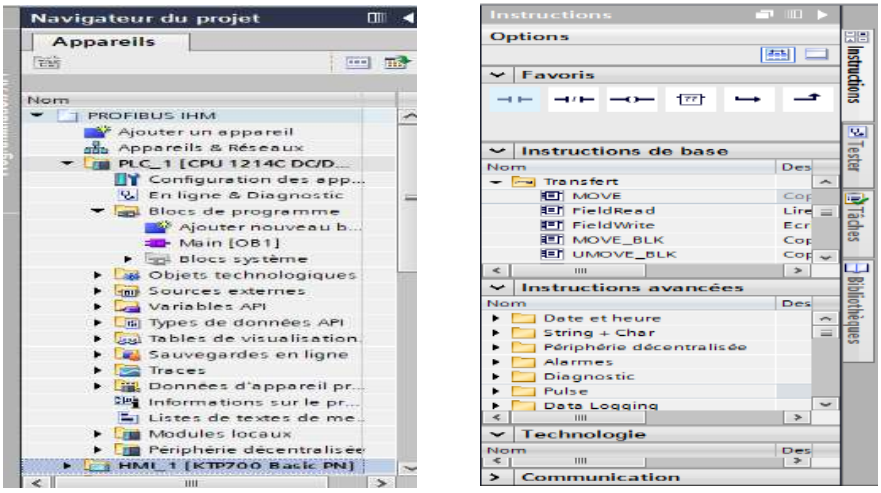


Figure III.21: Onglet de sélection des favoris et instructions de TIA PORTAL.

L'onglet de sélection des tâches de droite ou de gauche de la vue de projet dont le contenu varie en fonction de l'objet sélectionné (configuration des appareils, bibliothèques des composants, blocs de programme, instructions de programmation) qui nous permet de chercher les différentes instructions et blocs de programme dont on aura besoin pour réaliser notre programme.

III. 8.5.Création de table de variables IHM

On distingue deux types de variables, les variables externes et les variables internes :

- Les variables externes permettent de communiquer et d'échanger des données entre les composants d'un processus automatisé et entre l'interface (IHM) et un automate.
- Les variables internes ne possèdent aucun lien avec l'automate, elles sont enregistrées dans la mémoire de l'interface **(Tableau III.2).**

Ce tableau est créé avec indication de variable et leurs définitions de nom de type de données, d'adresse symbolique et de commentaire, et ce, afin de nous permettre la manipulation et la commande de l'interface IHM.

Tableau III.2 : Table des variables IHM.

Name	DataType	Address	Acquisition cycle	commentaire
Aug IHM	Bool	%M0.5	100 ms	Augmente IHM
V2 IHM	Bool	%M0.2	100 ms	Vitesse 2 IHM
V3 IHM	Bool	%M0.3	100 ms	Vitesse 3 IHM
Inver IHM	Bool	%M2.3	100 ms	Inversion IHM
fdc IHM	Bool	%M1.0	100 ms	Arrêt Moteur IHM
Acquit IHM	Bool	%M2.2	100 ms	Acquittement Défaut IHM
init IHM	Bool	%M1.3	100 ms	Initialisation Variateur
Dim IHM	Bool	%M0.4	100 ms	Démeunier IHM
MAR VAR IHM	Bool	%M0.0	100 ms	Marche Variateur
LED V2	Bool	%Q0.2	100 ms	LED vitesse 2
LED V1	Bool	%Q0.1	100 ms	LED vitesse 1
LED V3	Bool	%Q0.3	100 ms	LED vitesse 3
LED MAR	Bool	%Q0.0	100 ms	LED Marche Variateur
LED DF	Bool	%Q0.4	100 ms	LED Défaut
V 1 IHM	Bool	%M0.1	100 ms	Vitesse 1 IHM
RAZ IHM	Bool	%M1.4	100 ms	Remis à Zéro IHM
MW	Word	%MW10	100 ms	Mot Word
Consig	Word	%QW66	100 ms	Consigne de vitesse
Arrêt	Bool	%Q0.5	100 ms	Arrêt Moteur
S.MUL	Int	%QW32	100 ms	Sortie de courbe
LED INVER	Bool	%M10.3	100 ms	LED Inversion de sens
consg	Int	%QW30	100 ms	Consigne
A.T	Word	%QW64	100 ms	Adresse Télégramme
LED Arr	Bool	%Q2.3	100 ms	LED Arrêt

III.8.6.Programmation de l'IHM

Pour bien contrôler et commander le processus, l'opérateur a besoin d'avoir le maximum de transparence, ce qui lui permet de bien superviser et commander la vitesse d'un moteur MAS, cela est possible avec l'interface homme machine (IHM). La commande de processus est assurée par le système d'automatisation. Une fois sous réseau, l'interface permet :

- De visualiser l'état des prés actionneurs et actionneurs (variateur de vitesse, moteur) et des capteurs (fin de cours, BP).

- D'afficher les défauts, vitesse et graphe.
- D'agir sur la vitesse et les données.

III.9.Vues de l'IHM

Pour le contrôle et la commande du procès on a configuré des vues, sur l'IHM, qui permettent de visualiser les valeurs de vitesse du procès et les commander (**Figure III.22**).

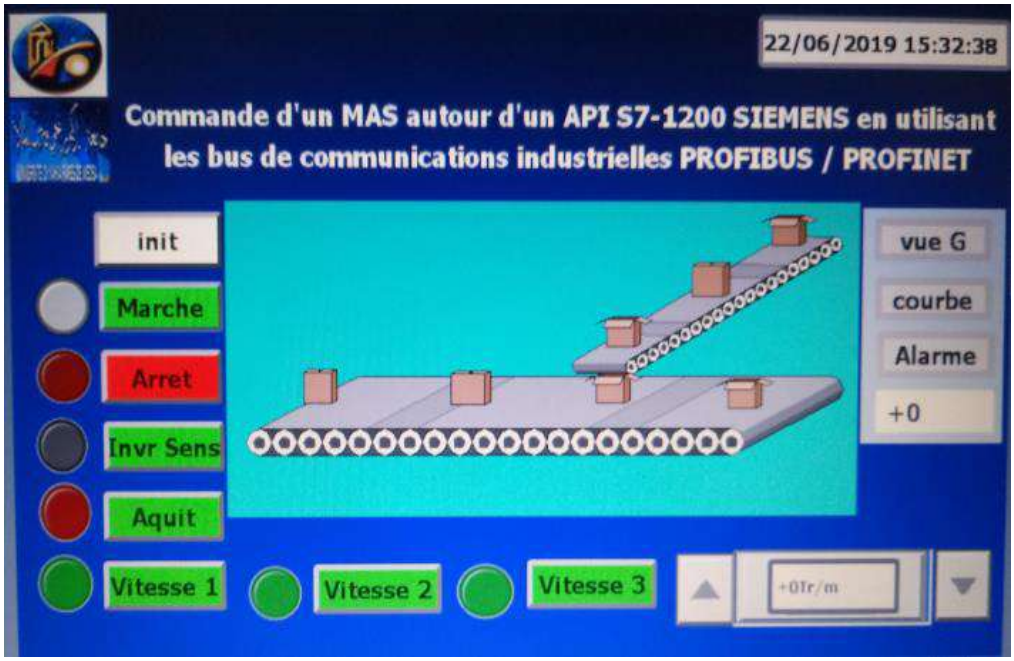


Figure III.22 : Les vues de L'IHM.

III.10.Programme d'affectation d'un mot Word de commande MW10 et d'état MW20

La base du programme est composée d'une instruction MOVE et de plusieurs réseaux de bites représentant les différentes conditions de l'initialisation, marche / arrêt, consigne de vitesse, acquittement défaut de variateur de vitesse et inversion de vitesse.

III.10.1.Programme d'initialisation « Init »

En appuyant sur le bouton poussoir « Init », la donnée de commande d'initialisation qui se trouve à l'entrée MOVE « IN » est transférée et enregistrée à la sortie « OUT 1» **MW10 (**Mot Word**)** et s'affecte à l'adresse télégramme **QW64** et simultanément à la sortie « OUT 2» **QW66** de la consigne de vitesse qui se met à « 0 » (**Figure III.23**).

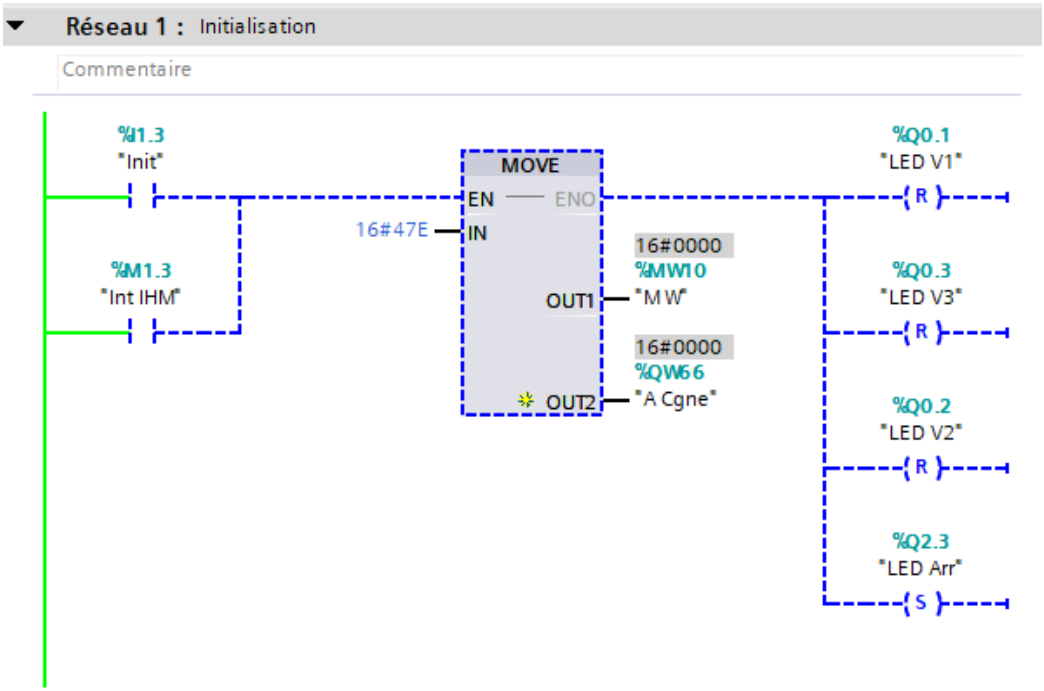


Figure III.23: Programme d'initialisation.

III.10.2.Programme d'affectation de mot commande « MW10 »

Le variateur reçoit les données de la commande « MW10 » qui se trouve au niveau de l'entrée MOVE « IN » après affectation et enregistrement automatique à la sortie « QW64 » **(Figure III.24).**

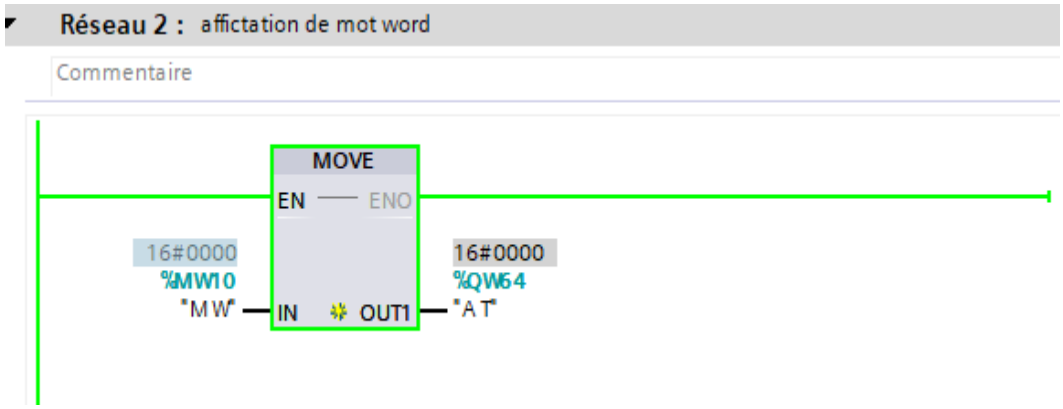


Figure III.24 : Programme d'affectation du mot Word.

