

République Algérienne Démocratique et Populaire
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Ecole Nationale Polytechnique
Département Automatique



Mémoire de MASTER en AUTOMATIQUE

Thème

Mise en œuvre d'un variateur de vitesse
Pour la régulation de débit dans la
MAQUETTE DE STATION DE POMPAGE à BASE De
1' API SIEMENS

Réalisé par :

FOUKA Majda Amina Aida

Promoteur :

Pr BERKOUK El Madjid

ENP 2015

ENP 10, Avenue Hassen Badi, BP. 182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie

Remerciements

Je tiens à remercier dieu de m'avoir donné la force morale, physique et l'aide pour accomplir ce modeste travail.

*Je tiens à remercier mon promoteur **Pr. BERKOUK** pour m'avoir acceptée encadrée et dirigée durant l'élaboration de ce travail ainsi que pour leur assistance et tous leurs conseils.*

Je remercie chaleureusement les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'évaluer mon projet.

Je souhaite aussi remercier tous les enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger, et en particulier, Mes professeurs d'Automatique qui m'ont encadrée auparavant et tous mes enseignants pour les connaissances qu'ils m'ont transmis, leur disponibilité et leurs efforts.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail trouvent ici l'expression de ma sincère gratitude.

Dédicaces

J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail

À Celle à qui mon cœur depuis sa naissance n'a pas pu éprouver

qu'amour et reconnaissance, à celle qui a donné un sens à mon

existence en m'offrant une éducation digne de confiance

À ma chère Mère.

À mon père, pour son amour et son soutien moral depuis mon enfance.

Père merci.

Aux deux femmes les plus merveilleuses sur cette terre, qui étaient et sont toujours là

pour moi avec leurs conseils et soutien, ma chère grande maman (que dieu te garde

parmi nous Ma Alia) et ma chère tante Saadia.

À toute ma famille du plus petit au plus grand, mes sœurs, frères,

À mon binôme Bouchra et ces cinq années de travail et de complicité,

À tous mes amis et camarades de l'École Nationale Polytechnique, et toute la

promotion Automatique de l'année 2015.

À toute personne qui m'a aidé de loin ou de près afin de réaliser ce

travail.

Majda-Amina-Aida

تلخيص

العمل المنجز في المذكرة يتمحور على استعمال مسيرصناعي ميرمج "سيمنس" حيث اقترحت دائرة الاتوماتيك للمدرسة الوطنية العليا المتعددة التقنيات صناعة نموذج محطة ضخ المياه وهذا لهدف تعليمي ببرمجة تطبيقات على النموذج. اضفنا ضابط السرعة "ميكروماستر" لتغيير السرعة وكذلك لضبط التصريف و تسيير المحطة ومعالجة المعلومات استعملنا " برنامج " ستابسات" و لمراقبة المحطة استخدمنا برنامج "وينسيبي فلكسييل".

الكلمات المفتاحية

مسيرصناعي ميرمج "سيمنس". برنامج " ستابسات". برنامج "وينسيبي فلكسييل". ضابط السرعة "ميكروماستر". عداد التصريف. نموذج محطة ضخ المياه. شبكة الاتصال "بروفيبوس".

RESUME :

Le travail présenté dans ce mémoire est basé essentiellement sur l'utilisation des automates programmables SIEMENS. Le Département d'Automatique de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique a proposé la réalisation d'une maquette de station de pompage afin de l'exploiter dans un objectif didactique pour programmer des manipulations dans la station.

Nous avons entrepris la mise en œuvre d'un variateur de vitesse MICROMASTER pour la variation de vitesse et la régulation de débit. et on réaliser un programme de gestion de la station par le logiciel STEP7, et de supervision par le logiciel WINCC flexible.

Mots clés:

Automate programmable Siemens S7-314 IFM, STEP7, WinCC, MICROMASTER, débitmètre, Maquette de station de pompage, réseau PROFIBUS.

ABSTRACT:

The work presented in this memory is based mainly on the use of programmable SIEMENS. Since The Department of Automation of the national polytechnic school have proposed a realization of a prototype of hydraulic station of pumping in a didactic aim to program of different manipulation, we undertook a speed driver MICROMASTER to vary the speed of the pump and to regulate the flow in the station. We did a program of control with the STEP7 software and supervision with the WinCC flexible software.

Keywords:

Siemens PLC S7-314C, STEP7 software, WINCC software, speed driver MICROMASTER, flow transmitter, Prototype of hydraulic station of pumping, PROFIBUS industrial network.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
CHAPITRE I: Les variateurs de vitesse Industriels	
I.1 Introduction.....	4
I.2 Historique.....	4
I.3 Définition.....	4
I.4 Constitution.....	5
I.5 Quadrants de fonctionnement des variateurs.....	6
I.6 Les principales fonctions des variateurs de vitesse électroniques.....	7
I.7 Convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone.....	7
I.8 Principe de fonctionnement du variateur de fréquence.....	7
I.9 La gamme des variateurs MICROMASTERS.....	8
I.10 Conclusion.....	9
CHAPITRE II : Les réseaux locaux Industriels PROFIBUS	
II.1 Introduction.....	11
II.2 Le réseau local industriel PROFIBUS.....	11
II.2.1 Définition et normalisations PROFIBUS.....	11
II.2.2 Fonctions de communication.....	11
II.2.3 Définitions générales concernant le PROFIBUS-DP.....	11
II.2.4 Technique de transmission RS-485.....	12
II.2.5 Procédure d'accès au bus.....	12
II.2.6 Echange des données par le PROFIBUS-DP.....	12
II.2.7 Echange des données via PROFIBUS.....	13
II.3 Configuration de la liaison PROFIBUS-DP entre le variateur MICROMASTER 4 et API avec STEP 7.....	15
II.4. Paramétrages du Variateur de vitesse MICROMASTER	16
II.4.1 L'accès aux paramètres du MICROMASTER par le logiciel Drive Monitor.....	16
II.4.2 L'accès aux paramètres du MICROMASTER par le Panneau de commande.....	19
II.5 Description Le module de communication PROFIBUS-DP.....	20
II.6 Conclusion.....	20
CHAPITRE III : Conception et programmation d'un variateur MICROMASTER dans l'application « Maquette de station de Pompage à base de l'API Siemens »	

III.1	Introduction.....	22
III.2	Eléments de commande, de gestion et de supervision de la Maquette de la station de pompage	22
III.3	Développement du projet pour gestion du prototype de la station de pompage.....	24
III.4	Appel cyclique du correcteur PID, bloc FB41 « CONT_C ».....	28
III.5	Système de régulation de débit.....	29
III.5.1	Description du système de régulation du débit (Variateur-pompe-Débit).....	29
III.5.2	Principe de Régulation de débit (PID) à partir d'un variateur de vitesse MASTERDRIVE.....	29
III.5.3	Mise au point et paramétrage de régulateur PID.....	30
III.6	Configuration du matériel dans STEP7.....	31
III.7	Etablissement de la liaison Automate-variateur-Station PC.....	31
III.8	L'interface homme machine HMI configurée par le logiciel« Win CC flexible ».....	32
III.8.1	La simulation des différentes courbes.....	33
III.8.2	Les caractéristiques de la pompe.....	33
III.8.3	Analyse des résultats.....	36
III.9	Conclusion.....	36
	Conclusion générale.....	37
	Bibliographie.....	39
Annexe A	: Les programmes de l'application «Mise en œuvre d'un variateur de Vitesse MICROMASTER et régulation de débit avec step7 dans l'application maquette de station de pompes à base d'automates SIEMENS	40
Annexe B	: Description et paramétrage de variateur de vitesse MICROMASTER et de régulateur PID	44

LISTE DES FIGURES

- Figure I.1 :** Schéma de principe d'un variateur de vitesse
- Figure I.2 :** Structure générale d'un variateur de vitesse électronique
- Figure I.3 :** Module de puissance d'un variateur de vitesse
- Figure I.4 :** Quadrants de fonctionnement des variateurs
- Figure I.5 :** Schéma électrique d'un variateur de vitesse
- Figure I.6 :** Branchement réseau
- Figure II.1:** configuration d'un réseau PROFIBUS
- Figure II.2 :** Structure générale du télégramme de transmission cyclique des données
- Figure II.3:** objet paramètres/Données processus de type PPO
- Figure II.4 :** Adressage des entrées-sorties pour la communication PROFIBUS-DP
- Figure II.5 :** Le paramétrage via Drive Monitor
- Figure II.6 :** Logiciel de paramétrage DRIVE MONITOR
- Figure II.7 :** Identification du moteur
- Figure II.8 :** Mode de régulation et type de commande
- Figure II.9 :** Assignation des entrées/sorties et de l'adresse PROFIBUS –DP
- Figure II.10 :** Paramétrage du mode de régulation en U/f
- Figure II.11 :** Validation de la configuration
- Figure II.12 :** panneaux de commandes
- Figure II.13:** Vue du module de communication
- Figure III.1 :** Vue de la maquette de station de pompage.
- Figure III.2:** Synoptique du prototype.
- Figure III.3 :** Description du Schéma Electrique de la station
- Figure III.4 :** Les différentes fonctions créées dans le projet « Master »
- Figure III.5 :** Bloc de donnée pour la commande du variateur
- Figure III.6:** Bloc de donnée pour l'état du variateur
- Figure III.7 :** Table des mnémoniques
- Figure III.8 :** Schéma fonctionnel du bloc CONT_C(FB41)
- Figure III.9 :** Diagramme de principe de la régulation de débit avec la pompe et le variateur de vitesse.
- Figure III.10:** Ouvrir le bloc de paramétrage du régulateur PID.
- Figure III.11 :** Le choix de bloc de données DB41.
- Figure III.12 :** Paramétrage du régulateur PID

Figure III.13: Configuration matériel

Figure III.14: Les liaisons entre API-MASTERDRIVE-Station PC.

Figure III.15: Vue de la Maquette de l'installation

Figure III.16: Vue pour la boucle de régulation PID de débit et de vitesse dans la station PC

Figure III.17: Courbe des hauteurs manométriques en fonction de débit des pompes Taifu QB.

Figure B.1 : Schéma de principe de la régulation via un API.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : Structure de la PZD dans le PPO3

Tableau III.1 : les étapes du développement du projet

Tableau III.2 : Caractéristique des pompes Taifu QB.

Tableau B.1 : Paramètre du variateur.

Tableau B.2 : paramètre du moteur.

Tableau B.3 : Paramètre du variateur

Tableau B.4 : Paramètre du variateur

Tableau B.5 : Paramètre pour les caractéristiques de l'entraînement

Tableau B.6 : Paramètre pour la validation du jeu de paramètres dans le variateur

Tableau B.7 : Entrées du bloc SFB41.

Tableau B.8 : Sorties du bloc SFB41.

Symboles et abréviation

AK	Identification de requête
AOP	Advanced Operator Panel.
API	Automate Programmable Industriel
ASIC	Circuits Numériques Programmables
BOP	Basic Operator Panel
CPU	Central Processing Unit
DI	Entrée TOR
DO	Sortie TOR
DP	Périphérique décentralisé
ES	Système d'ingénierie
FC	Fonction
FCL	courant limite de fuite
FO	Fibre optique
HIW	Mesure principale
HSW	Consigne principale
HMI	Interface homme / machine
GSD	Fichier de données de base des appareils
LCD	la console
MM440	Micro Master 440
MPI	Multi Point Interface
OB	Bloc d'organisation
OSI	Open Systems Interconnection
OP	Panneau opérateur
PA	Process Automation
PID	Proportionnel, Intégrale, Dérivée
PG	La console de programmation sur le terrain SIMATIC Siemens Automatic
PPO	Objet Paramètres/Données processus
PROFIBUS (Process Field Bus)	
PS	Gamme des alimentations stabilisées de Siemens

PNU	Numéro de paramètre
PWE	Valeur de paramètre
PKW	Identification de paramètre
PZD	Données process
STW	Mot de commande
USS	Interface Série Universelle
ZSW	Mot d'état

Introduction Générale

Par la place sans cesse croissante qu'occupe l'automatisme dans les processus industriels, cette technologie revêt désormais une importance primordiale. Tant dans la production quotidienne que dans l'enseignement.

Par le développement vertigineux de la technique des Automates Programmables Industriels et de la technologie informatique, la technologie d'automation est devenue l'un des domaines les plus innovants. A cela s'ajoute que les nouvelles solutions industrielles, exigent de nouveaux systèmes didacticiels. Compte-tenu de ces exigences auxquelles sont confrontés les spécialistes de l'automation, il est indispensable aujourd'hui de proposer des systèmes d'entraînement orientés à la pratique, permettant de transmettre à l'apprenti l'état actuel de la technique et la compétence requise dans son maniement.

La firme Siemens est l'une des plus grosses entreprises européennes. Qui propose une gamme complète de produits pour l'automatisation industrielle et qui procurant ce type de service industriel. En effet, par le biais de sa gamme SIMATIC, elle intègre tout l'environnement d'automatisation.

Dans le but de former des élèves ingénieurs automaticiens à la maîtrise de cet outil, le Département Automatique de l'ENP a proposé de réaliser ce prototype afin de l'utiliser par la suite dans le cadre des Travaux pratique au sein du laboratoire comme un système d'apprentissage didactique pour l'automatisation, La maquette est conçue dans le but d'appliquer les connaissance acquis dans l'informatique industrielle et pour répondre à un certain nombre d'exigences de formation professionnelle.

En effet le matériel utilisé pour la fabrication de cette station de travail est identique à celui disponible dans l'industrie.

C'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet qui consiste en l'élaboration d'un système d'automatisme qui est Mise en œuvre d'un variateur de vitesse MICROMASTER pour la régulation de débit dans une maquette de station de pompage contrôlé à base d'automate Programmable Siemens.

J'expose dans le présent rapport trois grands chapitres décrivant les volets principaux de notre projet:

Le premier chapitre sera une étude sur les variateurs de vitesse électroniques, j'explique tout d'abord le principe de fonctionnement et les différentes structures et composants de variateur électronique de puissance. Ensuite, je décris la gamme des variateurs de fréquences MICROMASTER de Siemens.

Dans le deuxième chapitre, je présente une étude sur le réseau local industriel PROFIBUS et sur le paramétrage des variateurs de vitesse électroniques SIEMENS, J'étudie tout d'abord la communication maître-esclave par PROFIBUS, j'explique le protocole de communication ensuite je décris les étapes de paramétrage sur le logiciel MasterDRive.

Le dernier chapitre, sera une description de la gestion et la régulation de vitesse de la pompe qui influe directement sur le débit dans le prototype de la station de pompage déjà réalisée et décrit dans le projet de fin d'étude et effectuée à base d'un automate programmable Siemens. Cette application décrit le fonctionnement hydraulique d'une station de pompage et met en relief le choix de la commande et la technique de régulation afin de développer le programme qui sera implémenté au sein de l'automate pour répondre au cahier de charge.

On terminera par une conclusion générale qui montre les difficultés qu'un étudiant à ses débuts peut rencontrer, des enseignements qu'il en tire, sans oublier les perspectives.

Les étudiants par la suite vont réguler la vitesse et le débit dans l'installation et programmer des manipulations à l'aide de logiciels step7 ou autre, puis transférer leur programme et visualiser l'enchaînement de leur programme.

CHAPITRE I

Les variateurs de vitesse Industriels

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, on présente une étude sur les variateurs de vitesse électroniques, j'explique tout d'abord le principe de fonctionnement et les différentes structures et composants de variateur électronique de puissance. Ensuite, je décris la gamme des variateurs de fréquences MICROMASTER de Siemens.

I.2 Historique [9]

Historiquement, le variateur électronique pour moteur à courant continu a été la première solution offerte. Les progrès de l'électronique de puissance et de la microélectronique ont permis la réalisation de convertisseurs de fréquence fiables et économiques. Les convertisseurs de fréquence modernes permettent l'alimentation de moteurs asynchrones standards avec des performances analogues aux meilleurs variateurs de vitesse à courant continu. Certains constructeurs proposent même des moteurs asynchrones avec des variateurs de vitesse électroniques incorporés dans une boîte à bornes adaptée ; cette solution est proposée pour des ensembles de puissance réduite (quelques kW).

I.3 Définition: [15]

Un variateur de vitesse est un convertisseur d'énergie permettant de moduler l'énergie électrique fournie au moteur.

Les variateurs de vitesse sont constitués principalement d'un convertisseur statique et d'une électronique de commande. Les variateurs récents contiennent aussi un étage de correction du facteur de puissance afin de respecter les normes de compatibilité électromagnétique.

L'électronique de commande réalise la régulation et l'asservissement de la machine à travers le convertisseur statique de sorte que l'utilisateur puisse commander directement une vitesse. Sa conception dépend essentiellement de la stratégie de commande choisie (commande vectorielle, commande scalaire, etc.).

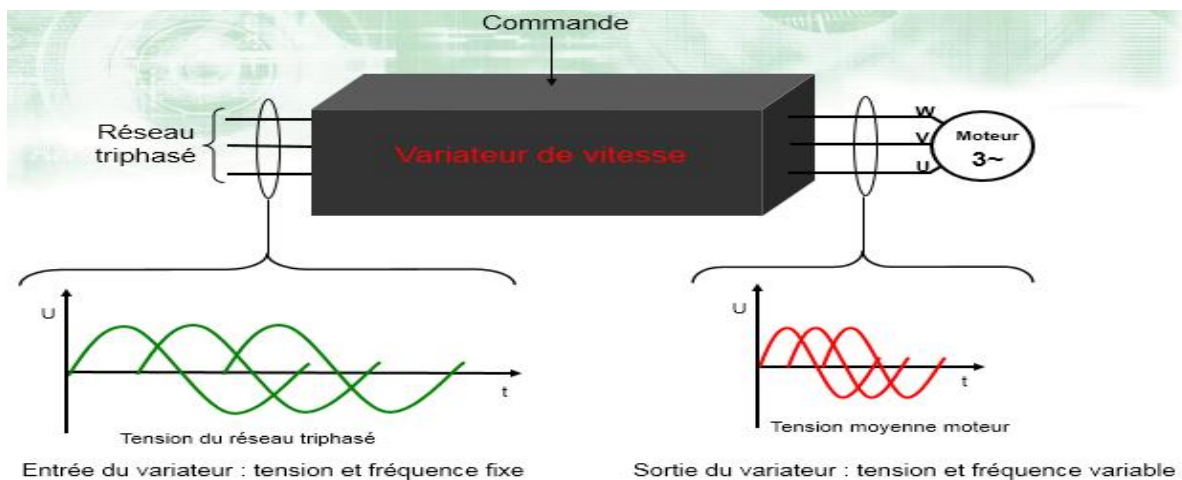


Figure I.1 : Schéma de principe d'un variateur de vitesse

I.4. Constitution :

Le variateur de vitesse est constitué d'un module de contrôle et de puissance.

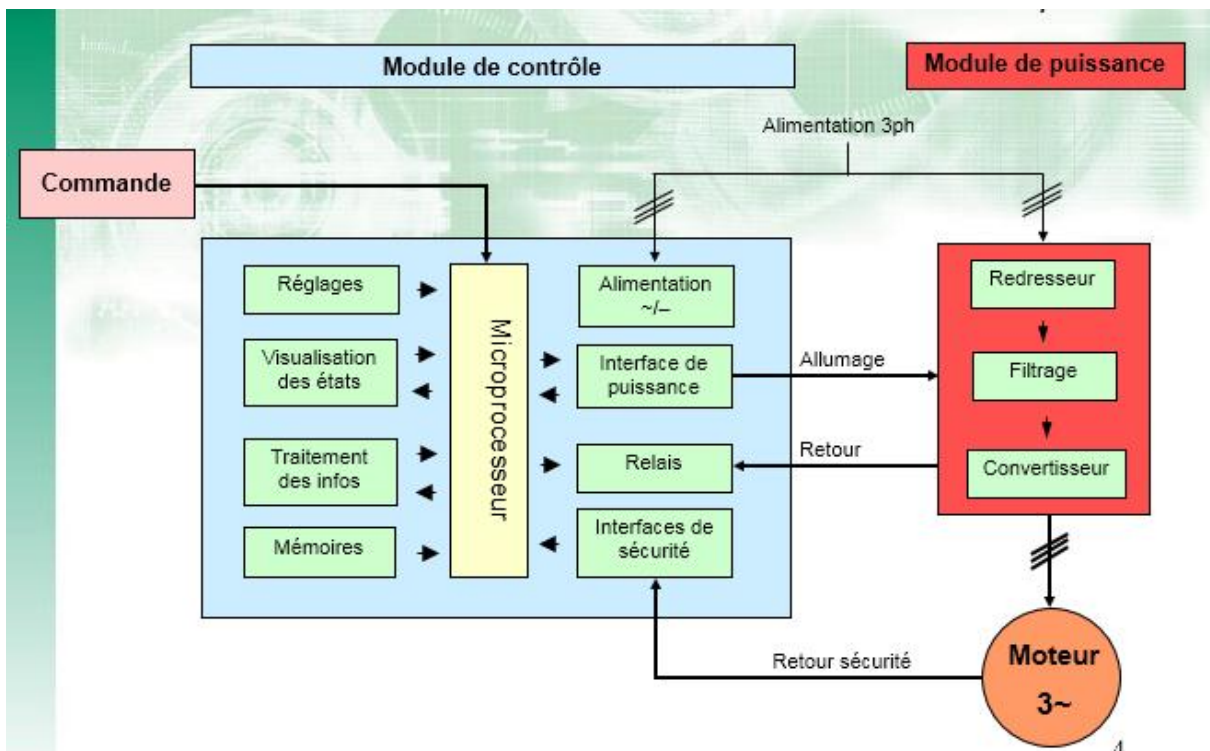


Figure I.2 : Structure générale d'un variateur de vitesse électronique [9]

- Le module de puissance est constitué en 3 parties :
 - Le redresseur composé de diodes de redressement
 - Le Filtrage composé de condensateurs
 - L'onduleur composé de transistors bipolaires de puissance (IGBT)

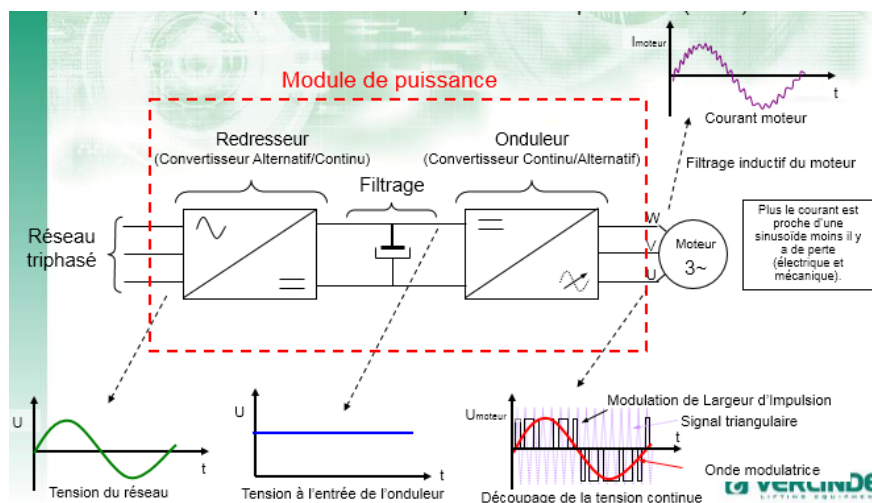


Figure I.3 : Module de puissance d'un variateur de vitesse

- L'unité de traitement du signal permet de varier et réguler la vitesse :

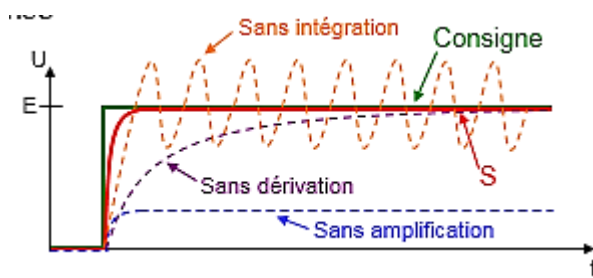
Basés sur des circuits de hautes technologies tels que des ASIC (circuits numériques programmables) associés à un microprocesseur permettant un contrôle précis.

- Contrôle en fréquence, en tension, en courant
- Contrôle en vitesse, en couple, en flux
- La régulation de vitesse est réalisée par correction du type PID toutes les 1 ms

P : proportionnel → amplification du signal

I : Intégrale → stabilisation du système

– D : Dérivée → réduction du temps de réponse



$$S = A \times E' \times \frac{1}{T_i} \times \int E' dt \times T_d \times d \frac{E'}{dt} t$$

I.5 Quadrants de fonctionnement des variateurs [1]

Deux paramètres définissent le fonctionnement des systèmes donc des moteurs. Ces deux Paramètres sont le couple et la vitesse.

Le couple dépend de la charge qui peut être entraînée ou entraînant. Le signe de la vitesse dépend du sens de rotation du moteur.

4 quadrants définissent les zones de fonctionnement :

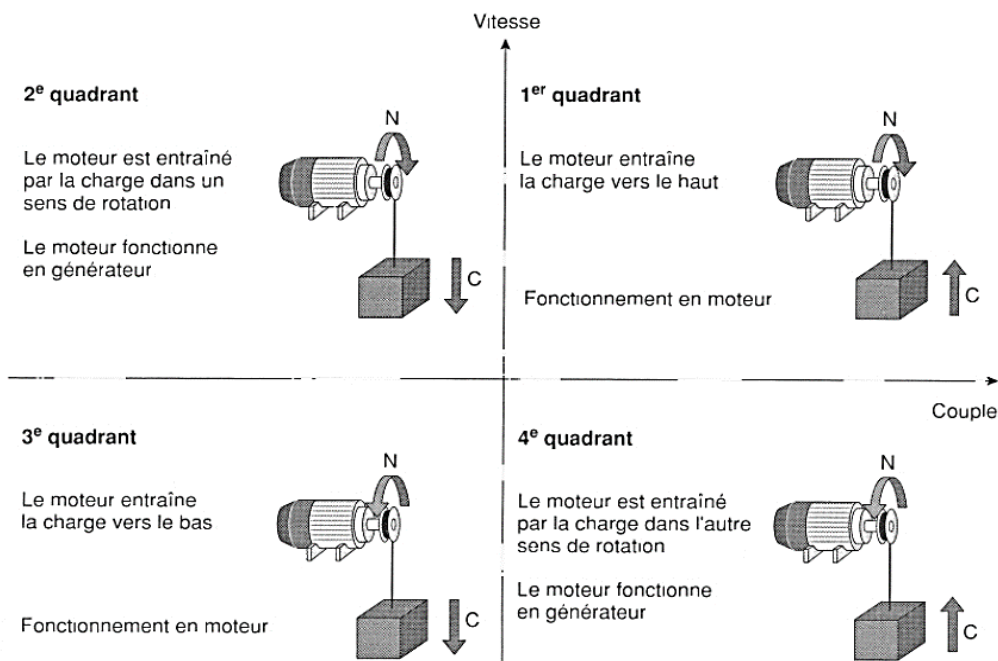


Figure I.4 : Quadrants de fonctionnement des variateurs [1]

I.6 Les principales fonctions des variateurs de vitesse électroniques : [9]

Les variateurs de vitesses sont des systèmes qui convertissent les caractéristiques d'une alimentation en fonction d'une consigne donnée. Ils ont plusieurs fonctions parmi lesquelles :

- Le **démarrage** : le moteur passe de la vitesse nulle jusqu'à sa vitesse établie en un temps prédéfini et en évitant les pointes d'intensité.
- La **variation de vitesse** : modification de la fréquence de rotation du moteur par accélération ou décélération en un temps donné.
- La **régulation** : la fréquence de rotation du moteur est maintenue constante quelles que soient les fluctuations de la charge (dans certaines limites).
- Le **freinage** : le moteur passe d'une vitesse établie à une vitesse inférieure (ralentissement) ou à la vitesse nulle (arrêt) avec maintien en position possible.
- L'**inversion du sens de rotation** : permet de faire fonctionner le moteur dans les deux sens de rotation.
- La **récupération d'énergie** : permet lors d'un ralentissement ou d'un freinage des systèmes de transformer l'énergie mécanique en énergie électrique. Dans ce cas, le moteur fonctionne en génératrice et l'énergie récupérée peut être soit dissipée dans des résistances, soit utilisée pour recharger des batteries ou encore réinjectée dans le réseau.

I.7 Convertisseur de fréquence pour moteur asynchrone [7]

Les variateurs de type «convertisseurs de fréquence» sont utilisés pour alimenter les moteurs asynchrones. Ils permettent essentiellement de faire varier la vitesse de rotation de ces moteurs, mais aussi d'obtenir des caractéristiques de fonctionnement du moteur radicalement différentes de celles obtenues lors de l'utilisation normale à amplitude et fréquence constantes (moteurs alimentés en direct par la tension du réseau). La vitesse de rotation du moteur varie en fonction de la fréquence de la tension d'alimentation. Les variateurs utilisent cette caractéristique pour obtenir une régulation en vitesse. L'évolution de l'électronique de puissance et de la vitesse des processeurs a permis de développer de très bons systèmes de contrôle des caractéristiques de fonctionnement.

I.8 Principe de fonctionnement du variateur de fréquence [8]

Le convertisseur de fréquence utilise le principe de la variation de la fréquence des sinusoïdes et de la tension afin de maintenir un couple constant à toutes les fréquences. Cette technique nous permet de varier la vitesse de nos machines de manière régulière, sans à-coup, y compris à basse vitesse. La forme du courant de sortie est proche de la sinusoïdale.

Description de fonctionnement :

La tension alternative triphasée est convertie en tension continue par l'intermédiaire du pont redresseur et des condensateurs de filtrage. Cette tension continue est alors découpée par un pont onduleur à transistors. L'ajustage de la largeur des impulsions et leur répétition permet d'ajuster l'alimentation du moteur en tension et en fréquence afin de garantir un rapport tension/fréquence constant dans le moteur.

Un signal externe de vitesse est transmis au bloc de commande ASIC (action par microprocesseurs). Le bloc de commande, après comparaison des signaux internes et externes, actionne la commande des transistors.

Le dialogue avec l'opérateur est facilité par la console LCD du variateur ou par la connexion d'un PC.