III.10.3.Programme « Marche » « Arrêt »

En appuyant sur le bouton poussoir « MAR VAR » ou « M V » le bit de Mot Word (**M11.0)** passe à l'Etat " **1**" et le variateur prêt à fonctionner dont la sortie LED MAR s'allume et la sortie LED Arr s'éteint. Et en cas d'éventuel arrêt d'urgence on appuie sur le bouton « Arr M » ou « Arr M IHM » (**Figure III.25**).

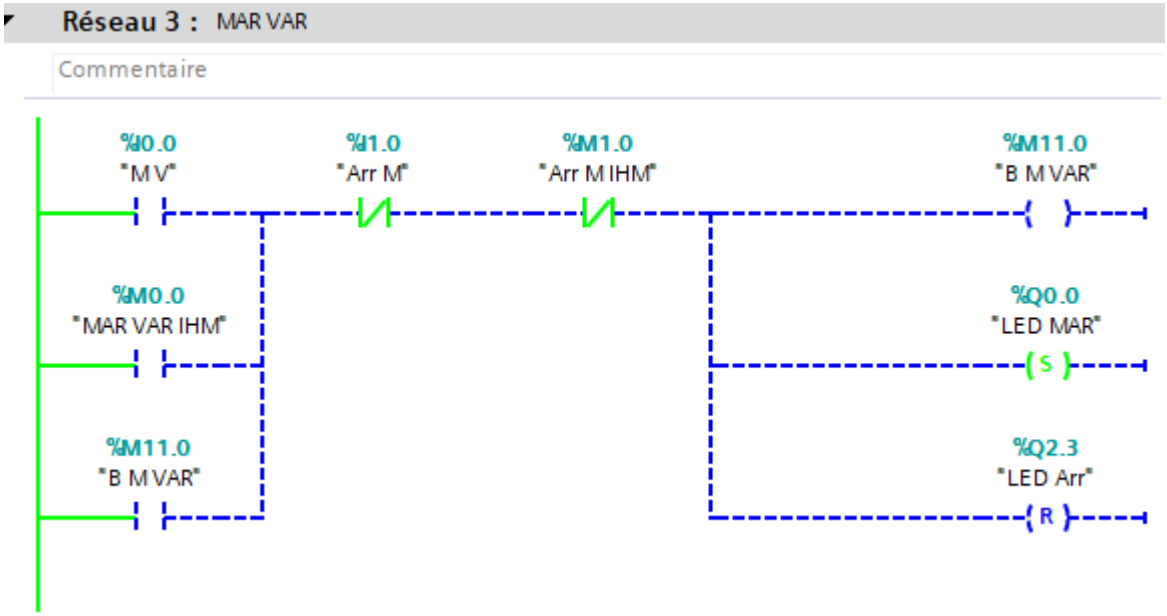


Figure III.25 : Programme de Marche / Arrêt.

III.10.4.Programme de consigne de vitesse « V1 », « V2 » et « V3 »

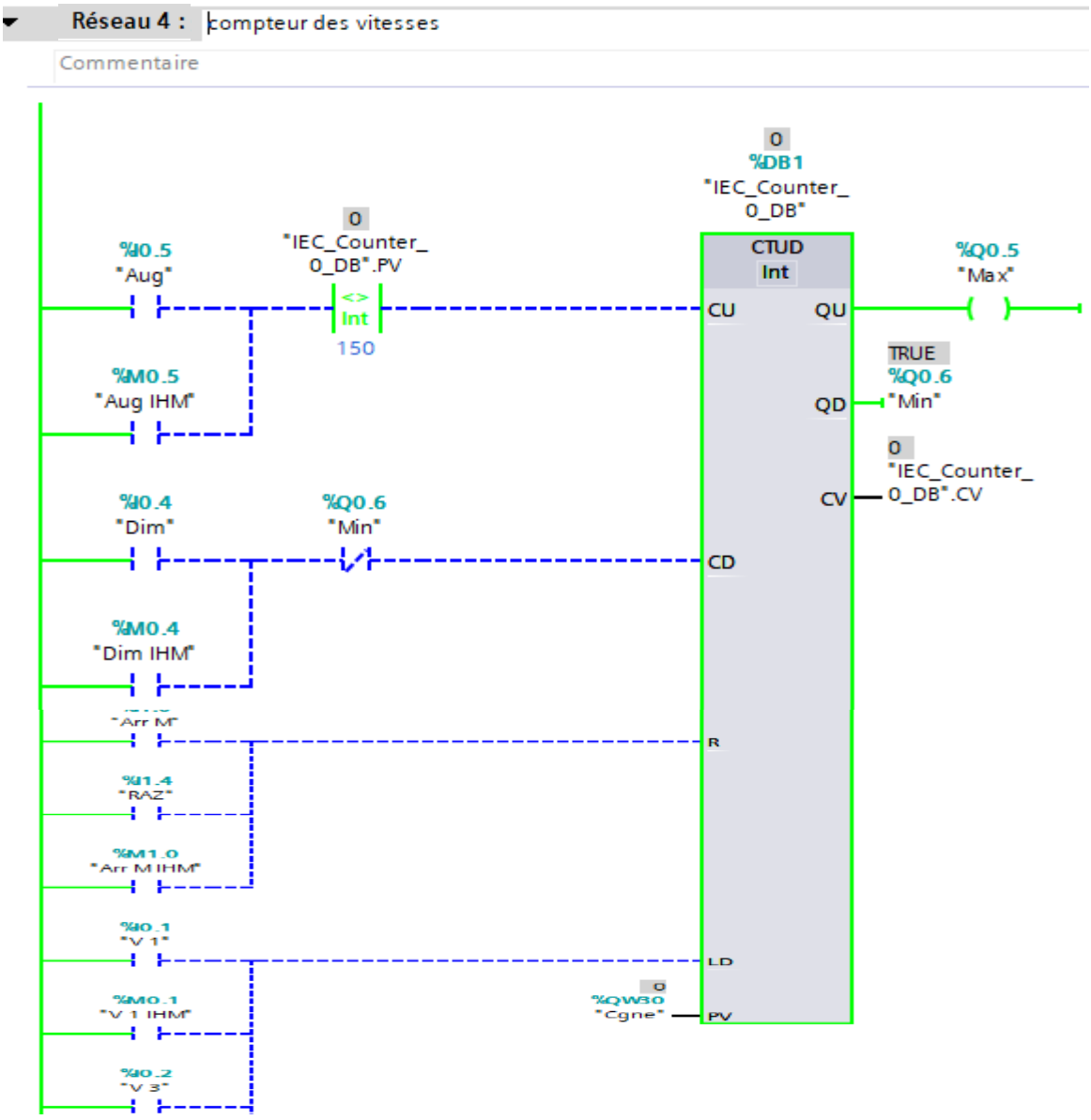
Ce réseau contient un compteur de type « CTUD », c'est un compteur/décompteur qui comprend :

- **Les entrées**
- (CU) incrémentation,
- (CD) décrémentation,
- (R) remise à zéro,
- (LD) chargement
- (PV) Valeur que prend la sortie CV

❖ **les sorties**

- (QU) augmentation,
- (QD) diminution
- (CV) valeur de vitesse actuelle.

En appuyant sur le Bp « vitesse1 » ou « V1 IHM » la fonction MOVE transfère la vitesse 1 se trouvant à l'entrée IN vers la sortie QW30 qui charge la vitesse par (LD =1) au niveau de l'entrée PV vers la sortie CV du compteur. En parallèle LED v1 de sortie s'allume et LED v2, LED v3 éteignent. La même procédure s'exécute au niveau de la programmation du transfert de vitesses V2 et V3 (**Figure III.26**).



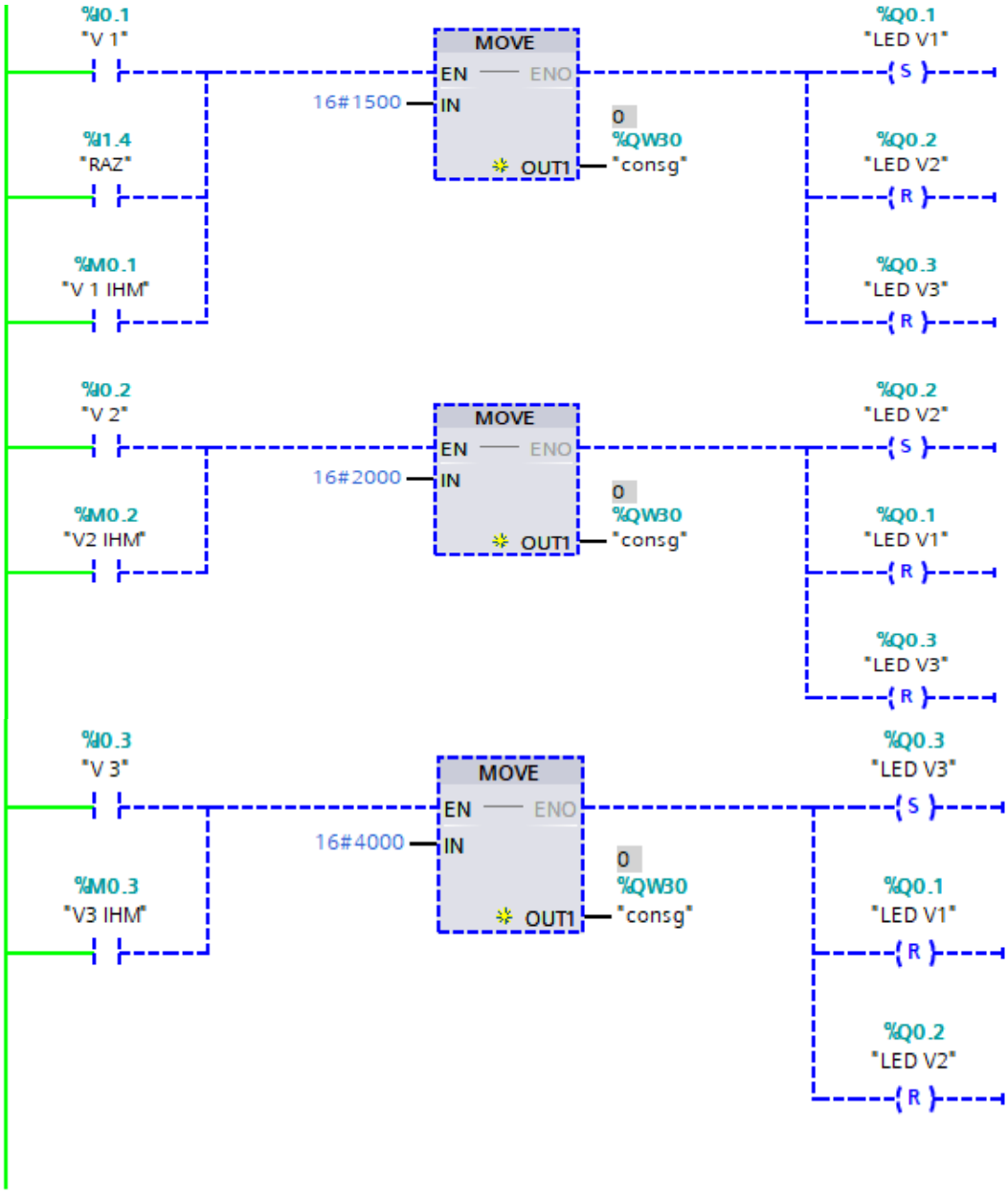


Figure III.26: Programme de consigne de vitesse V1, V2 et V3.

III.10.5.Programme d'afficheur de vitesse

Le rôle de La fonction MUL est la multiplication entre la valeur de vitesse reçu du compteur au niveau de l'entrée « IN1 » et le coefficient choisi en « IN2 », ainsi, le résultat s'enregistre automatiquement à la sortie de l'adresse « **QW32**» et s'affiche au niveau de l'afficheur de l'interface IHM **(Figure III.27).**

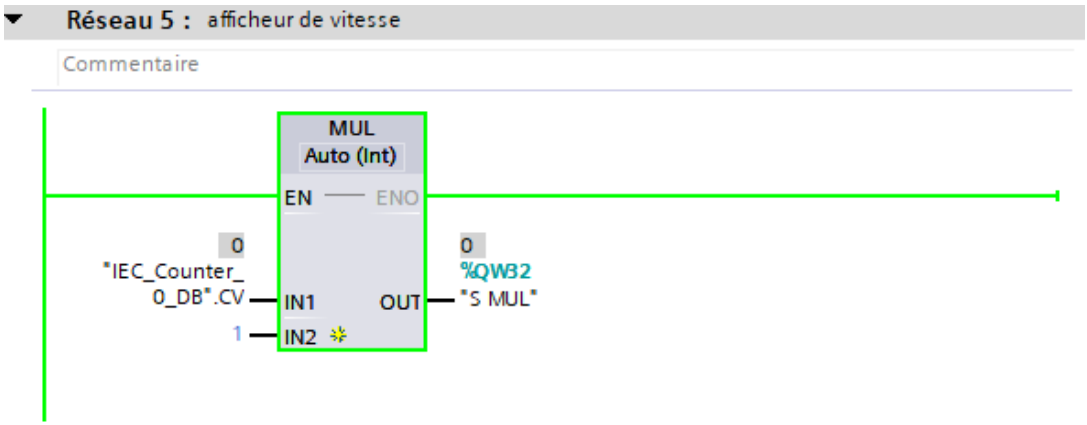


Figure III.27: Programme d'afficheur de vitesse.

III.10.6.Programme d'affichage de la courbe de variation de vitesse

Ce réseau permet de transférer la valeur de vitesse sortante du compteur CV au niveau de l'entrée « IN » et transférée à la sortie « out » **QW66** qui permet de mettre en marche le moteur et d'afficher la courbe de variation de vitesse (**Figure III.28**).

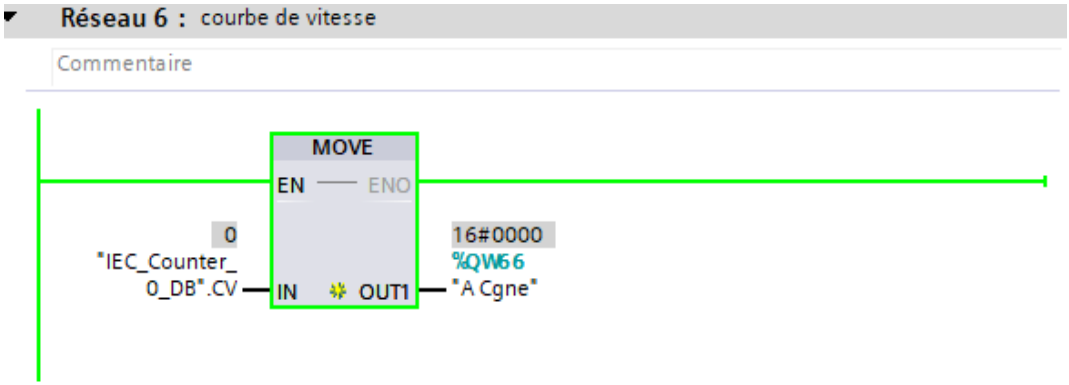


Figure III.28 : Programme de la courbe de vitesse.

III.10.7.Programme d'inversion de sens de rotation

En appuyant sur le bouton poussoir «INVER » ou « INVER IHM » le bit de Mot Word (**M10.3)** passe à l'Etat " **1**" et le variateur inverse le sens de rotation du moteur .et en cas d'éventuel arrêt d'urgence on appuie sur le bouton « Arr M » ou « Arr M IHM » (**Figure III.29**).

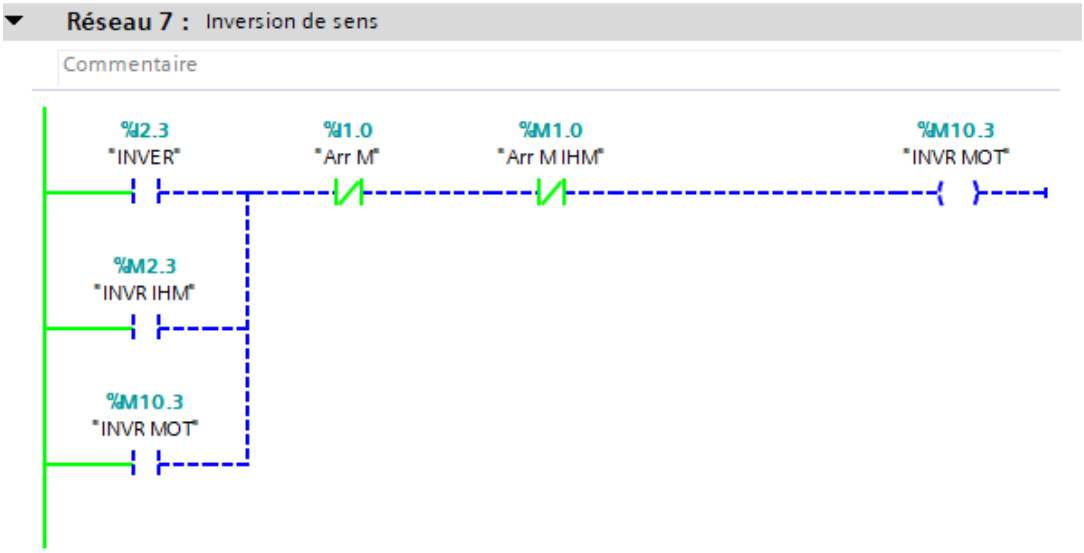


Figure III.29 : Programme de l'inversion de sens.

III.10.8.Programme d'acquittement de défaut

Si un défaut se présente à la sortie (Bit **M11.7**), la « LED DF » s'allume. Et pour annuler ce défaut on appui sur le bouton « Acquit » ou « A IHM » et la « LED DF » s'éteint (**Figure III.30**).

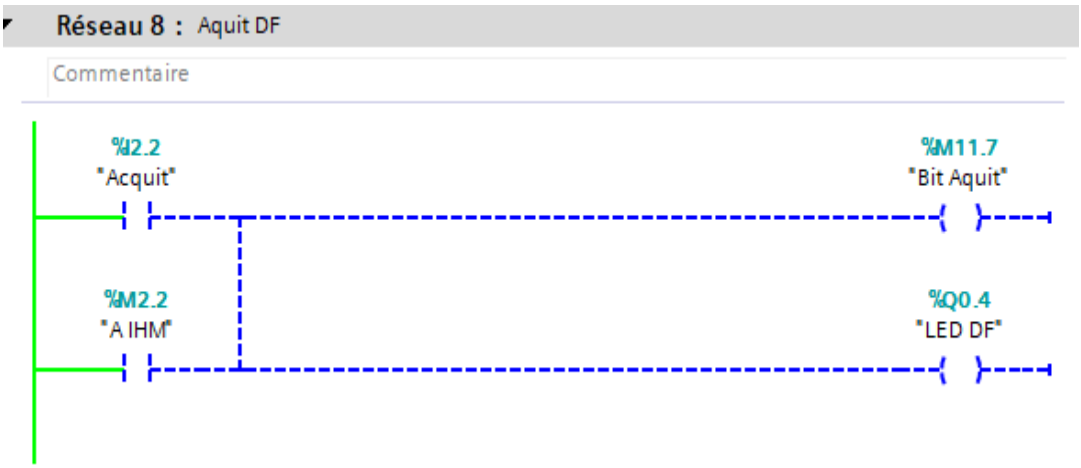


Figure III.30 : Programme Acquit Défaut.

III.11.Programme d'affectation de Mot d'état MW20

Le variateur envoi les données de la commande « QW64 » qui se trouve au niveau de l'entrée MOVE « IN » après affectation et enregistrement automatique à la sortie « MW20 » (**Figure III.31**).

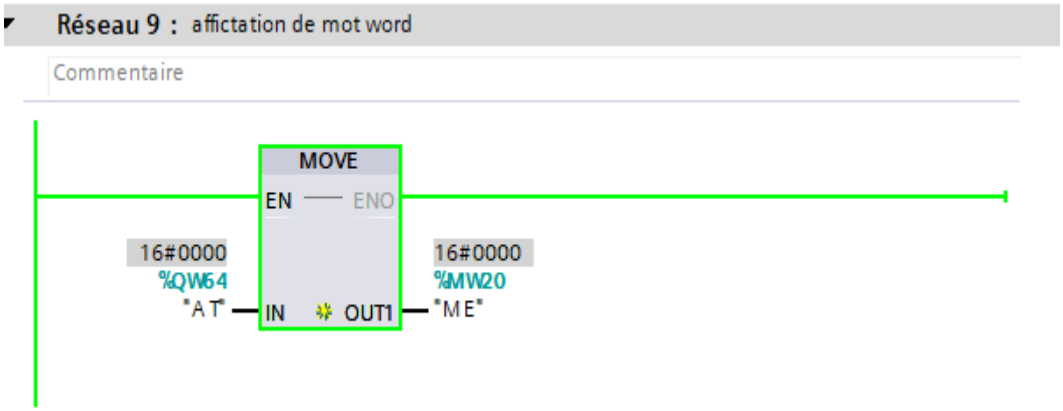


Figure III.31 : Programme d'affectation d'un mot d'état.

III.11.1.Programme de moteur pas prêt

Ce réseau permet de visualiser l'état de moteur pas prêt. Une fois le moteur marche le contacte « MPP» passe à l'état ' 0' la « LED MAR » s'éteint (**Figure III.32**).

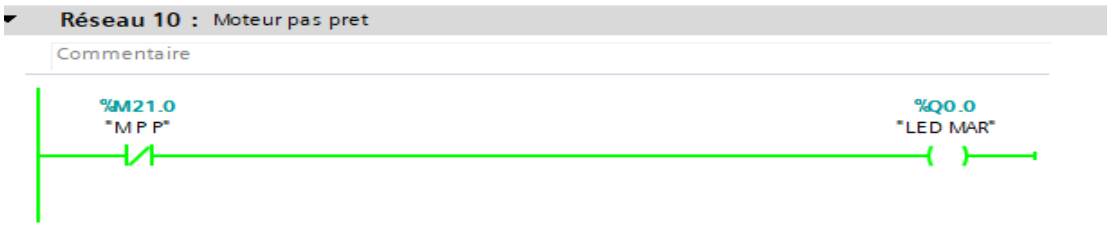


Figure III.32 : Programme de moteur pas prêt.