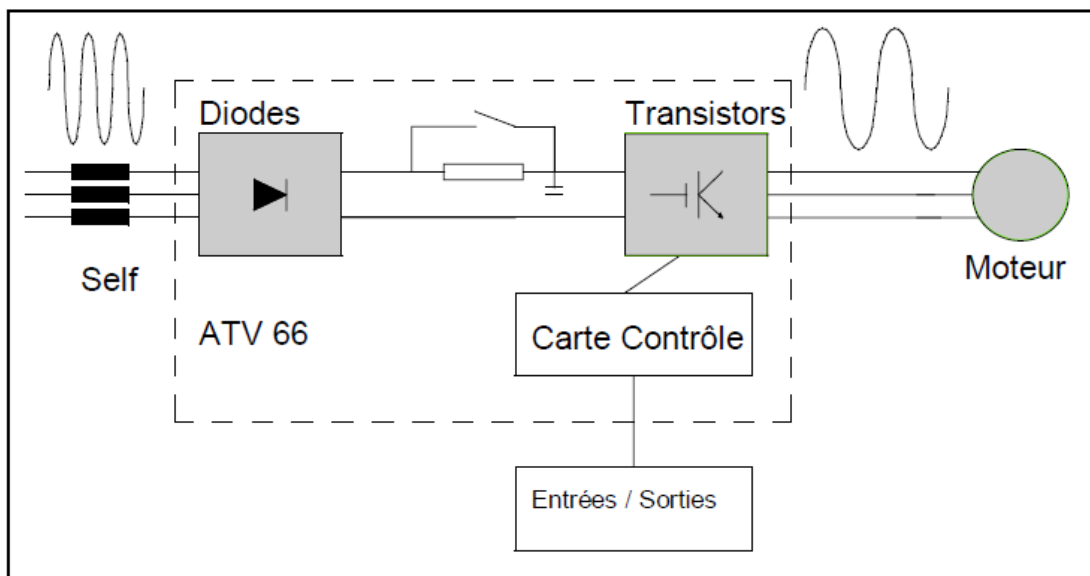
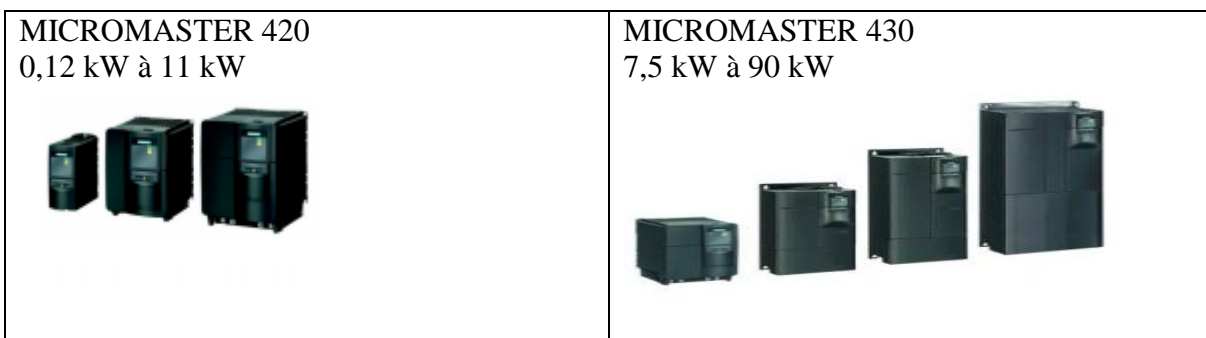


Figure I.5 : Schéma électrique d'un variateur de vitesse [8]

I.9 La gamme des variateurs MICROMASTERS [5]

Les MICROMASTERS sont une gamme de variateurs de fréquence qui permettent de commander la vitesse des moteurs asynchrone triphasés. Ils sont disponibles en différentes variantes allant du MICROMASTER compact pour entrée 120 W monophasé au MICROMASTER pour entrée 7.5 kW triphasé.



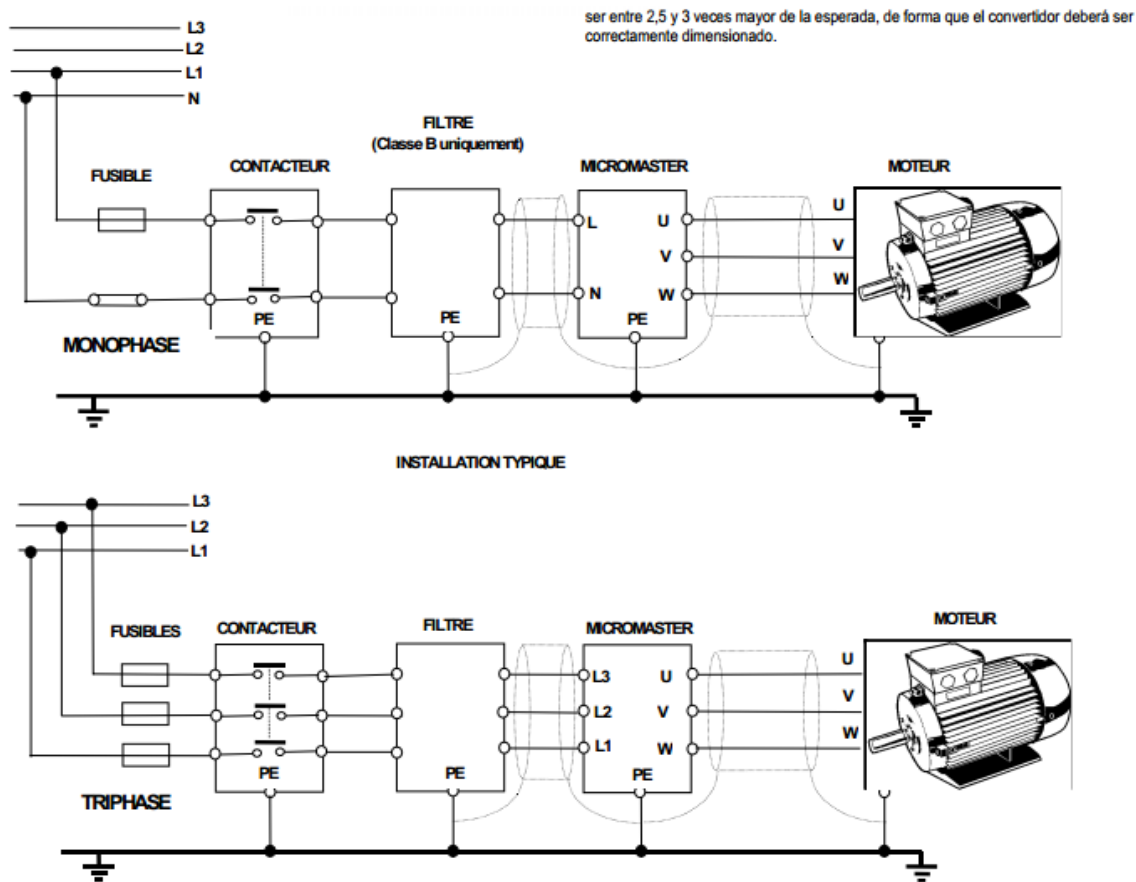


Figure I.6 : Branchement réseau. [6]

I.10 Conclusion :

Cette section ma a permis de faire une étude générale de la technologie des variateurs de vitesse leur principe de fonctionnement et de présenter la gamme des variateurs de fréquence MICROMASTER de la firme SIEMENS.

CHAPITRE II

Les réseaux locaux Industriels PROFIBUS

II.1 Introduction

L'automate programmable industriel doit être connecté à d'autres matériels à processeur, et pouvoir dialoguer avec les agents d'exploitation. Il faut donc se pencher sur ses liens avec son environnement et les fonctions qu'il doit assurer.

Dans ce chapitre, je présente une étude sur le réseau locale industriel PROFIBUS et sur le paramétrage des variateurs de vitesse électroniques SIEMENS, J'étudier tout d'abord la communication maître-esclave par PROFIBUS, j'explique le protocole de communication ensuite je décris les étapes de paramétrage sur le logiciel DriveMonitor.

II.2 Le réseau local industriel PROFIBUS

II.2.1. Définition et normalisations PROFIBUS [2]

PROFIBUS (Processus Field Bus) est le bus de terrain ouvert qui connaît un grand succès dans un large domaine d'application pour une production efficace et économique.

PROFIBUS est un réseau en bus pour la communication de processus et de terrain dans les réseaux de cellules mettant en œuvre un petit nombre de stations et des appareils de terrain ainsi que pour la communication de données conforme à CEI 61158/EN 50 170.

II.2.2 Fonctions de communication [12]

La communication de processus ou de terrain (PROFIBUS DP, PROFIBUS PA) sert à la connexion d'appareils de terrain à un système d'automatisation, système IHM ou système de conduite.

La connexion peut être réalisée par le biais d'interfaces intégrées à l'unité centrale ou par l'intermédiaire de coupleurs (IM) et de processeurs de communication (CP).

Avec les systèmes d'automatisation performants actuels, il est souvent plus efficace de relier plusieurs lignes PROFIBUS DP à un système d'automatisation, non seulement pour augmenter le nombre de stations de périphérie connectables, mais aussi pour pouvoir gérer différentes zones de production indépendamment les unes des autres (segmentation).

II.2.3 Définitions générales concernant le PROFIBUS-DP [10]

PROFIBUS-DP (périphérie décentralisée) est un profil de communication PPOFIBUS. Il est optimisé pour la transmission rapide de données à temps critique au niveau du terrain, à des coûts de connexion minimes.

PROFIBUS est un système multimaître qui assure l'interopérabilité sur un bus commun de plusieurs systèmes d'automatisation, d'ingénierie ou de visualisation avec des appareils décentralisés sur site.

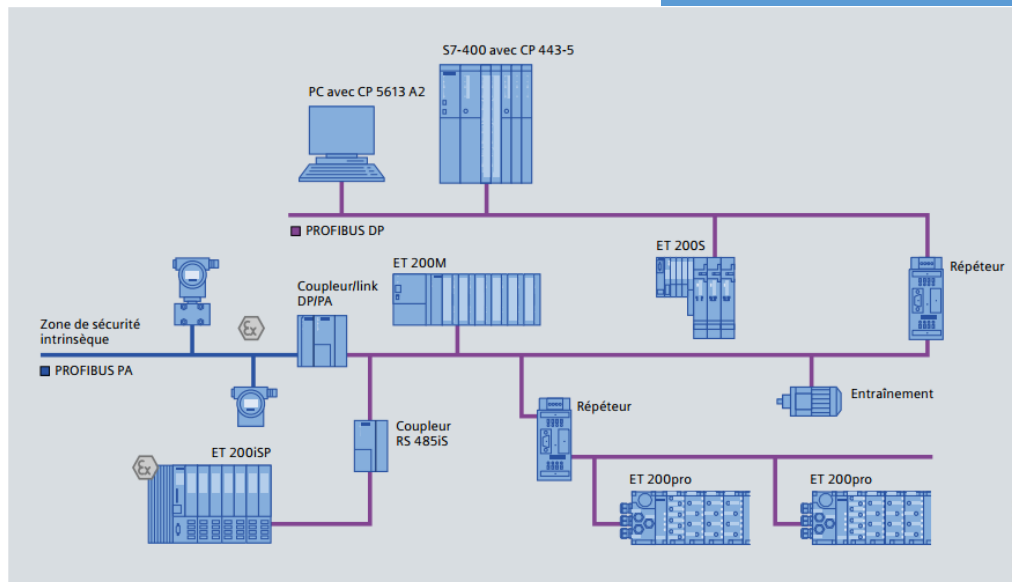


Figure II.1: configuration d'un réseau PROFIBUS [10]

II.2.4 Technique de transmission RS-485 [10]

Des critères tels que la vitesse de transmission et le mode d'installation simple et économique jouent un rôle déterminant dans le choix de la technique de transmission. La vitesse de transmission peut être choisie librement entre 9,6 kBauds et 12 MBauds.

Tous les appareils seront branchés dans une structure de bus (ligne). Il est possible d'interconnecter jusqu'à 32 abonnés (maître ou esclaves) dans un segment.

II.2.5 Procédure d'accès au bus [10]

Le PROFIBUS fonctionne selon le principe du passage de jeton, c.-à-d. les stations actives (maître) se voient attribuer le droit d'émettre dans une fenêtre de temps définie sur un anneau logique. Ce maître peut alors communiquer dans cette fenêtre de temps avec d'autres maîtres ou gérer la communication avec les esclaves associés selon une procédure maître / esclave d'ordre inférieur. Le PROFIBUS-DP utilise en premier lieu la procédure maître–esclave, l'échange des données avec les entraînements tels que MICROMASTER 4 s'effectuant principalement de manière cyclique.

II.2.6 Echange des données par le PROFIBUS-DP [10]

Cette solution permet un échange très rapide des données entre les systèmes situés à un niveau supérieur dans la pyramide d'automatisme (par ex. SIMATIC, SIMADYN D, PC/PG) et les entraînements. L'accès aux entraînements s'effectue toujours selon la procédure maître-esclave, les entraînements étant systématiquement des esclaves. Chaque esclave est identifiable de manière univoque par son adresse sur le bus (MAC).

II.2.7 Echange des données via PROFIBUS [10]

La commande du MICROMASTER s'effectue sur le canal cyclique de PROFIBUS-DP. De plus il est possible d'échanger des paramètres par cette voie.

La structure des données utiles pour le canal cyclique est définie dans le profil PROFIDrive version 2.0 et appelée PPO (Objet Paramètres Données process).

Le profil PROVIDrive définit la structure des données utiles pour les entraînements, qui permet au maître d'accéder aux entraînements esclaves par un échange de données cyclique.

La structure des données utiles conforme aux PPO

La structure des données utiles dans la transmission cyclique se subdivise en deux parties qui peuvent être transmises dans chaque télégramme:

- La zone des données processus (PZD), c.-à-d. des mots de commande et des valeurs de consignes et/ou des informations d'état et des valeurs de mesure.
- La zone des paramètres (PKW) pour lire / écrire des valeurs de paramètre, par ex. la lecture des défauts ainsi que la lecture des informations concernant les propriétés d'un paramètre comme par ex. la lecture des limites min. et max.

Le choix de chaque type PPO est fonction de la tâche affectée au variateur dans le système d'automatisation. Les données processus sont transmises systématiquement. Elles sont traitées dans le variateur avec la priorité maximale et dans les tranches de temps les plus courtes.

Le variateur est piloté par les données processus, par ex. mise en marche / arrêt, transmission des consignes, etc.

A l'aide de la zone des paramètres, l'utilisateur accède librement par le bus à tous les paramètres se trouvant dans le variateur. Il peut par exemple lire des informations détaillées concernant des diagnostics, des messages de défaut, etc.

Ainsi, les télégrammes de transmission cyclique des données présentent la structure de base suivante:

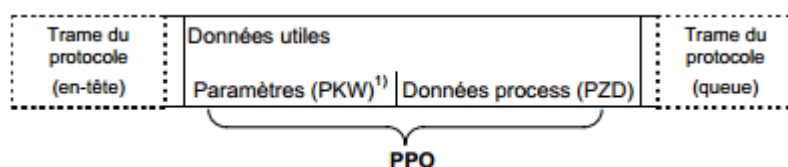


Figure II.2 : Structure générale du télégramme de transmission cyclique des données [10]

Il existe Cinq types PPO sont représenté dans la figure:

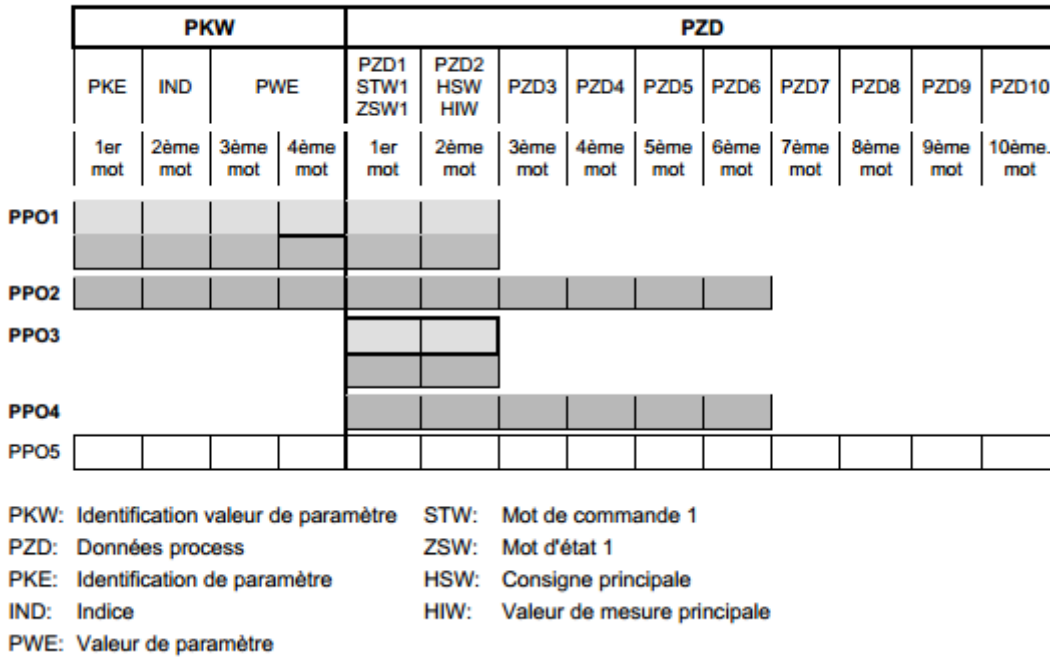


Figure II.3: objet paramètres/Données processus de type PPO[10]

MICROMASTER 420 supporte seulement les PPO1 et PPO3 (grisés).