III.11.2.Programme de surcharge moteur

Ce réseau permet de visualiser l'état surcharge de moteur. Une fois le moteur marche le contacte « M 21,7» passe à l'état ' 0' la « LED Sch » s'éteint (**Figure III.33**).

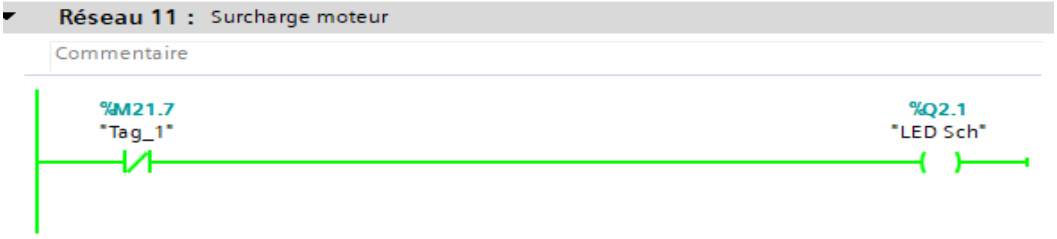


Figure III.33: Programme de surcharge moteur.

III.12.Simulation PLCSIM

L'application de simulation S7-PLC SIM V15 nous a permet de visualisé et de tester notre programme qu'on a simulé sur ordinateur. La simulation a étais complètement réalisée au sein du logiciel TIA portal V15, cette application permet de tester des programmes destinés aux CPU S7-1200, et de remédier à d'éventuelles erreurs.

III.12.1.Simulation de l'automate « API »

Une fois les programmes est réalisés dans logiciel TIA Portal, on va commencer les tests grâce à son extension PLC SIM, en compilant, puis en chargeant le programme dans l'automate simulé en utilisant la barre de simulation en haut de la fenêtre **(Figure III.34).**



Figure III.34 : Simulation de l'API.

III.12.2.Simulation de l'IHM

On a effectué la même opération pour l'IHM. **(Figure III.35).**

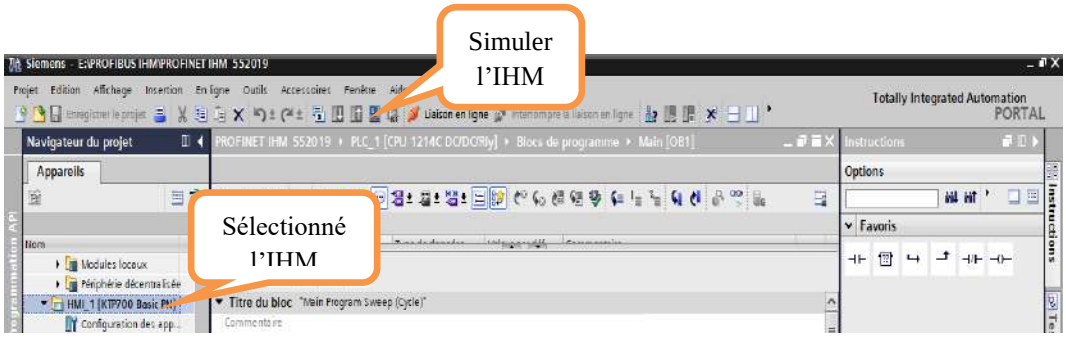


Figure III.35 : Simulation de l'IHM.

Il faut maintenant charger la configuration de l'automate dans celui-ci (Figure III.36). Pour cela, il faut tout d'abord connecter l'automate simulé au PC en utilisant l'interface SIMATIC PLCSIM.

Ensuite, après avoir sélectionné la vue « En ligne et diagnostique », sélectionnez les options suivantes :

- Mode : Profinet.
- Interface PG /PC : PLCSIM.

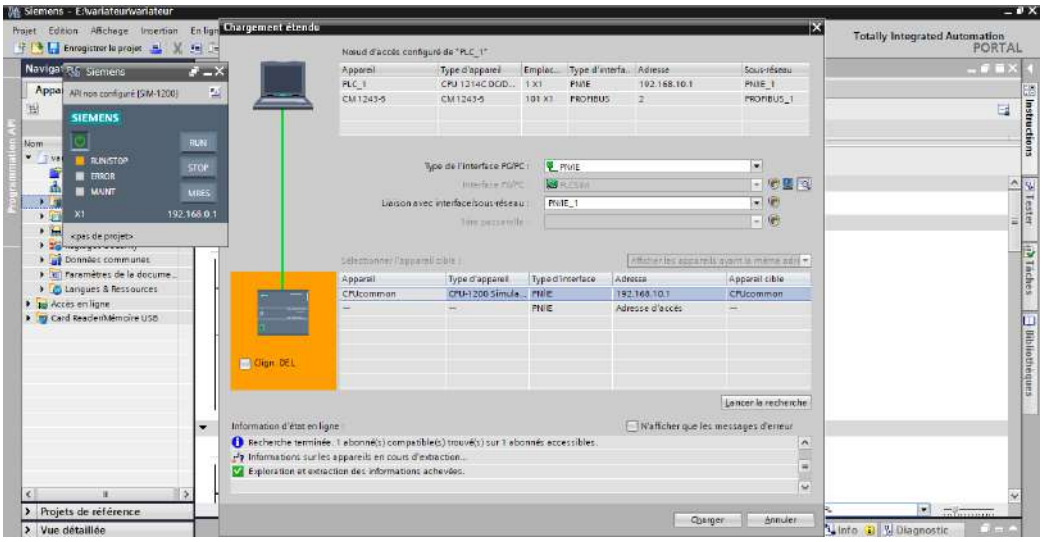


Figure III.36 : Liaison PC avec l'automate.

Ensuite, on charge le programme dans l'API (**Figure III.37**).

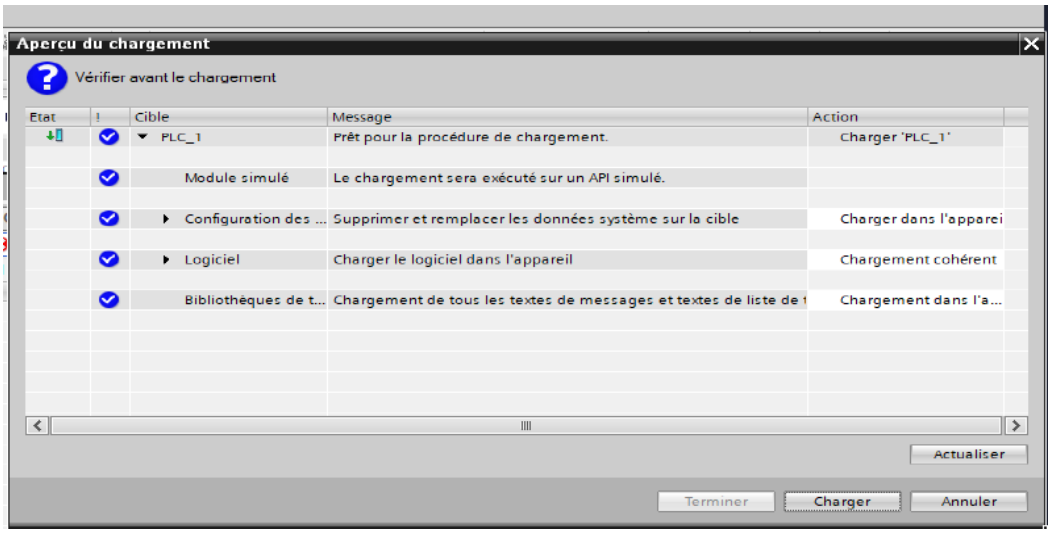


Figure III.37 : Vue d'un aperçu du chargement.

Puis, on crée un projet pour simulation (**Figure III.38**), et le tableau de forçage pour simuler les programmes

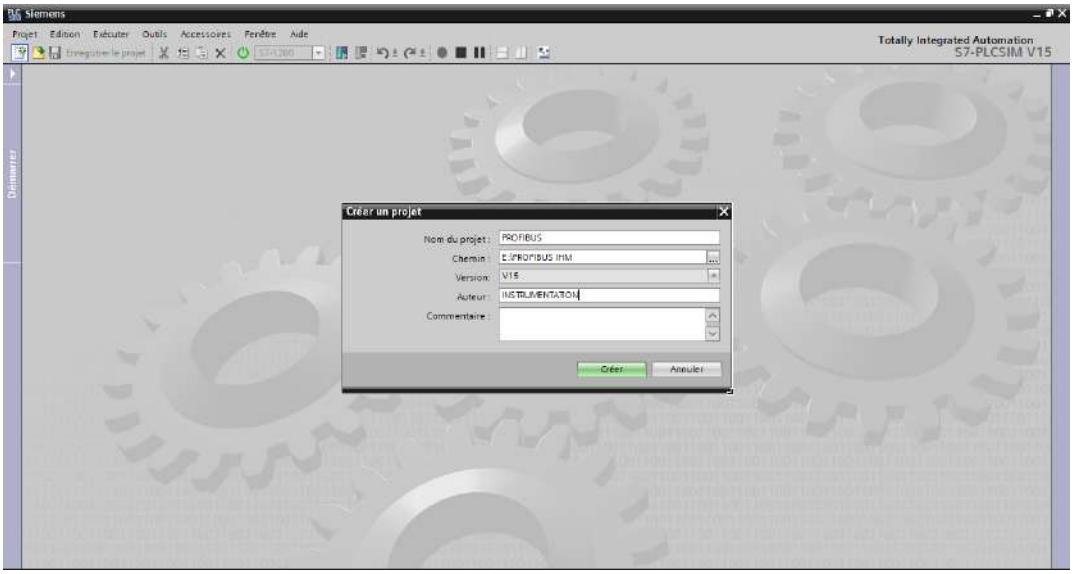


Figure III.38 : Vue d'un aperçu.

La **Figure III.39** donne un vue d'un aperçu pour crée un table de variable de forçage

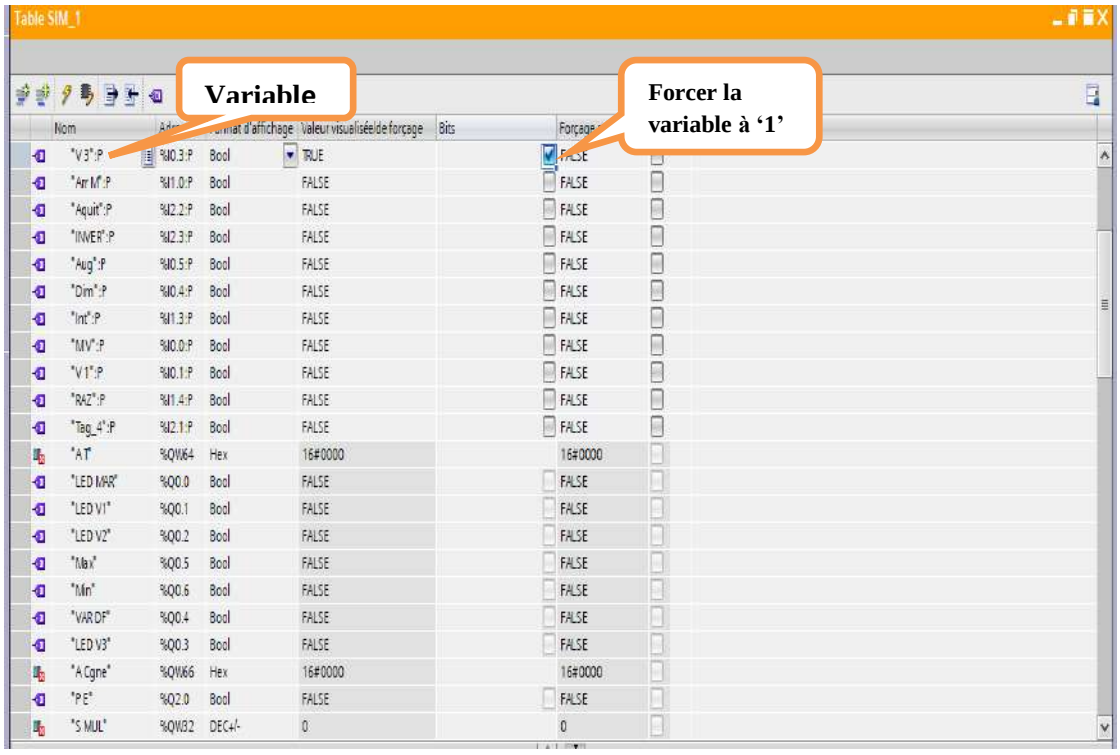


Figure III.39 : Vue d'un aperçu du n tableau de forçage

III.13. Mise en service en ligne et diagnostic

La vue de la **Figure III.40** montre l'initialisation en appuyant sur le BP « **Init** ».

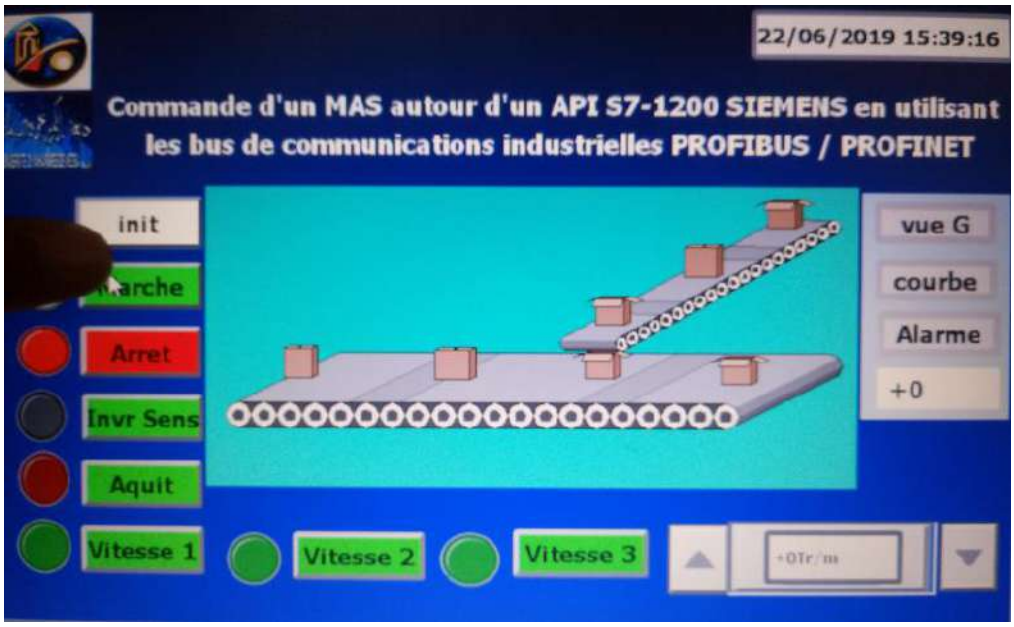


Figure III.40 : Bouton d'initialisions.

La vue de la **Figure III.41** montre la mise en marche d'un variateur, prêt au fonctionnement toute en appuyant sur le BP « **marche** ».

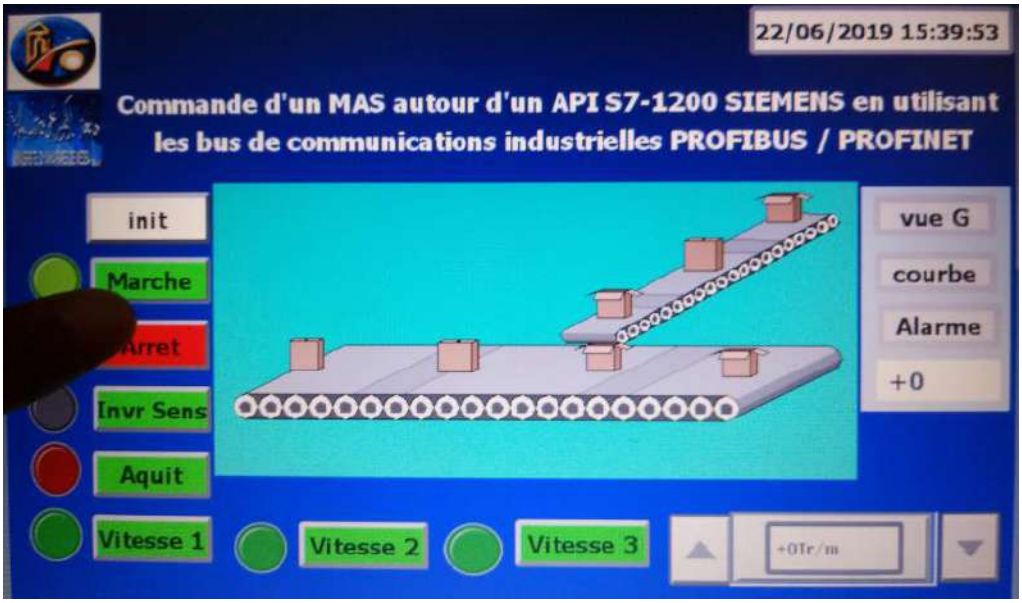


Figure III.41 : Bouton « **marche** ».

La vue de la **Figure III.42** montre l'inversion de sens de rotation du moteur toute en appuyant sur le bouton inversion BP « **Inver sens** ».

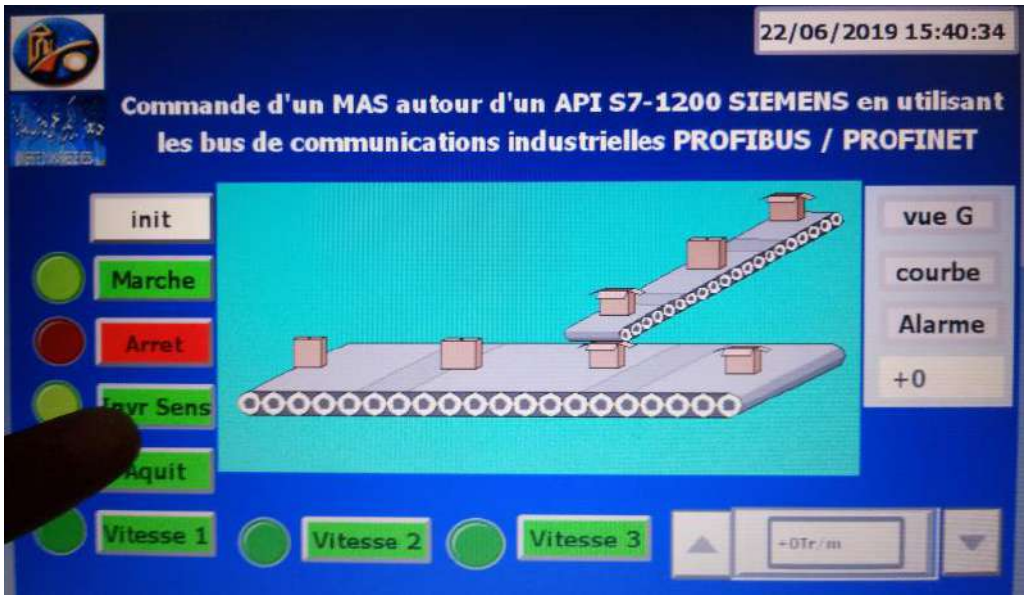


Figure III.42 : Bouton « **Inversion de sens** ».

La vue de la **Figure III.43** montre le démarrage moteur en première, deuxième ou troisième vitesse toute en appuyant soit ; sur le BP « **vitesse 1** », le BP « **vitesse 2** » ou BP « **vitesse 3** ».

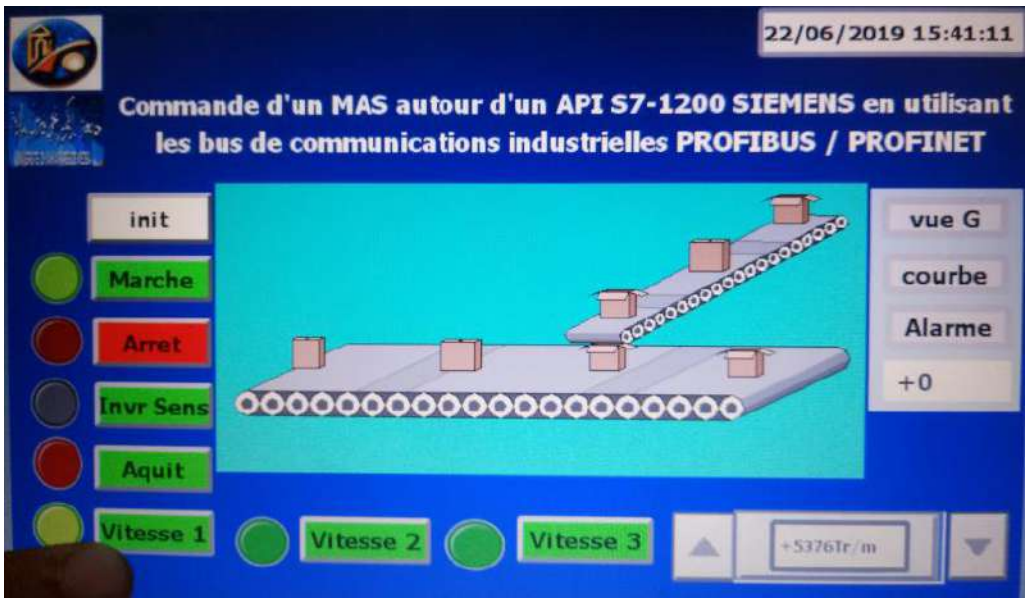


Figure III.43 : Bouton de « **vitesse 1** ».

La vue de la **Figure III.44** montre l'arrêt des vitesses en appuyant sur le BP « **Arrêt** ».

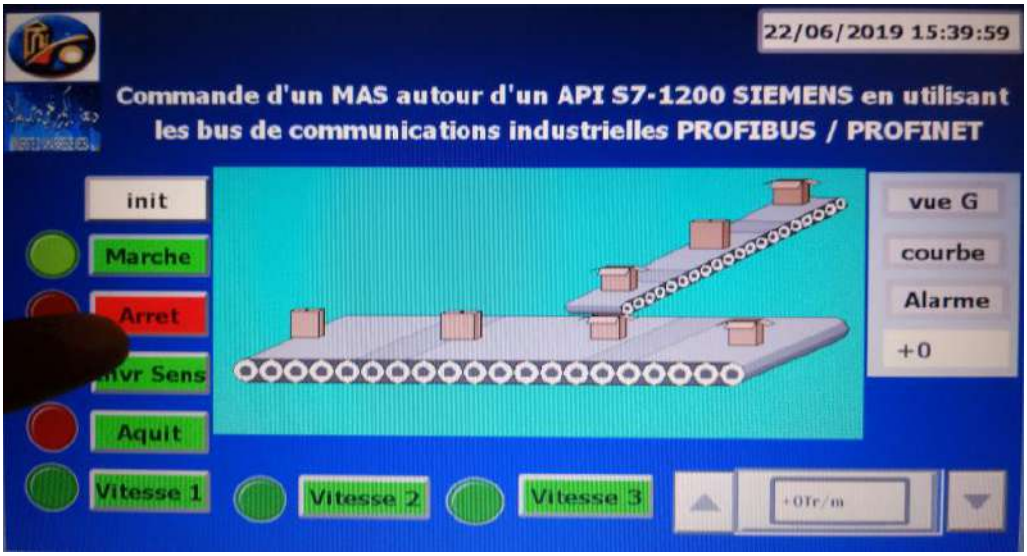


Figure III.44 : Bouton « **Arrêt** ».