MICROMASTER 440/430 supporte PPO1, PPO2, PPO3 et PPO4 (grisés).

- **Zone des données de paramétrage (PKW)**

La partie PKW du télégramme (identification / valeur de paramètre) permet de surveiller et/ou de modifier n'importe quel paramètre dans le variateur.

- **Zone des données process (PZD)**

Les données process permettent de transmettre des mots de commande et des consignes (requêtes: maître → variateur) et/ou des mots d'état et des valeurs de mesure (réponses: variateur → maître).

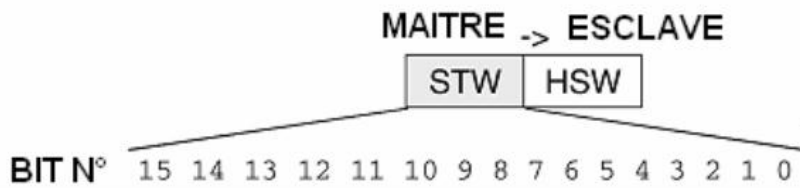
Le tableau suivant donne la structure de la partie de trame existante, qui est le PZD :[11]

	PZD1	PZD2
Trame de requêtes (Maître _ Esclave)	Mot de contrôle (STW)	Valeur principale théorique (HSW)
Trame de réponses (Esclave _ Maître)	Mot d'état (ZSW)	Valeur principale pratique (HIW)

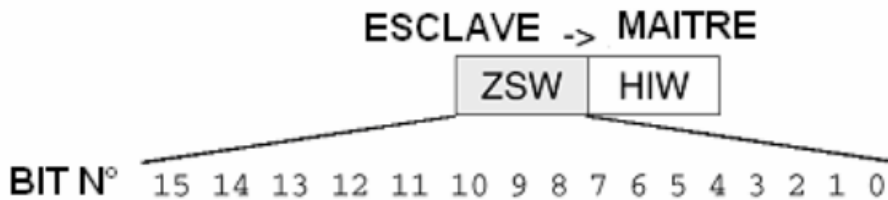
Tableau II.1 : Structure de la PZD dans le PPO3 [11]

La structure en bit, avec l'affectation pour chaque bit est donnée comme suit : [11]

- Le mot de contrôle (STW)



➤ Le mot d'état (ZSW)



Nous allons exploiter ces bits pour la commande du moteur via le variateur, pour ce qui est des bits de d'ordre de commande STW, et pour le diagnostic, pour ce qui est des bits du mot d'état ZSW.

La consigne de vitesse pour le moteur sera transmise via le mot HSW, et la mesure de vitesse estimée par le variateur sera chargée directement du mot HIW.

II.3 Configuration de la liaison PROFIBUS-DP entre le variateur

MICROMASTER 4 et API avec STEP 7 [13]

Dans STEP 7 "Configuration de matériel/HW-Config", on ouvre le dossier du catalogue PROFIBUS-DP " SIMOVERT ; on vérifie si le MICROMASTER 4 est disponible. Si ce n'est pas le cas, le fichier GSD (fichier source de l'appareil) du MM4 peut être importé dans le catalogue du matériel.

Maintenant on va configurer la liaison PROFIBUSDP, et cela en créant un réseau PROFIBUS maître, La configuration des paramètres de transmission est accessible dans le menu «Propriétés » :

- La vitesse de transmission choisie : 1,5 Méga Bits/seconde ;
- Le profil choisi est bien sûr le DP.

Ainsi on aura créé le nouveau réseau PROFIBUS-DP entre CPU et Variateurs.

Ensuite on va insérer et paramétrer les esclaves, pour cela, on va insérer le Micromaster 4 qui se trouve dans le chemin d'accès suivant :

PROFIBUS-DP → Autres APPAREILS DE TERRAIN → SIMOVERT.

On choisit par la suite le standard de communication approprié, qui est dans notre application le PPO3.

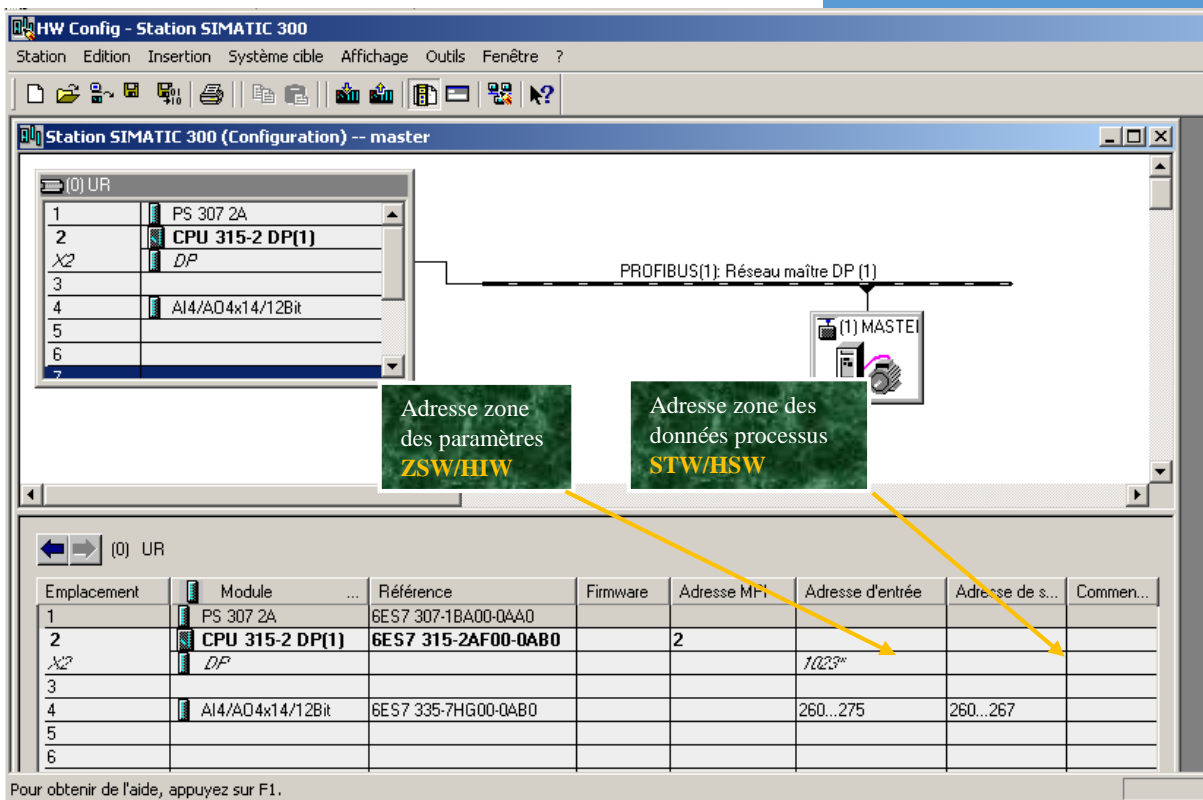


Figure II.4 : Adressage des entrées-sorties pour la communication PROFIBUS-DP

II.4. Paramétrages du Variateur de vitesse MICROMASTER :

Les paramètres permettent d'adapter le variateur à une application bien déterminée. Chaque paramètre est identifié par un numéro de paramètre, un texte de paramètre et par des attributs spécifiques. Le numéro de paramètre est unique dans un système de variateur.

L'accès aux paramètres du MICROMASTER est possible moyennant les panneaux de commande et logiciels suivants :

II.4.1.L'accès aux paramètres du MICROMASTER par le logiciel Drive Monitor : [3]

Le logiciel Drive Monitor c'est une interface de paramétrage et de configuration pour tous types de convertisseurs/onduleurs, il réalise un grand nombre de fonctions de commande et de régulation, de fonctions de communication ainsi que de fonctions de diagnostic et de conduite à l'aide de blocs fonctionnels.

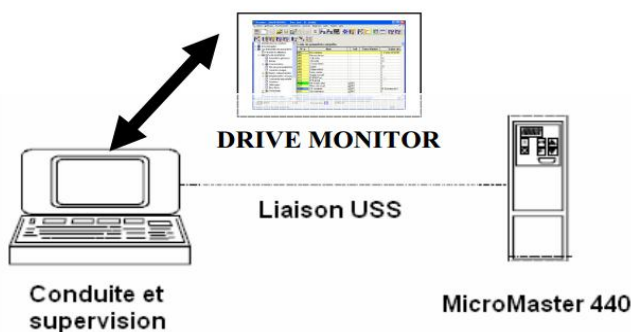


Figure II.5 : Le paramétrage via Drive Monitor [2]

Pour le paramétrage de Master Drive on choisit le paramétrage par assistance guidé en ligne avec le logiciel Drive Monitor, tel qu'il est montré dans la figure, pour toute modification ou ajustement on aura recours à la liste complète des paramètres.

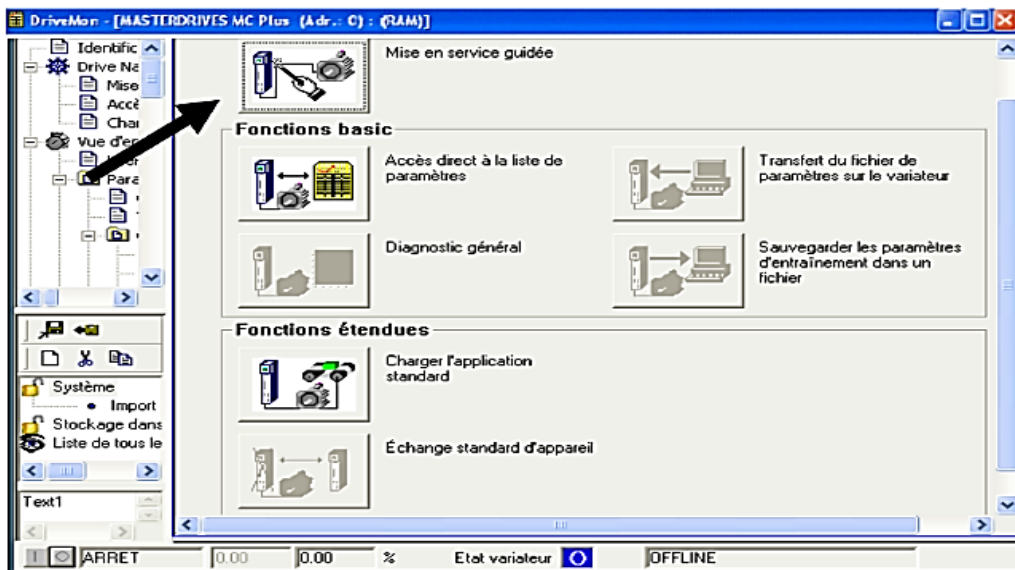


Figure II.6 : Logiciel de paramétrage DRIVE MONITOR

En choisissant la mise en service guidé, on a paramétré le variateur selon le besoin et la tâche, après identification de la série du variateur, nous introduisons les informations du moteur conformément à la plaque signalétique du moteur.

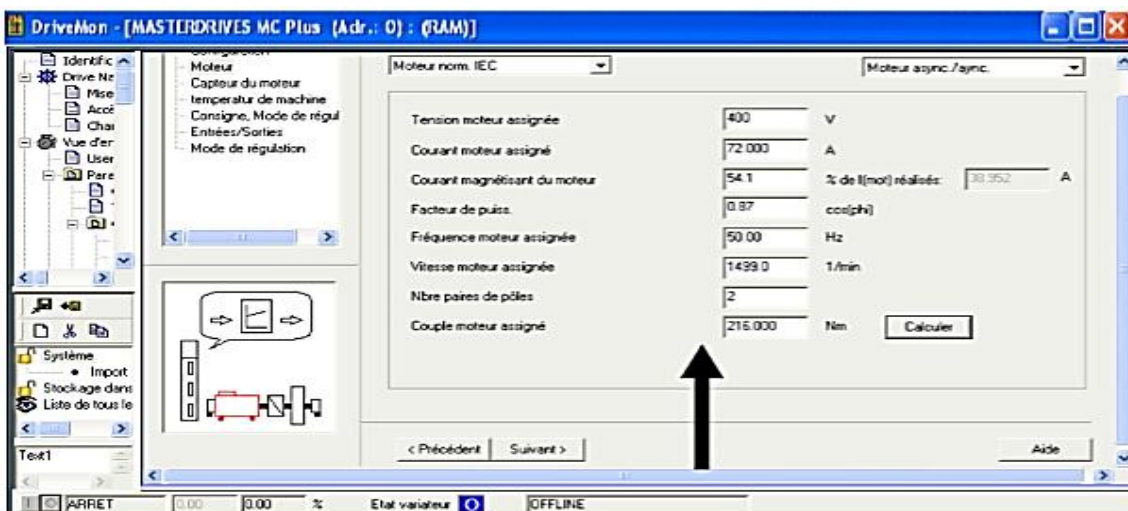


Figure II.7 : Identification du moteur [3]

Dans l'étape suivante on passera au choix du mode de régulation et la provenance de la commande. Dans notre cas, la commande est scalaire U/f sans capteur de vitesse, la communication entre automate et le MICROMASTER est via PROFIBUS-DP.

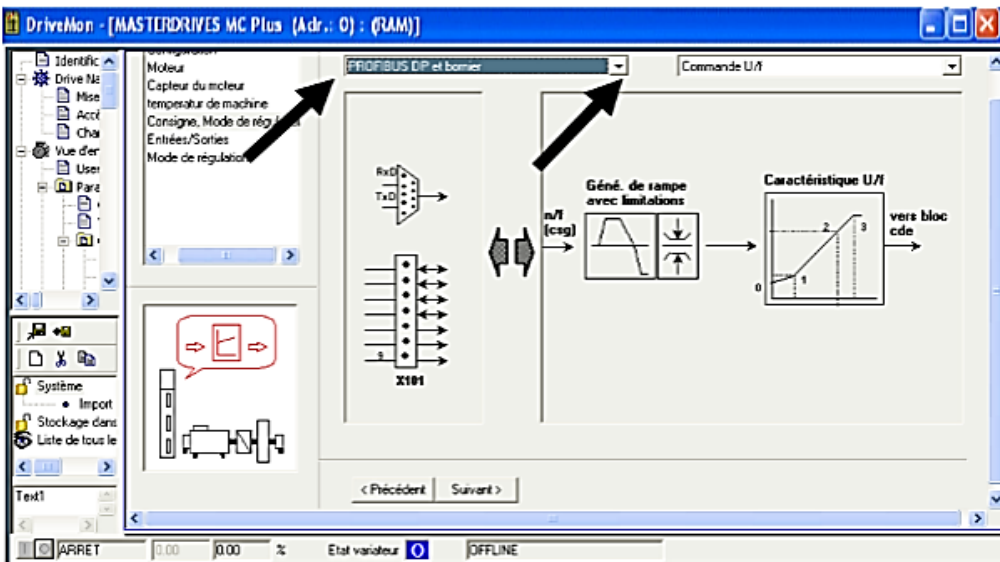


Figure II.8 : Mode de régulation et type de commande [3]

Dans ce qui suit, nous assignons les entrées/sorties du bornier, l'adresse du PROFIBUS qui doit correspondre à l'adresse assigné lors de la configuration du matériel STEP7 dans l'automate

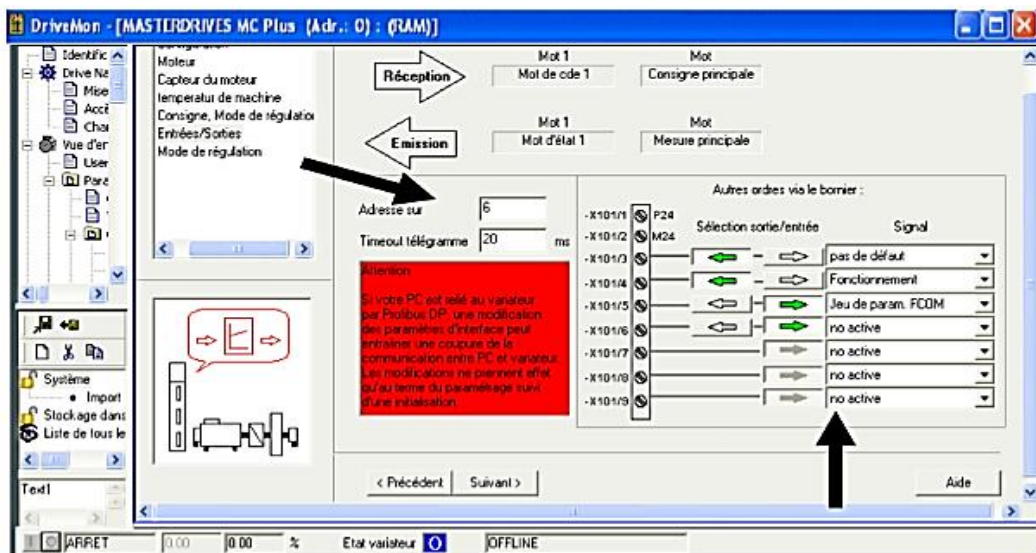


Figure II.9 : Assignation des entrées/sorties et de l'adresse PROFIBUS –DP[3]

La dernière étape est le paramétrage du mode de régulation, pour affecter essentiellement, le temps de montée jusqu'à une vitesse de référence (rampe d'accélération = gradient positif de la fréquence / temps), ainsi que la rampe de décélération (gradient négatif de la fréquence / temps), on programme une vitesse de référence et le temps pour passer de cette vitesse à zéro.

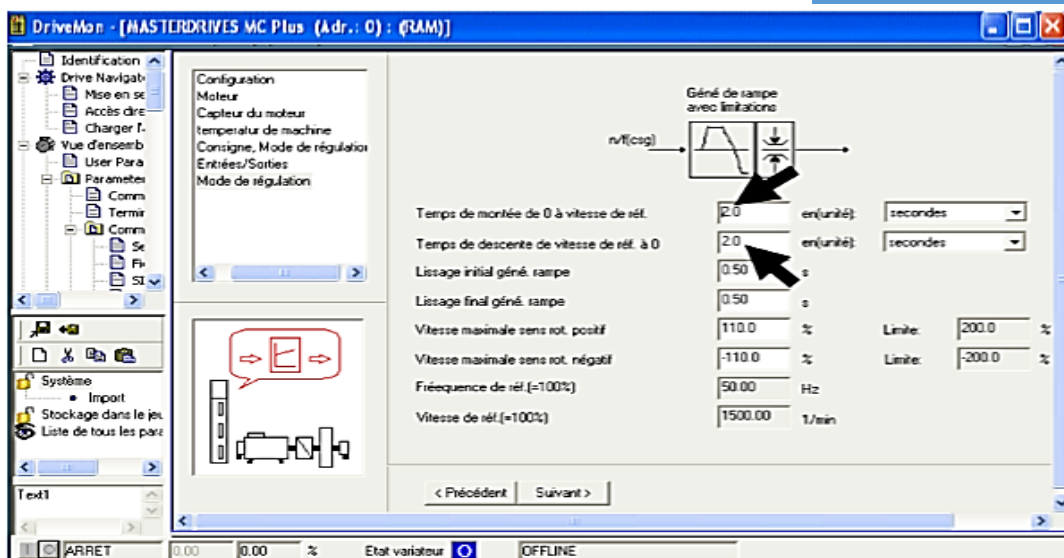


Figure II.10 : Paramétrage du mode de régulation en U/f [3]

Le paramétrage assisté étant terminé, il suffit de le valider et transférer vers le variateur par la liaison USS.

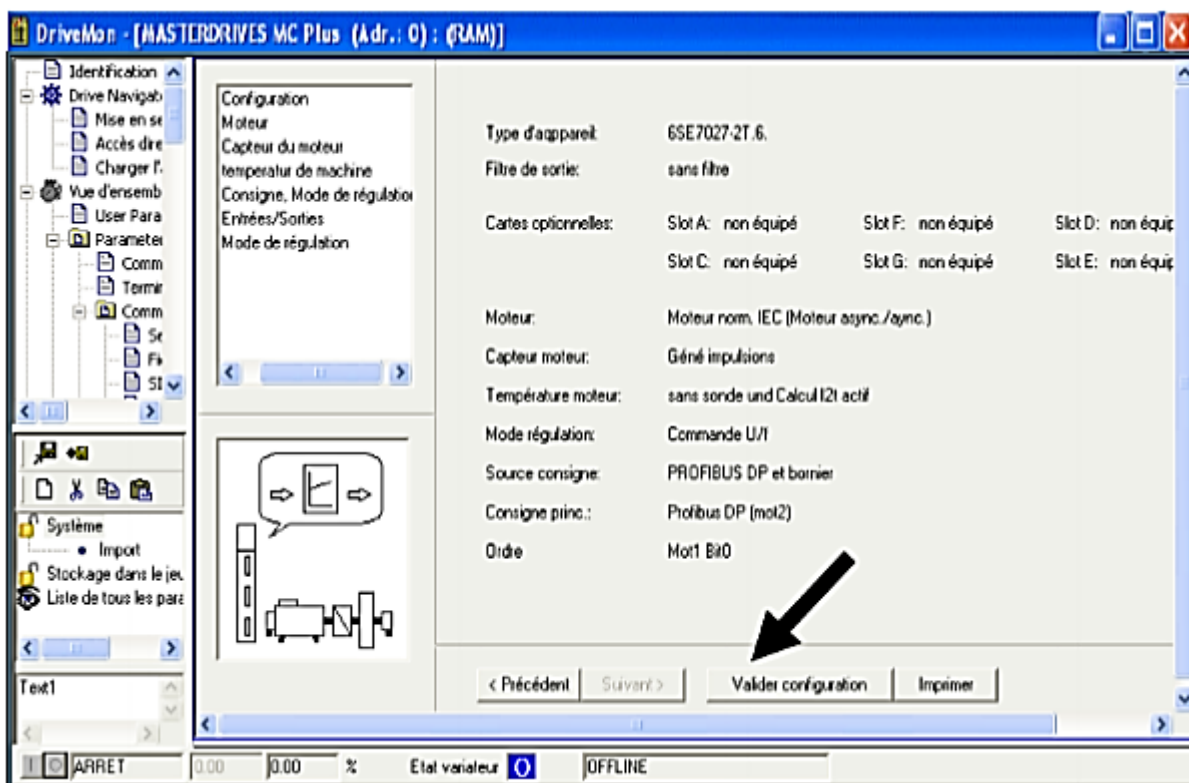


Figure II.11 : Validation de la configuration [3]

II.4.2.L'accès aux paramètres du MICROMASTER par le Panneau de commande :

Le MICROMASTER peut être équipé en option d'un BOP (Basic Operator Panel) ou d'un AOP (Advanced Operator Panel).

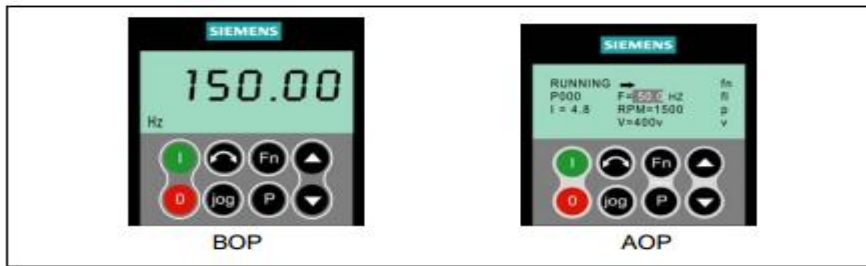


Figure II.12 : panneaux de commandes [12]

-Contrairement à l'AOP, le BOP ne nécessite aucun réglage ni prise en compte de paramètres pour la communication entre BOP et variateur.

II.5 Description Le module de communication PROFIBUS-DP[10]

Le module de communication PROFIBUS-DP (module optionnel PROFIBUS) sert à relier des variateurs de la gamme SIMOVERT MICROMASTER 4 aux systèmes d'automatisation de niveau supérieur par le biais du bus de terrain PROFIBUS-DP.

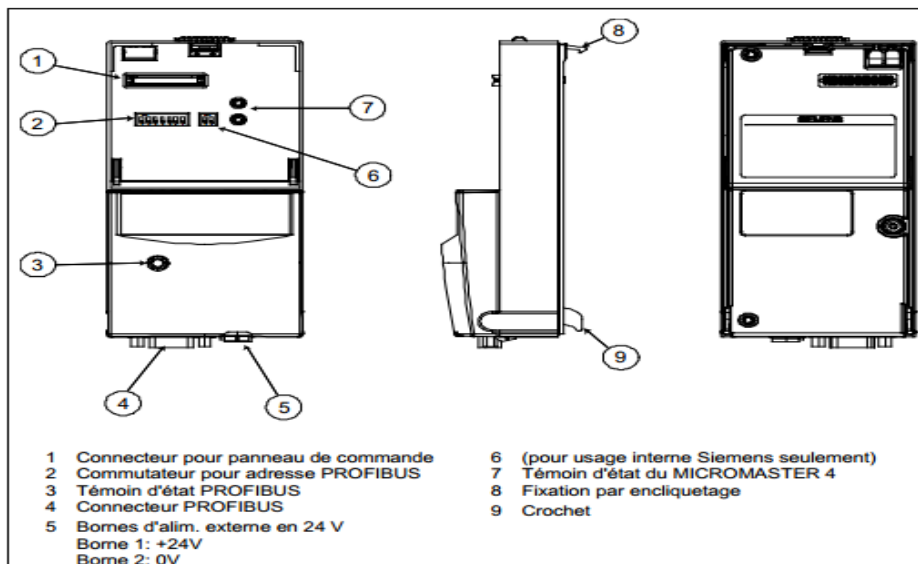


Figure II.13: Vue du module de communication [10]

II.6 Conclusion

Les réseaux de terrain sont devenus quasiment "incontournables" dans la conception d'une architecture de contrôle-commande d'un système de production automatisé et leur évolution en termes de services et performances peut remettre en question l'organisation du flux d'informations au sein de cette architecture.

Cette étude du protocole de communication des variateurs de vitesse m'a permis d'une part d'avoir la possibilité de paramétrer et programmer les variateurs de fréquence, d'autre part la possibilité d'agir sur les différents bits de communication me permet un contrôle précis des moteurs asynchrones.

CHAPITRE III

Conception et programmation d'un variateur MICROMASTER
avec régulation de débit dans l'application « Maquette de station
de Pompage à base de l'API Siemens »

III.1. Introduction :

La commande de la pompe est assurée grâce à un environnement constitué de débitmètres, variateur de vitesse...etc. Ces accessoires permettent de collecter des informations sur le fonctionnement, et aide à mieux gérer ce dernier.

Dans ce chapitre, nous allons décrire la gestion et la régulation de vitesse de la pompes qui influe directement sur le débit dans le prototype de la station de pompage déjà réaliser et décrit dans le projet de fin d'étude et effectuée à base d'un automate programmable Siemens. Cette application décrit le fonctionnement hydraulique d'une station de pompage et met en relief le choix de la commande et la technique de régulation afin de développer le programme qui sera implémenté au sein de l'automate pour répondre au cahier de charge.

On s'intéresse dans ce chapitre sur les points suivants:

- fixer le type de commande du variateur de vitesse selon les possibilités offertes par ce dernier.
- Paramétrage de la communication entre le variateur de vitesse MICROMASTER et API Siemens.
- Ecriture du programme pour la gestion de l'installation et la gestion de variateur de vitesse
- Choisir un mode de régulation de débit par le bloc PID intègre dans STEP7.

III.2. Eléments de commande, de gestion et de supervision de la Maquette de la station de pompage

La paire Automate/Variateur constitue les deux éléments principaux pour la gestion et l'entraînement dans les installations de pompage.

Pour cette application nous avons utilisé :

- Un automate Siemens de la gamme SIMATIC S7-300 doté des caractéristiques suivant :
 - CPU 314 IFM, doté d'une mémoire de travail 48Ko,
 - Un module d'entrées logiques DI16/DO16;
 - Un module d'entrées/sorties analogiques AI4/AO1 (pour la mesure de débit).
 - Un port MPI.
 - Une alimentation S307 2A alimenté en monophasé 220 V et qui délivre du 24V.
- PC, système d'exploitation Windows
- Logiciel STEP7 V 5.5
- Interface MPI pour PC (adaptateur PC)
- Une station PC est programmée avec le logiciel HMI Win CC flexible, pour la vision des états de chaque élément et la gestion de toute l'installation.
- la communication entre automate et le MASTERDRIVE est via PROFIBUS-DP.

On commande la pompe centrifuge QB50 par un variateur vitesse SIMOVERT MASTER DRIVE de SIEMENS, et par un débitmètre de sortie analogique, qui mesure le débit et le transmet vers l'automate S300.

D'une manière générale, la figure qui suit illustre la disposition de chaque élément :

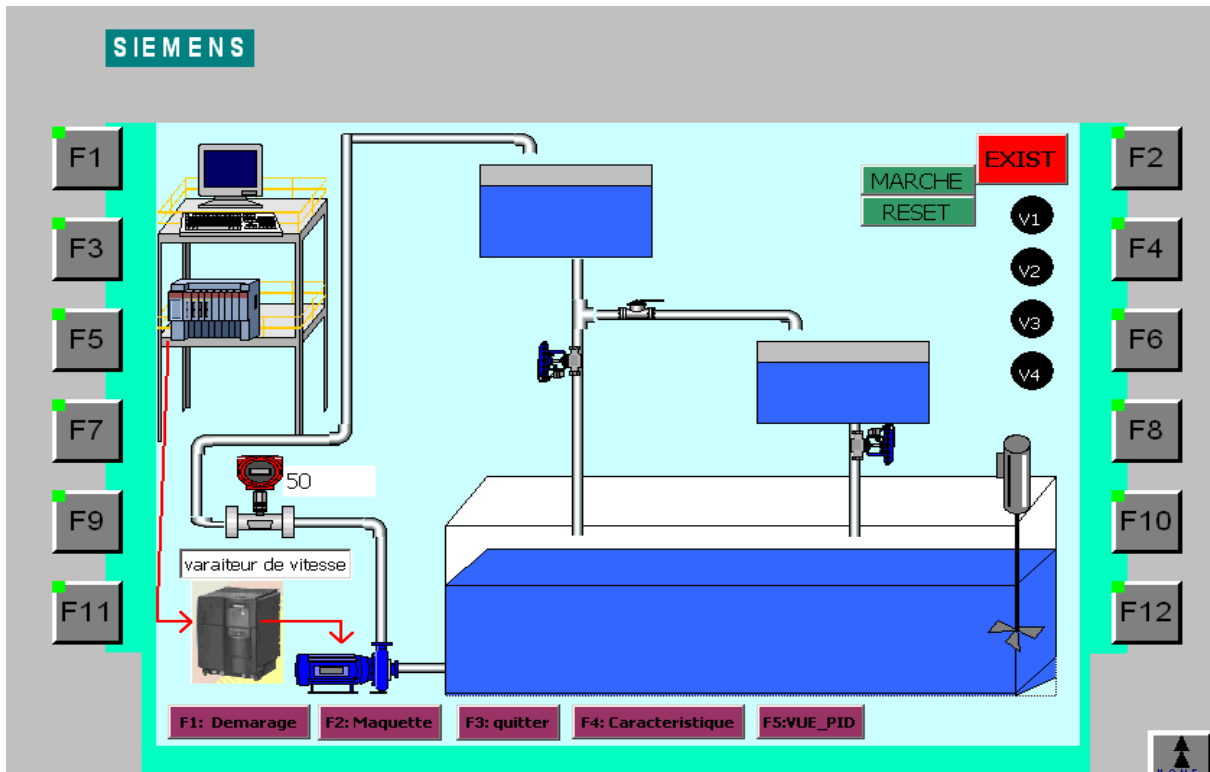


Figure III.1 : Vue de la maquette de station de pompage.