La vue de la **Figure III.45** montre l'acquittement d'un défaut en appuyant sur le BP « **Acquit DF** ».

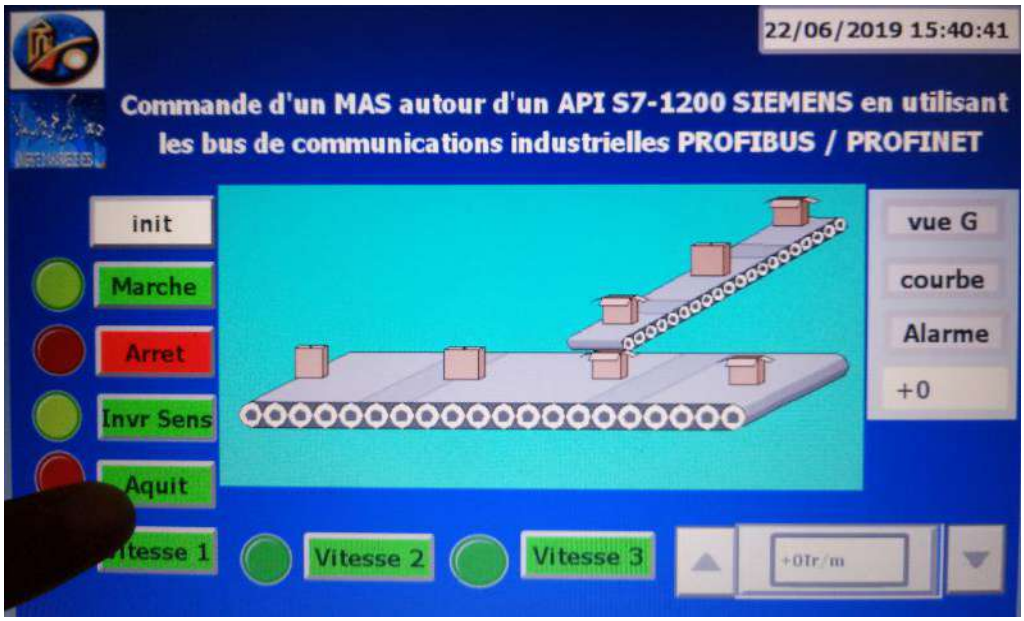


Figure III.45 : Bouton « **Acquit DF** ».

La vue de la **Figure III.46** montre Afficheur de vitesse qui indiquer la vitesse actuel.

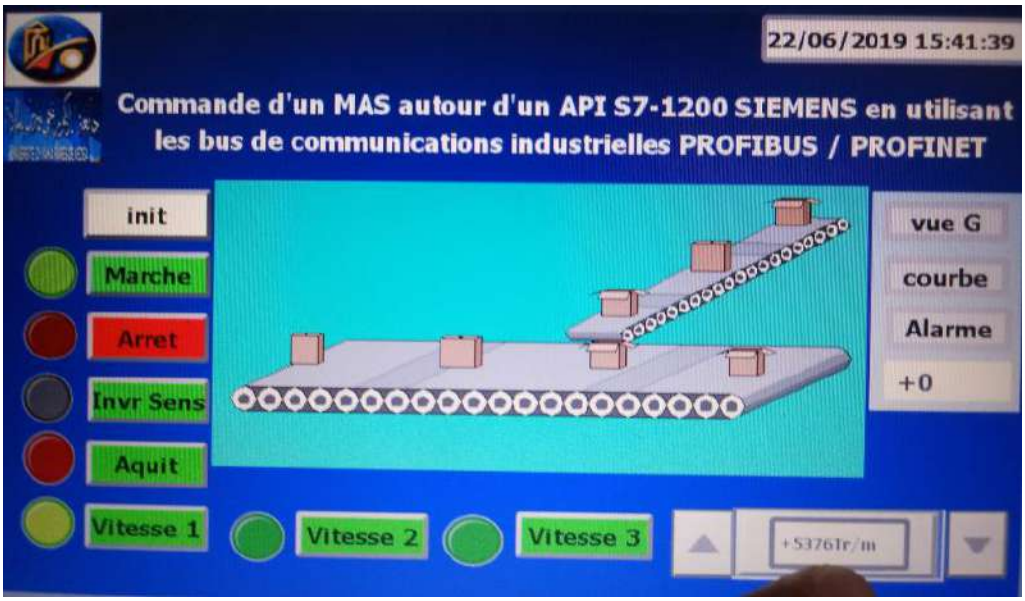


Figure III.46 : Afficheur de vitesse.

La vue de la **Figure III.47** montre l'ajustement d'augmentation de vitesses en appuyant sur le BP « ▲ **Up** ».

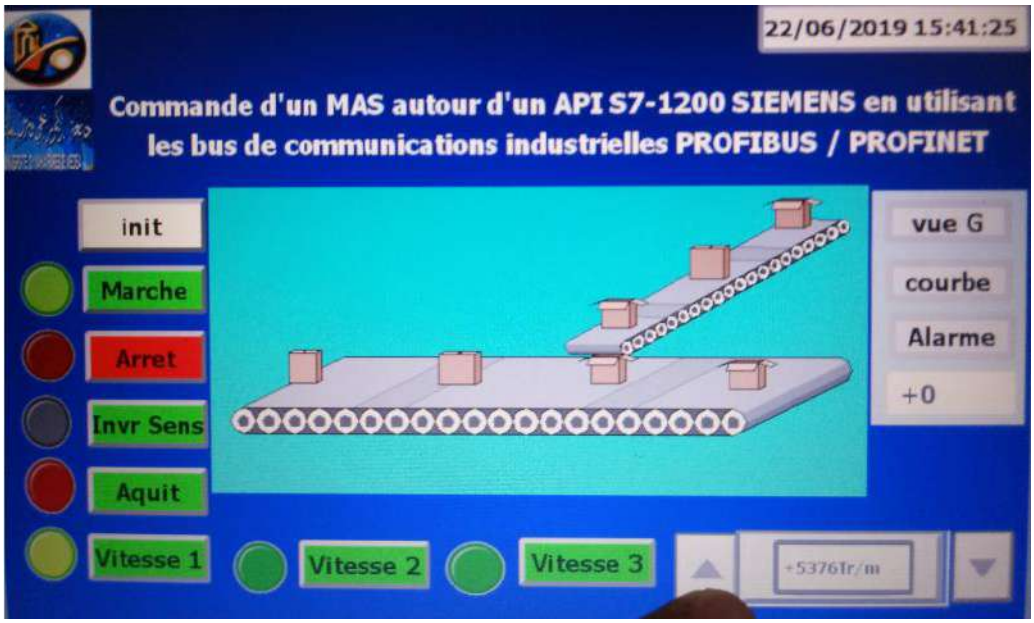


Figure III.47 : Vue après l'appui sur le bouton « ▲ **Up** ».

La vue de la **Figure III.48** montre l'ajustement d'augmentation de vitesses en appuyant sur le BP «▼ **Down** ».

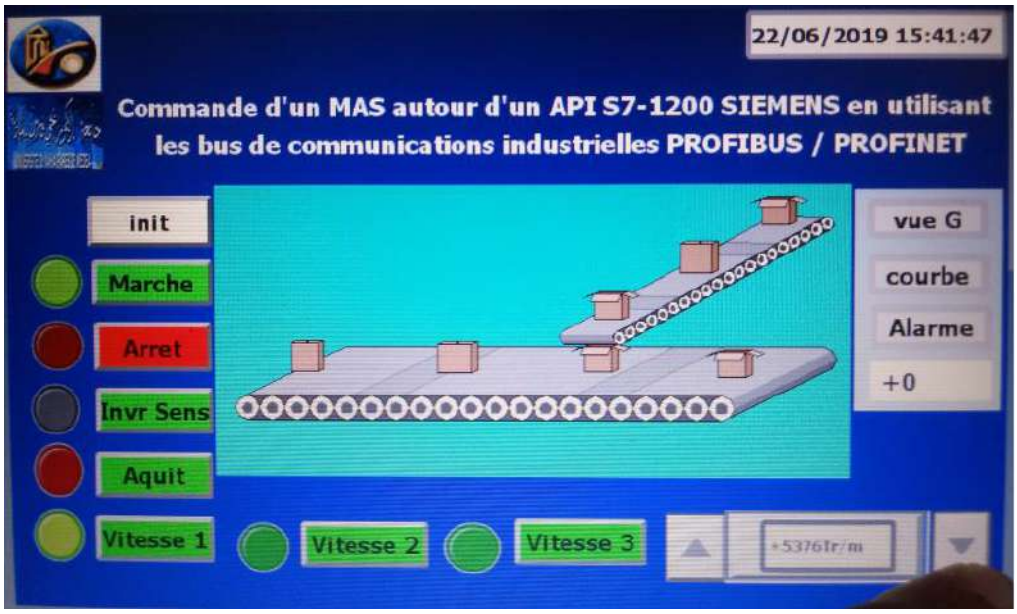


Figure III.48 : Bouton « ▼ **Down** ».

La vue de la **Figure III.49** montre la liste des alarmes en appuyant sur le BP « **Alarmes** ».

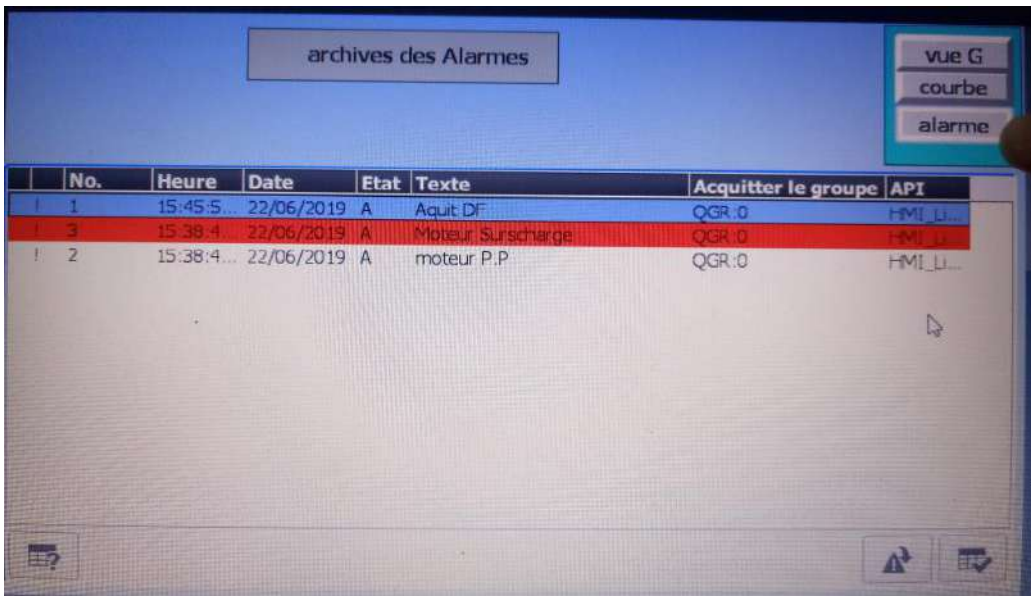


Figure III.49 : Bouton « **Alarmes** ».

La vue de la **Figure III.50** montre la courbe de variation de vitesse (**t/mn**) par rapport au temps (**s**) en appuyant sur le BP « **courbe** ».

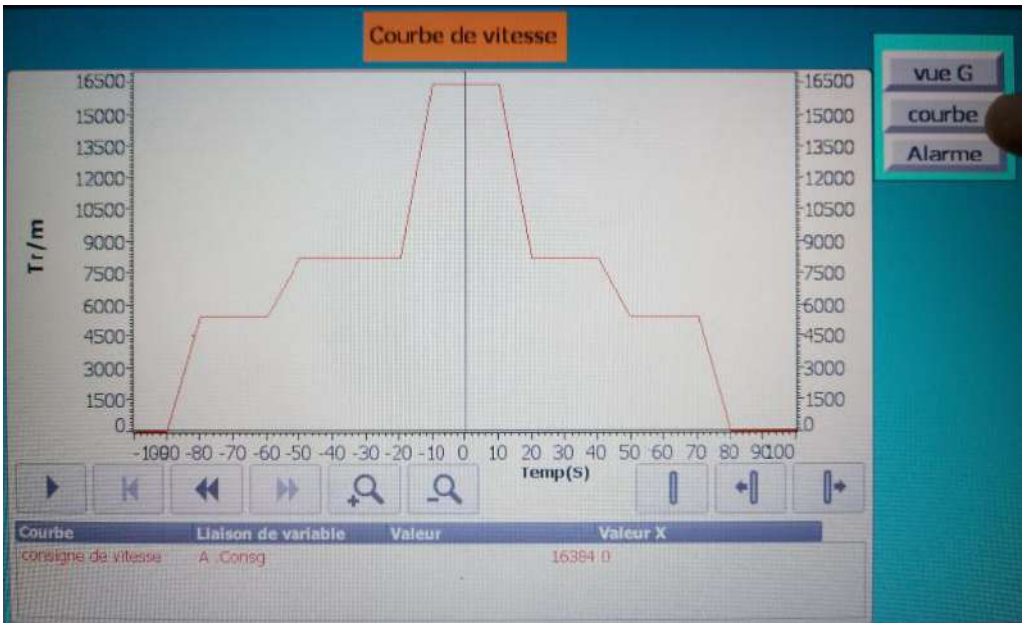


Figure III.50 : Bouton « **courbe** ».

III.13. Conclusion

Dans ce chapitre, on a présenté la méthode de programmation sur le logiciel TIA portal V15. Pour cela, on a défini et configuré les appareils choisis selon le cahier de charges, et on a réalisé le coté programmation de notre projet en utilisant le bloc d'organisation avec langage CONT pour le fonctionnement du système et surtout pour la maitrise du télégramme et fonctionnement du variateur de vitesse à travers le bus de communication Profibus et Profinet. Ainsi, nous avons configurés l'appareil d'interface IHM par création des vues dans le but du contrôle et supervision.

Les programmes API/IHM mis en place ont a été testé en utilisant un moteur asynchrone triphasé en utilisant les deux réseaux de communication séparément en occurrence le Profibus et le Profinet. Les différents résultats des tests réalisés ont montré la validité de notre travail.

Conclusion générale

Ce travail de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de l'automatisation de commande de consigne de vitesse au niveau d'un variateur de vitesse pour un démarrage programmé d'un moteur asynchrone triphasé.

A cet effet, nous avons commencé à installer le logiciel TIA portal qui représente une interface primordiale permettant de réaliser notre projet, et après configuration des appareils de notre maquette MAQ_NET de LANGLOIS API, IHM, ET200S, variateur de vitesse et liaison Profibus / Profinet, une programmation personnalisé basé sur l'automate S7-1200 est créée puis développée afin de résoudre les problèmes liés à la sécurité du personnel et aux tâches répétitives manuelle.

Nous avons passé en revue les appareils d'automatisation de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, critères de choix, avantages, ainsi que les langages de programmation utilisables.

Le TIA Portal, nous a permis de programmer les donnes de mot commande, mot d'état et consignes de vitesse transférées vers le variateur de celle-ci toute en démarrant le moteur asynchrone triphasé et d'en récupérer les états de vitesses qui nous intéressent pour créer notre interface homme-machine (IHM).

Pour la conception de l'IHM, nous avons exploité les performances de SIMATIC WinCC (TIA portal), qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées de vitesse.

L'objectif de notre analyse est d'une réussite en vue d'une communication industrielle de transfert d'informations via un réseau Profibus /Profinet, rendant un système automatisé plus simple et plus performant aux commandes de vitesses appropriées.

En fin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base d'expérience pour notre vie professionnelle, et être bénéfique aux promotions futures.

Liste des Abréviations

TIA: Totally Integrated Automation (En)

PLC : Programmable Logic Controller (En)

API : Automate Programmable Industriel

IHM : Interface Homme Machine

STEP : Station finale de traitement

CPU: control processor unite (En)

MAS : Moteur Asynchrone Triphasé.

DI: Digital Input. (En)

DO: Digital Output (En)

AI: Analogic Input (En)

AQ: Analogic output (En)

PC: Central computer (En)

S7: Step 7

CM : Module de communication

OB : Blocs d'Organisation

TOR : Tout ou Rien.

DP : Decentralised Peripheral (En)

[1] - OUAMEUR Nabil, MEHOUED Mohand « Mise en place d'un système de comptage et de surveillance pour un débitmètre de forage avec l'API S7 1214 C », université Abderrahmane mira – Bejaia, Algérie, 2016.

[2] - Michel G, « Architecture et application des automates programmables industriels », DUNOD, Paris, 1987.

[3] - MELLALI Sofiane, YOUSFI Lounis « Etude de l'automatisation et de la supervision d'un procédé de lavage de filtres Niagara à CEVITAL - TIA PORTAL V12, mémoire fin d'études, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia, Algérie, 2017.

[4] - M- GUEHIZ / I- AOUFI « Réalisation d'un système de contrôle à base d'un Automate Programmable industriel S7 1200 pour un incinérateur des déchets » Mémoire de Master, université d'Ouargla, Algérie, 2016.

[5] - Document technique : « Variateur de Vitesse electronique», www.for.ge.blogspot.com,20 avril 2018.

10, rue de la République BP 218. 81012 ALBI CEDEX.

[6] - DJANI ABDELDJOUWAD « Etude de régulation et Supervision D'un FOUR H301 à l'UTGA par logiciel Totally Integrated Automation Portail » Université Mohamed Khider de Biskra. 26 avril 2018.

[7] - Document technique : « le Moteur Asynchrone triphasé », www.maxicour.com, du 15 avr. 2018.

[8] - Document technique : Les machines asynchrone triphasé par. Sghaier.N &Mbarek.M.2.015

[9]-Document technique : «les Réseaux Locaux Industriels », https ://www.memoireonlin.com, 25 avril 2018

10, Rue de la République BP 218. 81012 ALBI CEDEX, centre universitaire Jean François Champollion.

[10] - Document technique : réf. LOG-STEP « Maquette d'étude des bus profibus et profinet-Composants SIEMENS ».

[11] - Manuel système : SIEMENS « SIMATIC S7 automate programmable S7-1200 », V4.2, 09/2016 , A5E02486682-AK

[12] - Manuel système : SIEMENS « Périphérie décentralisée ET 200S Module d'interface profibus IM151-1 BASIC (6ES7151-1CA00-0AB0) », 07/2008, A5E01075926-02

[13] - Manuel système : SIEMENS « Périphérie décentralisée ET 200S Module d'interface

profinet IM151-3 PN(6ES7151-3AA23-0AB0), 08/2010, A5E01638908-04.

[14] - Manuel système : SIEMENS « SINAMICS G120C Variateur SINAMICS G120C, Édition 04/2018, firmware 4.7 SP10.

[15] -Manuel système : SIEMENS « SIMATIC HMI Pupitres opérateur Basic Panels 2nd Génération », 10/2016 A5E33293232-AB.

[16] Document réf. MAS - le Moteur Asynchrone. odt, version du 15 avr 2012.

[17] - Document de formation : SIEMENS « Initiation à la programmation du SIMATIC S71200 » avec TIA Portal V15,2016, https :w5.SIEMENS.com/France.

ANNEXE 1

Caractéristiques techniques de l'IM151-1 BASIC (6ES7151-1CA00-0AB0)

Dimensions et poids	
Dimension L (mm)	45
Poids	env. 150 g
Caractéristiques spécifiques au module	
Vitesse de transmission	9,6 ; 19,2 ; 45,45 ; 93,75 ; 187,5 ; 500 kBaud, 1,5 ; 3 ; 6 ; 12 Mbit/s
Protocole du bus	PROFIBUS DP
Interface	RS 485
Compatibilité SYNC	oui
Compatibilité FREEZE	oui
Code constructeur	$80F3_H$
Echange direct de données	oui
Synchronisme d'horloge	non
Longueur des paramètres • MI • max.	 19 octets 198 octets par station
Plage d'adresses	88 octets d'E/S
Longueur de bus	maxi 2 m
Nombre de modules utilisables	12 max.
Traitement des options	Non
Caractéristiques I&M	Non
Mise à jour du firmware	Non
Courant maximum de sortie de l'interface PROFIBUS DP (5, 6)	80 mA

ANNEXE 2

Brochage pour PM-E DC24V (6ES7138-4CA01-0AA0)

Borne	Affectation	Borne	Affectation	Explications
2	L+	6	L+	• L+ : Tension nominale de charge 24 VCC • M : Masse • AUX1 : Raccordement du conducteur de protection ou de la barre de potentiel (utilisation libre jusqu'à 230 V CA)
3	M	7	M	
A4	AUX1	A8	AUX1	

Caractéristiques techniques du PM-E DC24V (6ES7138-4CA01-0AA0)

Dimensions et poids	
Dimension L (mm)	15
Poids	env. 35 g
Tensions, courants, potentiels	
Tension nominale de charge	24 V CC
• Coupe-circuit de surtension	non
Protection par fusibles automatiques externes	oui, caractéristiques de déclenchement B, C
Charge de courant maximale admissible (jusqu'à 60 °C)	10 A
• Protection contre les courts-circuits	Non
Séparation galvanique	
• entre tension nominale de charge et bus de fond de panier	oui
• entre les modules d'alimentation	oui
Isolation testée avec	500 V CC
Consommation de courant	
• sur tension de charge L+ (sans charge)	max. 4 mA
Puissance dissipée du module	typ. 100 mW
Longueur des paramètres	3 octets
Etat, alarmes, diagnostic	
Fonction diagnostic	oui
• Signalisation d'erreurs groupée	LED rouge "SF"
• Surveillance de la tension de charge nominale	LED verte "PWR"
• Possibilité de lire les informations de diagnostic	oui

ANNEXE 3

Brochage pour 4DI DC24V ST (6ES7131-4BD01-0AA0)

Borne	Affectation	Borne	Affectation	Explications
1	DI_0	5	DI_1	• DI_n : Signal d'entrée, voie n • L+ : Alimentation de capteur 24 V CC • AUX1 : Raccordement du conducteur de protection ou de la barre de potentiel (utilisation libre jusqu'à 230 V CA)
2	DI_2	6	DI_3	
3	L+	7	L+	
4	L+	8	L+	
A4	AUX1	A8	AUX1	
A3	AUX1	A7	AUX1	