Le schéma qui suit montre les différents constituants de la maquette

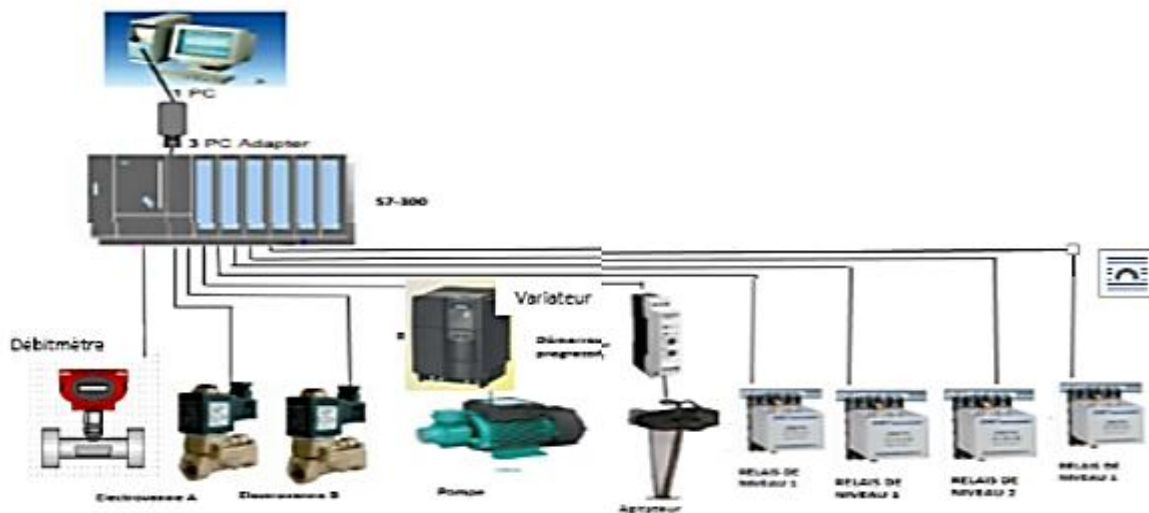


Figure III.2: Synoptique du prototype.

- Description du Schéma électrique de la station

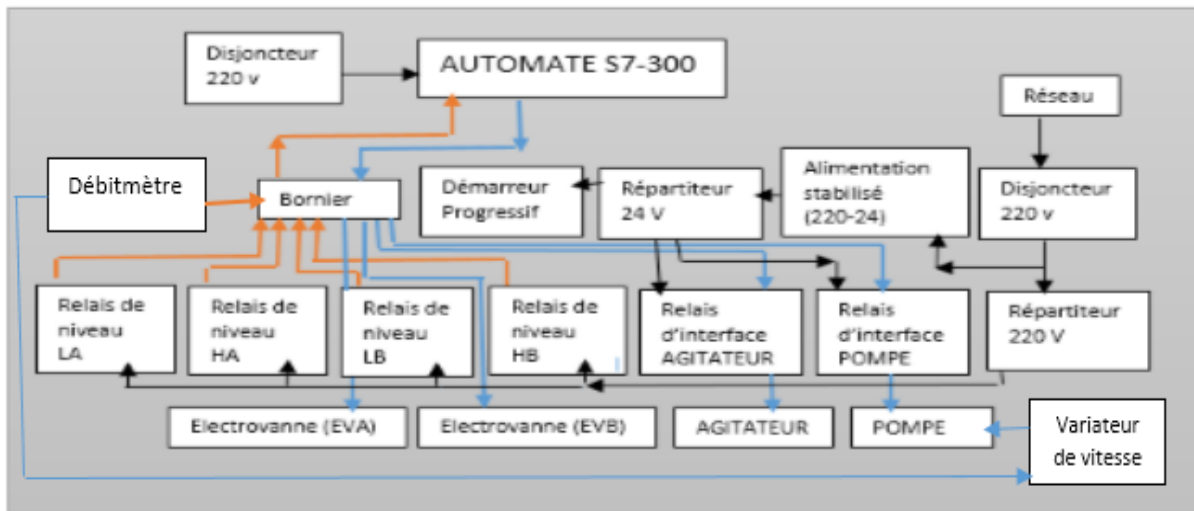


Figure III.3 : Description du Schéma Electrique de la station

III.3.Développement du projet pour gestion du prototype de la station de pompage

L'étape suivante consiste à créer et développer le programme de contrôle et de commande qui sera implémenté dans l'automate afin de gérer notre installation.

Le graphique ci-après montre ces étapes de configuration de projet et les objets à créer :

Etape	Contenu de la tache	Réalisation
1	Création du projet « Master »	<ul style="list-style-type: none"> Démarrer le SIMATIC Manager Créer un nouveau projet.
2	Insertion et configuration d'un matériel	<ul style="list-style-type: none"> Insérer la CPU Insérer l'alimentation électrique et les module de signaux adressages
3	Programmer API	<ul style="list-style-type: none"> Créer des tables des mnémoniques. Créer un bloc global de données. Créer les différentes fonctions. Appeler les blocs de programme dans le bloc principal [OB1].
4	Visualisation du processus	<ul style="list-style-type: none"> Configurer le HMI Advanced . Créer les vues.
5	Tester en ligne	<ul style="list-style-type: none"> Tester le programme sur Plcsim

		<ul style="list-style-type: none"> • Tester la visualisation du processus sur WinCC flexible.
--	--	--

Tableau III.1 : les étapes du développement du projet

Le programme dans le projet S7 concerne application : « Réalisation d'une Maquette de station de pompage à base d'API SIEMENS », traduit le cahier des charges établies pour un fonctionnement optimal de notre prototype(les cahiers des charges et les programmes sont définis dans l'annexe).

On repartira le programme de notre application en plusieurs sous-programme et fonctions :

- Le bloc d'organisation cyclique OB1 comportera essentiellement l'appel aux fonctions :
- le programme de gestion de la station :
 - FC1 : contenant le programme de la manipulation 1.
 - FC2 : contenant le programme de la manipulation 2.
- Le FC3 comportera le programme de gestion du MASTERDRIVE et cela a la mise en Communication et l'envoi du mot de commande et la réception du mot d'état.
- L'OB35 cyclique qui fait appel au
 - FB41 de régulation « CONT-C » pour réguler le débit de l'installation.
 - FC105 : Fonction « Mise à l'échelle » de la valeur brute (0-27648) vers une représentation en% d'une entrée analogique.
 - FC106 : Fonction « Annuler la mise à l'échelle » de la représentation en % vers une valeur brute (0-27648) d'une sortie analogique.
- Les différents OB d'alarme : OB121, OB 122, OB 86.
- Les différents blocs de données :

DB22 : pour le mot d'état.

DB23 : pour le mot de commande.

DB41 : Bloc de données associé à la fonction régulation FB41.

L'adressage du mot double 0 du bloc de donnée 10 est DB10.DBDO.

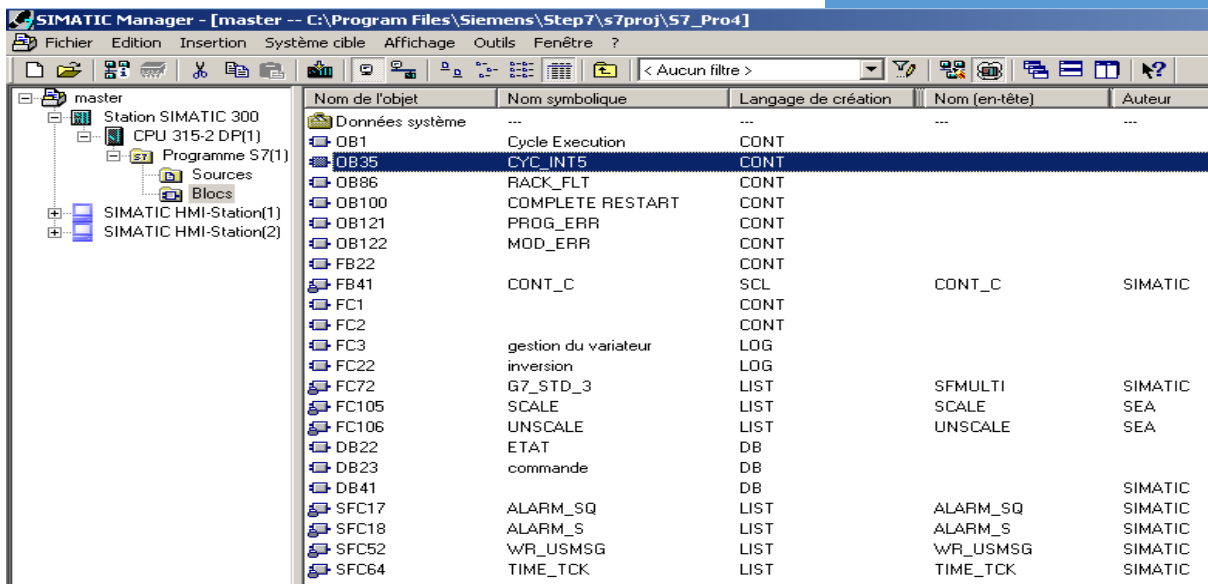


Figure III.4 : Les différentes fonctions créées dans le projet « Master »

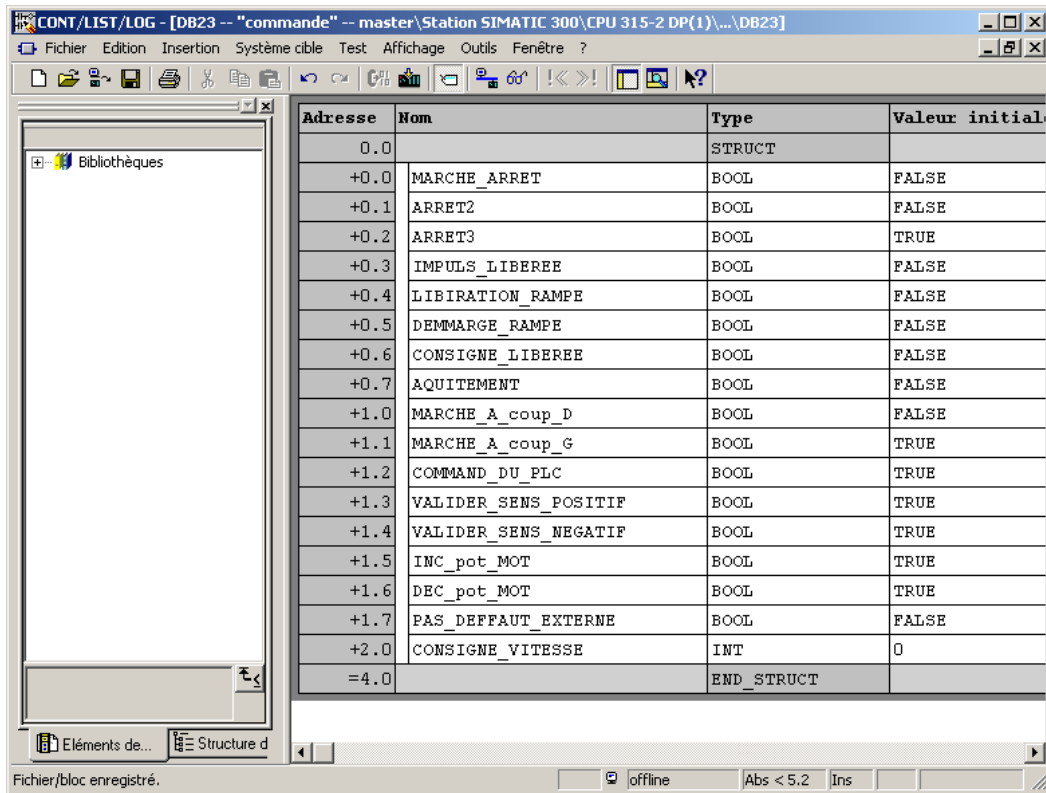


Figure III.5 : Bloc de donnée pour la commande du variateur

Adresse	Nom	Type	Valeur in:
0.0		STRUCT	
+0.0	PRET_ENLENCEMENT	BOOL	FALSE
+0.1	PRET_FONCTIONNEMENT	BOOL	FALSE
+0.2	FONCTIONNEMENT	BOOL	FALSE
+0.3	DEFAULT_VAR_ENCOUR	BOOL	FALSE
+0.4	ARRET2_ACTIVE	BOOL	FALSE
+0.5	ARRET3_ACTIVE	BOOL	FALSE
+0.6	BLOPAGE_ENLENCEMENT	BOOL	FALSE
+0.7	ALARME_ACTIVEE	BOOL	FALSE
+1.0	ECART_CSG_MESURE	BOOL	FALSE
+1.1	COMMANDE_PZD	BOOL	FALSE
+1.2	HZ_MAX_atteint	BOOL	FALSE
+1.3	DEFAULT_SOUS_TENSION	BOOL	FALSE
+1.4	CONTACT_PRINCIPAL_COMMAI	BOOL	FALSE
+1.5	GENERATEUR_RMPE_ACTIVE	BOOL	FALSE
+1.6	CONSIGNE_VITESSE_NEGATIV	BOOL	FALSE
+1.7	MAINTIEN_active	BOOL	FALSE
+2.0	MESURE_VITESSE	INT	0
=4.0		END_STRUCT	

Figure III.6: Bloc de donnée pour l'état du variateur

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		a	M 129.0	BOOL	
2		AGT	A 0.2	BOOL	Agitateur
3		ALARM_S	SFC 18	SFC 18	Generate Permanently Acknowledged Block-Rel...
4		ALARM_SQ	SFC 17	SFC 17	Generate Block-Related Messages with Acknowl...
5		b	M 129.1	BOOL	
6		c	M 129.2	BOOL	
7		commande	DB 23	DB 23	bloc de donné pour la commande du varaiteur
8		COMMANDE2	PAW 268	WORD	
9		Commutateur	M 124.7	BOOL	Activer manip2(manip1 par default)
10		COMPLETE REST...	OB 100	OB 100	Complete Restart
11		CONT_C	FB 41	FB 41	Continuous Control
12		CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
13		Cycle Execution	OB 1	OB 1	
14		d	M 129.3	BOOL	
15		e	M 129.4	BOOL	
16		ETAT	DB 22	DB 22	
17		ETAT2	PEW 268	WORD	
18		EVA	A 0.0	BOOL	Electrovanne de Cuve A
19		EVb	A 0.1	BOOL	Electrovanne de Cuve B
20		f	M 129.5	BOOL	
21		FREQUENCE	MW 10	WORD	
22		G7_STD_3	FC 72	FC 72	
23		gestion du variateur	FC 3	FC 3	
24		HA	E 0.2	BOOL	
25		HB	E 0.3	BOOL	
26		inversion	FC 22	FC 22	
27		LA	E 0.4	BOOL	
28		LB	E 0.5	BOOL	

29	MARCHE	E	0.1	BOOL		
30	marche_logiciel	M	124.5	BOOL		
31	mesure_debit	PEW	262	WORD	consigne de debit	
32	MOD_ERR	OB	122	OB	122	Module Access Error
33	MOT_COMMANDE	PAW	260	WORD		
34	MOT_ETAT	PEW	260	WORD		
35	P	A	0.3	BOOL	pompe	
36	PROG_ERR	OB	121	OB	121	Programming Error
37	RACK_FLT	OB	86	OB	86	Loss of Rack Fault
38	RESET	E	0.0	BOOL		
39	reset_logiciel	M	124.6	BOOL		
40	SCALE	FC	105	FC	105	Scaling Values
41	TIME_TCK	SFC	64	SFC	64	Read the System Time
42	UNSCALE	FC	106	FC	106	Unscaling Values
43	V1	A	0.4	BOOL	Voyant de cuve A	
44	V2	A	0.5	BOOL	Voyant de cuve B	
45	V3	A	0.6	BOOL	Voyant de la pompe	
46	V4	A	0.7	BOOL	Voyant de l'agitateur	
47	VAL1	MW	0	WORD		
48	VAL2	MW	2	WORD		
49	VAL3	MW	4	WORD		
50	VAL4	MW	6	WORD		
51	WR_USMSG	SFC	52	SFC	52	Write a User-Defined Diagnostic Event to the Di...
52	X0	M	124.0	BOOL		
53	X1	M	124.1	BOOL		
54	X2	M	124.2	BOOL		
55	X3	M	124.3	BOOL		
56	X4	M	124.4	BOOL		

Figure III.7 : Table des mnémoniques

III.4.Appareil cyclique du correcteur PID, bloc FB41 « CONT_C »

L'OB35 est un bloc dit d'alarme cyclique, il permet d'appeler le bloc FB 41 (régulateur PID) à une fréquence constante, ceci est impératif pour optimiser les réglages des paramètres GAIN, TI et TD. Vérifier que la période d'exécution de l'OB35 est de 100ms, pour cela aller dans les propriétés de la CPU et lire la période dans l'onglet « alarmes cycliques ». Cet intervalle de temps doit permettre l'exécution de l'OB1.