Caractéristiques techniques de 4DI DC24V ST (6ES7131-4BD01-0AA0)

Tensions, courants, potentiels	
Tension nominale d'alimentation (du module d'alimentation)	24 V CC
• Protection contre erreurs de polarité	oui
Séparation galvanique	
• entre les voies	Non
• entre les voies et le bus de fond de panier	oui
Différence de potentiel admissible	
• entre les différents circuits	75 V cc, 60 V ca
Isolation testée avec	500 V CC
Consommation de courant	
• sur la tension d'alimentation	en fonction du capteur
Puissance dissipée du module	typ. 0,7 W
Etat, alarmes, diagnostic	
Témoin d'état	LED verte par voie
Fonctions de diagnostic	Non
Sortie d'alimentation de capteurs	
Tension de sortie	
• en charge	mini L+ (-0,5 V)
Courant de sortie	
• Valeur nominale	500 mA
• Plage de valeurs admissible	0 à 500 mA

ANNEXE 4

Caractéristiques techniques de G120C

Caractéristique	Données
Alimentation 24 V	Il existe deux possibilités pour l'alimentation 24 V : • Le variateur génère son alimentation 24 V à partir de la tension du réseau • Le variateur obtient son alimentation 24 V via les bornes 31 et 32 avec 20,4 V à 28,8 V CC. Consommation typique : 0,5 A
Tensions de sortie	• 24 V (100 mA max.) • 10 V ±0,5 V (10 mA max.)
Résolution de la consigne	0,01 Hz
Entrées TOR	• 6 entrées TOR, DI 0 ... DI 5, à séparation galvanique • Tension : ≤ 30 V • Tension pour l'état "bas" : < 5 V • Tension pour l'état "haut" : > 11 V • Courant pour une tension d'entrée de 24 V : 2,7 mA ... 4,7 mA • Courant minimal pour l'état "haut" : 1,8 mA ... 3,9 mA • Compatibilité avec les sorties SIMATIC • Temps de réponse pour la temporisation antirebond p0724 = 0 : 5,5 ms ±1 ms
Entrée analogique (entrée différentielle, résolution 12 bits)	• AI 0, commutable : – 0 V à 10 V ou -10 V à +10 V : Consommation typique : 0,1 A, tension maximale 35 V – 0 mA à 20 mA : Tension maximale 10 V, courant maximal 80 mA • Temps de réponse : 10 ms ±2 ms • Si AI 0 est configurée comme entrée TOR supplémentaire : Tension maximale 35 V, état bas < 1,6 V, état haut > 4,0 V, temps de réponse 13 ms ± 1 ms pour la temporisation antirebond p0724 = 0
Sorties TOR / sorties à relais	• DO 0 : sortie de relais, 30 V CC / ≤ 0,5 A pour charge ohmique • DO 1 : sortie à transistor, 30 V CC / ≤ 0,5 A pour charge ohmique, protection contre l'inversion de polarité • Courant de sortie de DO1 pour l'état "bas" : ≤ 0,5 mA • Cycle d'actualisation de toutes les DO : 2 ms
Sortie analogique	• AO 0, commutable : – 0 V ... 10 V – 0 mA à 20 mA : – Résolution 16 bits – Temps d'actualisation : 4 ms

ANNEXE 5

Type de télégramme du variateur

Type de télégramme (p0922)	Données process (PZD) - Mots de commande et d'état, consignes et mesures							
	PZD01 STW1 ZSW1	PZD02 HSW HIW	PZD03	PZD04	PZD05	PZD06	PZD 07	PZD 08
Télégramme 1 Régulation de vitesse PZD 2/2	STW1	NSOLL_A	⇐ Le variateur reçoit ces données de la commande					
	ZSW1	NIST_A	⇒ Le variateur envoie ces données à la commande					

Explication des abréviations

Abréviation	Signification	Abréviation	Signification
PZD	Donnée process	PKW	Canal de paramètres
STW	Mot de commande	MIST_GLATT	Couple actuel lissé
ZSW	Mot d'état	PIST_GLATT	Puissance active actuelle lissée
NSOLL_A	Consigne de vitesse	M_LIM	Valeur limite de couple
NIST_A	Mesure de vitesse	FAULT_CODE	Code de défaut
NIST_A_GLATT	Mesure de vitesse lissée	WARN_CODE	Code d'alarme
IAIST_GLATT	Mesure de courant lissée	MELD_NAMUR	Message selon la définition VIK-NAMUR

ANNEXE 6

Mot de commande STW1 (MW10)

Bit	Signification		Explication	Connexion des signaux dans le variateur
	Télégramme 20	Tous les autres télégrammes		
0	0 = ARRET1		Le moteur freine avec le temps de descente p1121 du générateur de rampe. A l'arrêt, le variateur met le moteur hors tension.	p0840[0] = r2090.0
	0 → 1 = MARCHE		Le variateur passe à l'état "Prêt à fonctionner". Si, en outre, le bit 3 = 1, le variateur met le moteur en marche.	
1	0 = ARRET2		Mettre immédiatement le moteur hors tension. Le moteur s'arrête ensuite par ralentissement naturel.	p0844[0] = r2090.1
	1 = pas d'ARRET2		La mise en marche du moteur (ordre MARCHE) est possible.	
2	0 = arrêt rapide (ARRET3)		Arrêt rapide : le moteur freine jusqu'à l'immobilisation avec le temps de descente ARRET3 p1135.	p0848[0] = r2090.2
	1 = pas d'arrêt rapide (ARRET3)		La mise en marche du moteur (ordre MARCHE) est possible.	
3	0 = Bloquer le fonctionnement		Mettre immédiatement le moteur hors tension (supprimer les impulsions).	p0852[0] = r2090.3
	1 = Débloquer le fonctionnement		Mettre le moteur sous tension (déblocage des impulsions possible).	
4	0 = Bloquer le générateur de rampe		Le variateur met sa sortie de générateur de rampe immédiatement à 0.	p1140[0] = r2090.4
	1 = Ne pas bloquer le générateur de rampe		Le déblocage du générateur de rampe est possible.	
5	0 = Geler le générateur de rampe		La sortie du générateur de rampe reste à la valeur actuelle.	p1141[0] = r2090.5
	1 = Débloquer le générateur de rampe		La sortie du générateur de rampe suit la consigne.	
6	0 = Bloquer la consigne		Le variateur freine le moteur avec le temps de descente p1121 du générateur de rampe.	p1142[0] = r2090.6
	1 = Débloquer la consigne		Le moteur accélère jusqu'à la consigne avec le temps de montée p1120.	
7	0 → 1 = Acquitter les défauts		Acquitter le défaut. Si l'ordre ON est encore présent, le variateur passe à l'état "Blocage d'enclenchement".	p2103[0] = r2090.7
8, 9	Réservé			
10	0 = Pas de pilotage par AP		Le variateur ignore les données process du bus de terrain.	p0854[0] = r2090.10
	1 = Pilotage par AP		Commande via bus de terrain, le variateur reprend les données process du bus de terrain.	
11	1 = Inversion de sens		Inverser la consigne dans le variateur.	p1113[0] = r2090.11
12	Non utilisé			
13	---[9]	1 = PotMot Augmenter	Augmenter la consigne enregistrée dans le potentiomètre motorisé	p1035[0] = r2090.13
14	---[9]	1 = PotMot Diminuer	Diminuer la consigne enregistrée dans le potentiomètre motorisé.	p1036[0] = r2090.14
15	CDS bit 0	Réservé	Commutation entre les réglages de différentes interfaces de conduite (jeux de paramètres de commande).	p0810 = r2090.15

ANNEXE 7

Mot d'état ZSW1 (MW20)

Bit	Signification		Remarques	Connexion des signaux dans le variateur
	Télégramme 20	Tous les autres télégrammes		
0	1 = Prêt à l'enclenchement		L'alimentation en courant est mise en marche, le système électronique est initialisé, les impulsions sont bloquées.	p2080[0] = r0899.0
1	1 = Prêt au fonctionnement		Le moteur est en marche (MARCHE/ARRET1 = 1), aucun défaut n'est actif. Avec l'ordre "Débloquer le fonctionnement" (STW1.3), le variateur met le moteur en marche.	p2080[1] = r0899.1
2	1 = Fonctionnement débloqué		Le moteur suit la consigne. Voir Mot de commande 1, bit 3.	p2080[2] = r0899.2
3	1 = Défaut actif		Un défaut est présent dans le variateur. Acquitter le défaut par STW1.7.	p2080[3] = r2139.3
4	1 = ARRET2 inactif		L'arrêt par ralentissement naturel n'est pas actif.	p2080[4] = r0899.4
5	1 = ARRET3 inactif		L'arrêt rapide n'est pas actif.	p2080[5] = r0899.5
6	1 = Blocage d'enclenchement actif		La mise en marche du moteur est seulement possible après un ARRET1 et un nouvel ordre de MARCHE.	p2080[6] = r0899.6
7	1 = Alarme active		Le moteur reste enclenché ; aucun acquittement nécessaire.	p2080[7] = r2139.7
8	1 = Ecart de vitesse à l'intérieur de la plage de tolérance		Ecart consigne/mesure à l'intérieur de la plage de tolérance.	p2080[8] = r2197.7
9	1 = Commande demandée		La demande de prise en charge de la commande du variateur est adressée au système d'automatisation.	p2080[9] = r0899.9
10	1 = Vitesse de comparaison atteinte ou dépassée		La vitesse est supérieure ou égale à la vitesse maximale correspondante.	p2080[10] = r2199.1
11	1 = Limite de courant ou de couple atteinte	1 = Limite de couple atteinte	La valeur de comparaison pour le courant ou le couple est atteinte ou dépassée.	p2080[11] = r0056.13 / r1407.7
12	---[1)]	1 = Frein à l'arrêt desserré	Signal d'ouverture et de fermeture d'un frein à l'arrêt du moteur.	p2080[12] = r0899.12
13	0 = Alarme surchauffe du moteur		--	p2080[13] = r2135.14
14	1 = Le moteur tourne vers la droite		Mesure interne au variateur > 0.	p2080[14] = r2197.3
	0 = Le moteur tourne vers la gauche		Mesure interne au variateur < 0.	
15	1 = Affichage CDS	0 = Alarme surcharge thermique variateur		p2080[15] = r0836.0 / r2135.15

ملخص

الهدف من هذا العمل هو التحكم والمراقبة في سرعة المحرك اللاتزامني ثلاثي الاطوار بواسطة متحكم مبرمج و مغير السرعة باستعمال باص الاتصالات الصناعية بروفيبيس و بروفينات لشركة **SIEMENS** و كذالك التحكم والمراقبة بواسطة واجهة انسان -آلة.

كلمات مفتاحية: بروفيبيس، بروفينات، متحكم مبرمج، محرك اللاتزامني، مغير السرعة،

Abstract

The aim work is speed control of a three-phase asynchronous motor by a variable speed drive through SIEMENS Profibus and Profinet industrial communication buses. A Human-Machine Interface (HMI) is eventually performed for supervision and control.

Keywords: HMI, Motor Asynchronous, PLC, Programming, Profibus, Profinet, Speed Variator

Résumé

L'objectif de ce travail est la commande et contrôle de vitesse d'un moteur asynchrone triphasé par un automate programmable et variateur de vitesse à travers les bus de communication industriels Profibus et Profinet de SIEMENS. Une Interface Homme-Machine est éventuellement réalisée pour la supervision et le contrôle.

Mots clés : API, IHM, Moteur asynchrone, Profibus, Profinet, Télégramme, Variateur de Vitesse.