Appeler le bloc FB41 associé au DB d'instance local (DB41) à partir de l'OB35 Schéma fonctionnel du bloc CONT_C(FB41) :

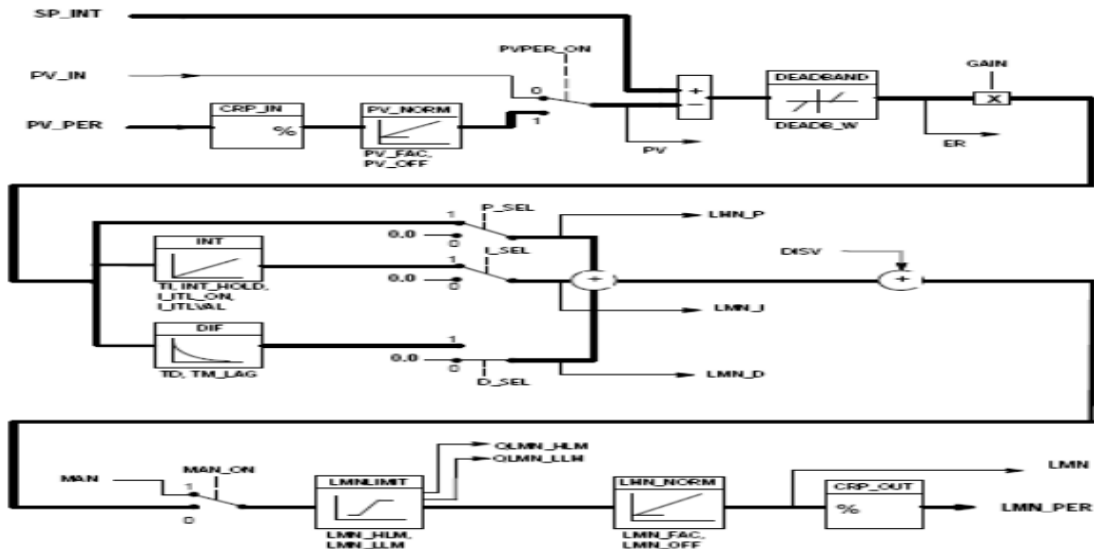


Figure III.8 : Schéma fonctionnel du bloc CONT_C(FB41)

III.5.Système de régulation de débit :

Dans un système de canalisation, le débit de l'écoulement à la sortie de la pompe doit être contrôlé, pour se faire on utilise: La régulation de débit par le biais d'un variateur de vitesse à l'entrée de la pompe QB50.

Après avoir ajusté les paramètres pour la commande en $U/f = \text{constante}$ dans le master drive de la vitesse de la pompe, ceci va constituer la première boucle de régulation interne de vitesse. La deuxième boucle externe, en cascade par rapport à la première, sera pour la régulation de débit dans l'installation, en s'appuyant sur les mesures de débit récolté par le S300, à partir du débitmètre.

III.5.1.Description du système de régulation du débit (Variateur-pompe-débit) :

Le débit du fluide délivré par la pompe à travers le système de canalisation est calculé par le biais d'un capteur de débit (débitmètre). Dans ce qui va suivre nous allons étudier le contrôle continu du débit par le moyen de la pompe. En effet la vitesse de la pompe est contrôlée par un variateur de vitesse de la gamme Siemens et le mot de commande de vitesse est calculé à travers un régulateur PID intégré dans logiciel STEP 7.

Le diagramme électrique, de principe, de la boucle de régulation est schématisé comme suit :

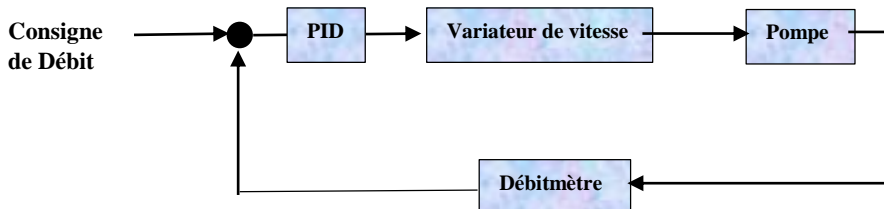


Figure III.9 : Diagramme de principe de la régulation de débit avec la pompe et le variateur de vitesse.

III.5.2.Principe de Régulation de débit (PID) à partir d'un variateur de vitesse MASTERDRIVE:

on va traiter le cas de la régulation simple : la réaction (retour capteur) est dans le même sens que l'action (sortie consigne vitesse pompe).

Plus la sortie du régulateur croit, plus la vitesse de la pompe augmente, plus le débit augmente et donc le signal de mesure augmente.

La boucle de régulation PID assurée par le variateur de vitesse comporte :

- Une consigne de débit transmet au régulateur PID avec un retour mesure (débit) via un capteur débitmètre qui fonctionne soit en tension (0-10V) soit en courant (0-20 mA, 4-20mA).pour calculé une valeur de réglage transmet au variateur de vitesse ,et à la sortie de variateur une consigne de

vitesse est envoyé à la pompe

- Le retour de la mesure du débit sera câblé comme entrée analogique sur l'automate, il peut être configurée en Tension (0-10V) ou courant (0-20mA, 4-20 mA).et la valeur de réglage sera câblé comme sortie analogique sur l'automate pour être envoyer au variateur.

Bloc de mise à l'échelle : Puisque les automates reçoivent que des signaux normalisés alors il nous faut un bloc qui permet à partir du signal reçu reconstruire la vraie mesure du débit pour permettre la comparaison avec la consigne.

III.5.3.Mise au point et paramétrage de régulateur PID :

Cliquer sur Démarrer puis Simatic puis STEP7 et enfin Paramétrage du régulateur PID

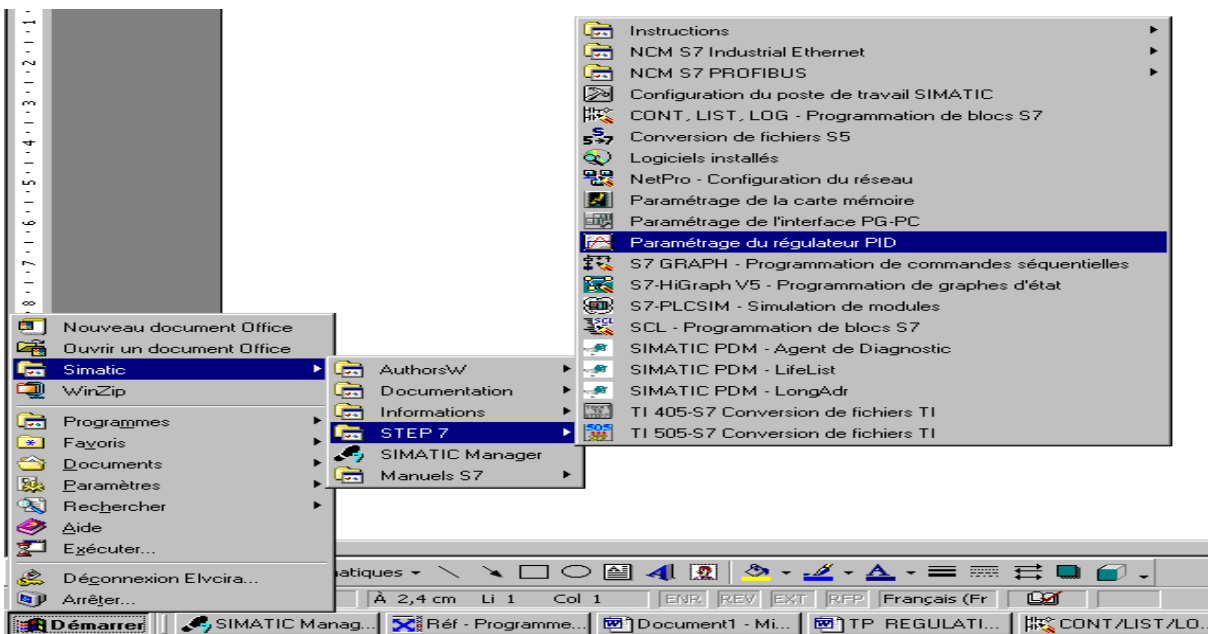


Figure III.10 : Ouvrir le bloc de paramétrage du régulateur PID.

Dans Fichier ouvrir le bloc de données DB41 de la régulation en indiquant le nom de votre projet

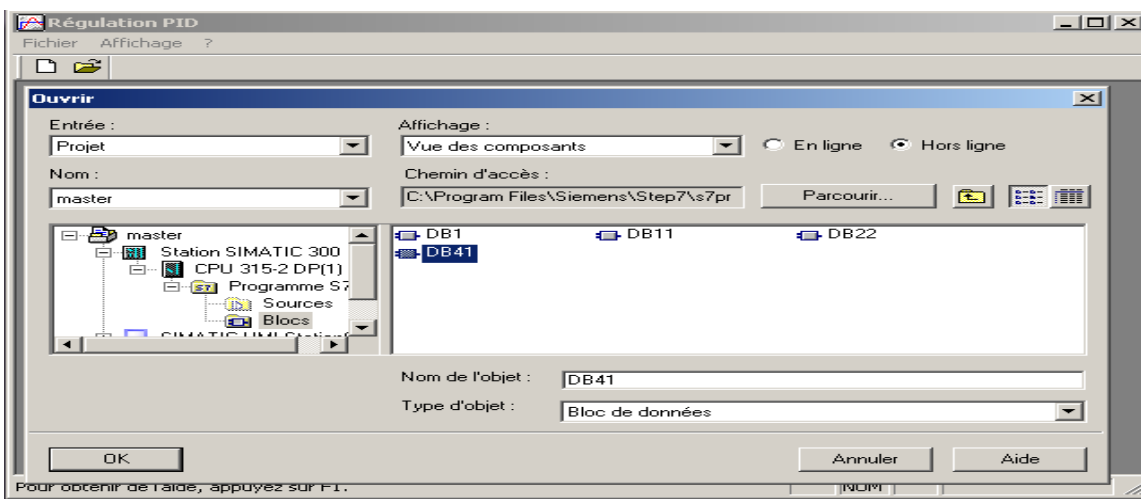


Figure III.11 : Le choix de bloc de données DB41.

Puis sélectionner le traceur de courbes et paramétrer les comme indiquer :

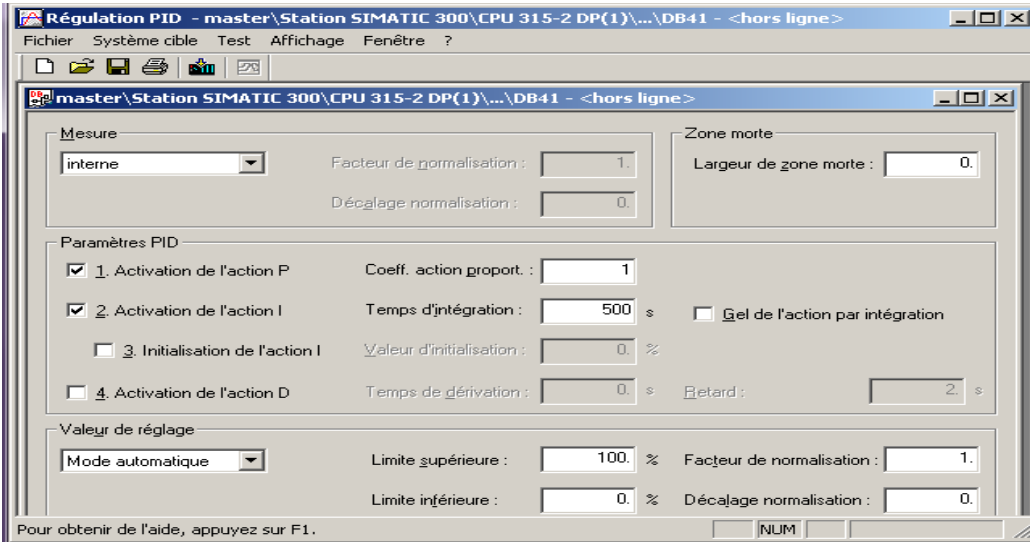


Figure III.12 : Paramétrage du régulateur PID

III.6. Configuration du matériel dans STEP7

On sélectionne une CPU 315 2-DP, raccordée au MASTERDRIVE (Variateur de vitesse) via un réseau PROFIBUS DP à l'adresse 3, Le SIMOVERT MASTER DRIVE qui apparaît dans le catalogue des esclaves DP est enfiché sur le réseau et mis à l'adresse 1, la vitesse de transmission étant de 1.5Mbps/s comme il est montré dans la figure (Figure III.12)

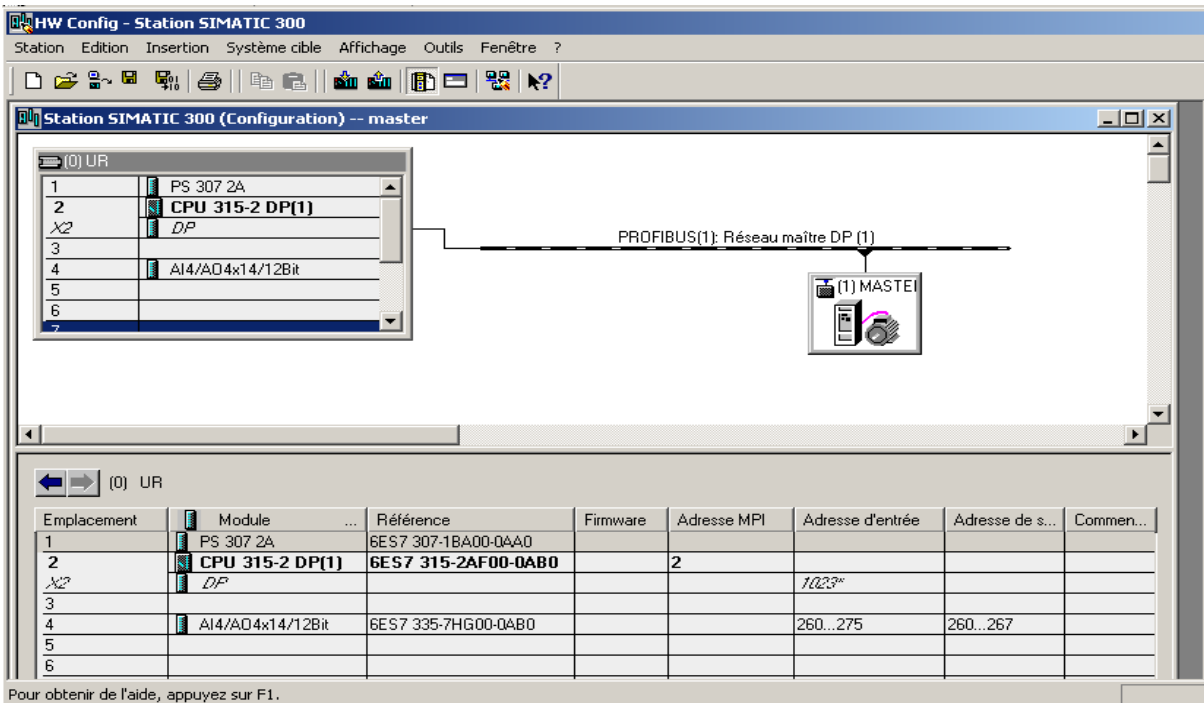


Figure III.13: configuration matériel

III.7. Etablissement de la liaison Automate-variateur-Station PC:

La liaison entre l'automate S7-300 et le variateur MASTERDRIVE est établie en choisissant le

protocole de communication qui est dans notre cas PROFIBUS-DP avec une vitesse de transmission 1.5Mb/s, et entre L'API est la station PC est MPI(interface multipoint) tout en respectant les adresses de chaque élément.

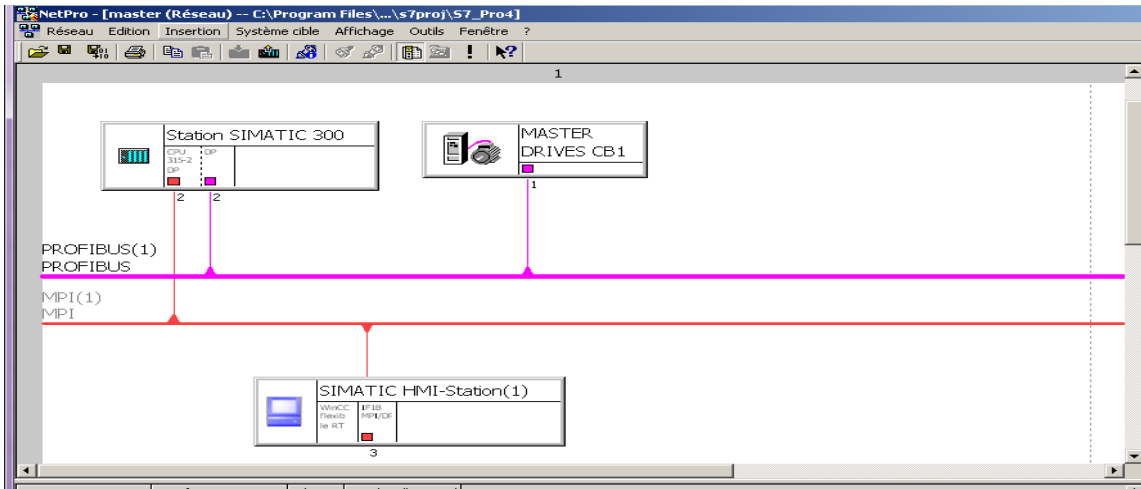


Figure III.14: Les liaisons entre API-MASTERDRIVE-Station PC.

III.8.L'interface homme machine HMI configurée par le progiciel « Win CC flexible »

L'interface homme machine, est une station PC, ou il est possible de visualiser l'état du processus et de ces différentes grandeurs dans notre application, ainsi que différentes courbes, tel que la consigne de débit, la mesure de débit, et la commande... etc.

Dans le projet « Master » on introduit un nouvel objet qui est la station HMI

Pour la gestion de cette station on crée les vues suivantes.

- Une vue nommé « Maquette » pour la visualisation de la station.

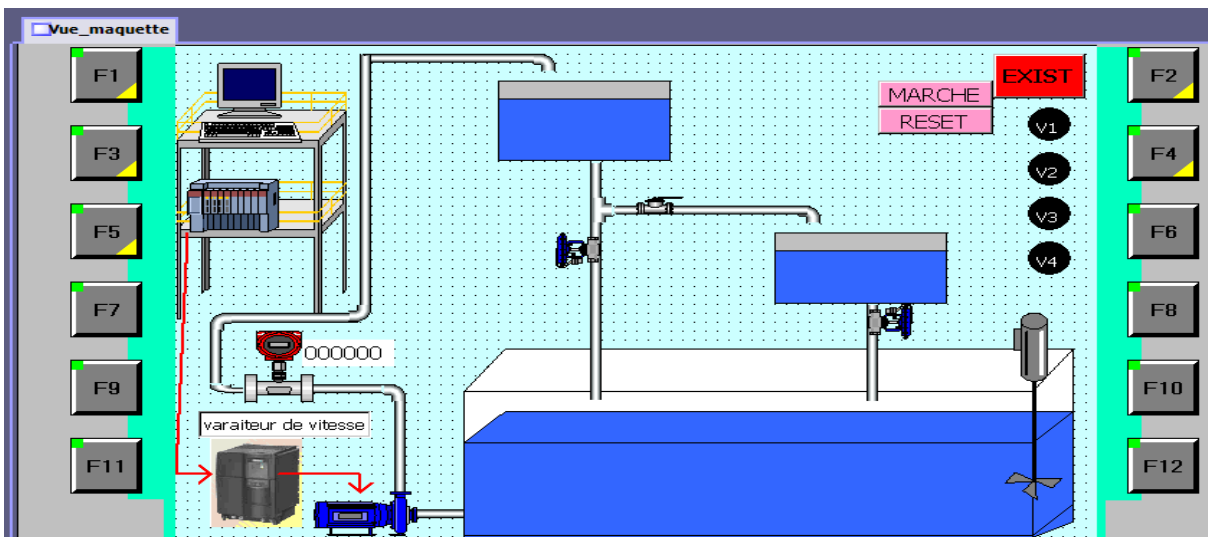


Figure III.15:Vue de la Maquette de l'installation.

- Une Vue nommé « Vue PID » pour la visualisation de la consigne de débit, la mesure de débit et la valeur de réglage (commande de variateur) ainsi pour la modification des paramètres de régulateur de débit.

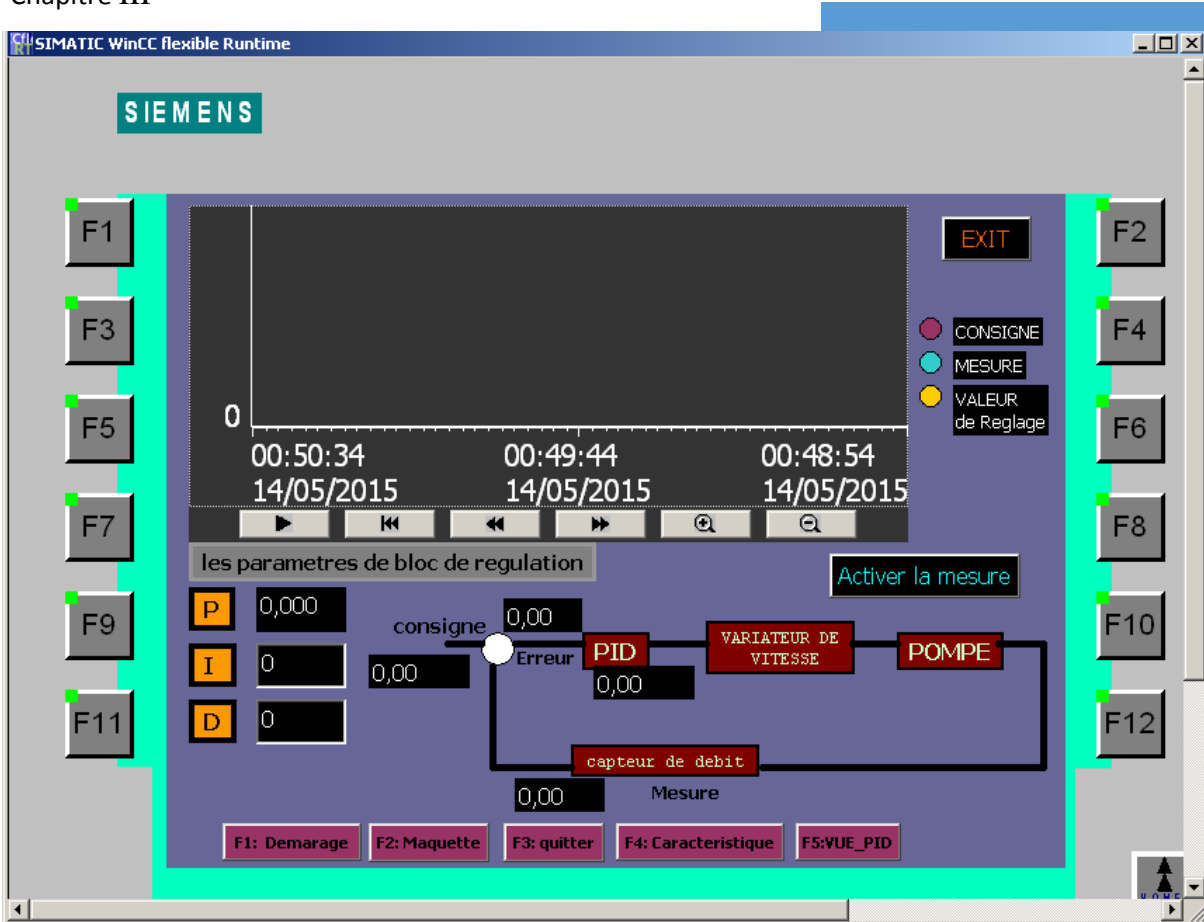


Figure III.16 : Vue pour la boucle de régulation PID de débit et de vitesse dans la station PC

III.8.1.La simulation des différentes courbes :

J'ai choisi le régulateur PI comme algorithme de calcul car il est le plus utilisé dans la majorité des systèmes industriels, il permet la transmission instantané du signal d'erreur à l'aide de l'action proportionnelle et l'intégration du même signal ce qui permet d'annuler l'erreur en régime permanent.

Pour les différentes valeurs du gain proportionnel du régulateur P, ainsi que le temps d'intégration T_i , on prélève les courbes suivantes :

- Courbes de consigne de débit donnée par l'opérateur.
- Courbes de mesure de débit (on simule la valeur de mesure à partir du Simulateur PLCSIM par l'entrée analogique PEW264) .
- Courbes de la commande (valeur de réglage).

III.8.2.Les caractéristiques de la pompe :

MODEL	OUTPUT POWER		MAX. FLOW l/min	MAX. HEAD m	MAX. SUCT m	INLET/OUTLET In	GW kg	PACKING DIMENSION mm	QUANTITY set
	kw	hp							
QB50	0.22	0.3	30	20	8	1"×1"	4.6	265×135×160	4100
QB60	0.37	0.5	35	32	8	1"×1"	5.0	295×130×175	3000
QB70	0.55	0.75	45	48	8	1"×1"	8.5	337×190×210	1800
QB80	0.75	1.0	45	53	8	1.5"×1.5"	8.8	337×190×210	1800

Tableau III.2 : Caractéristique des pompes Taifu QB.

PERFORMANCE CHART AT n=2900rpm

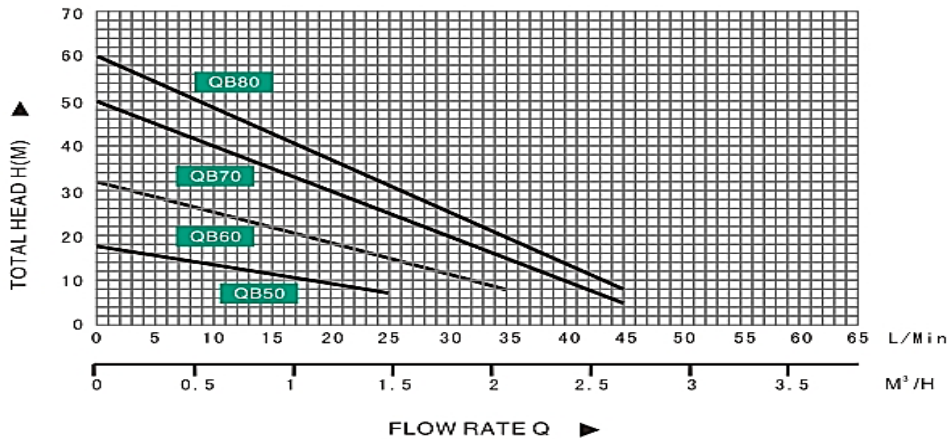


Figure III.17: Courbe des hauteurs manométriques en fonction de débit des pompe Taifu QB.

La pompe considérée est QB50 :

D’après le tableau le débit maximal de la pompe QB50 est :

30L/Min-→le régime de fonctionnement est donc 100%

Hauteur manométrique→H(m)

Débit→ Q(L/Min)

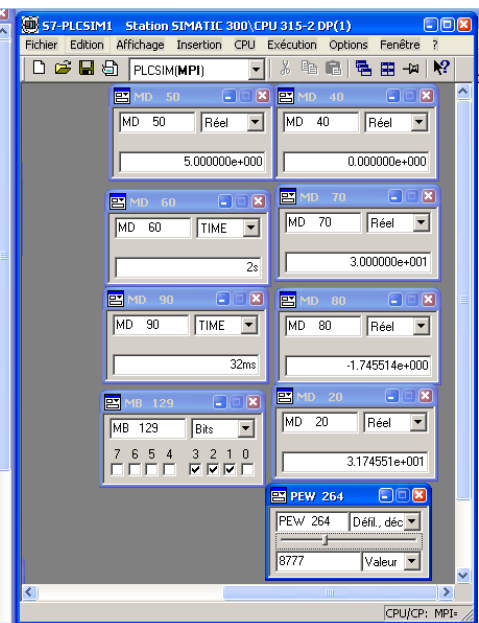
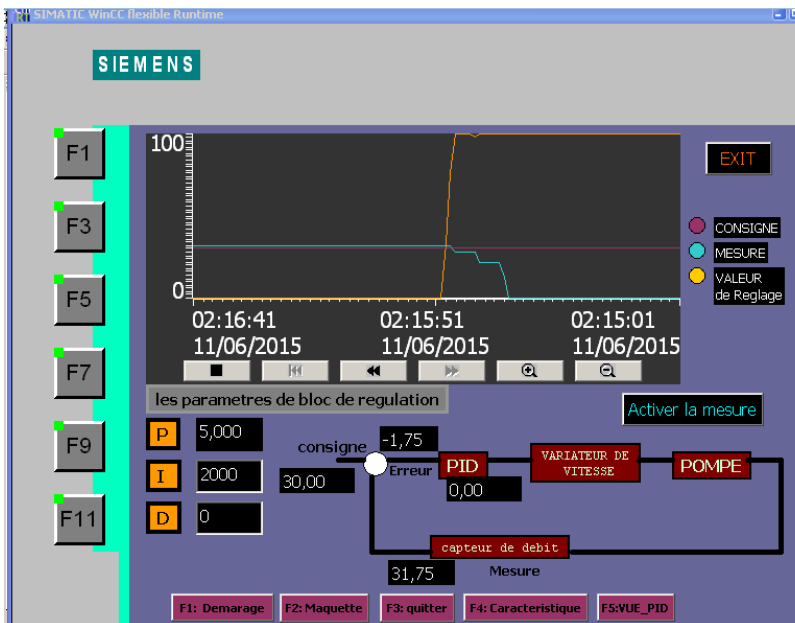
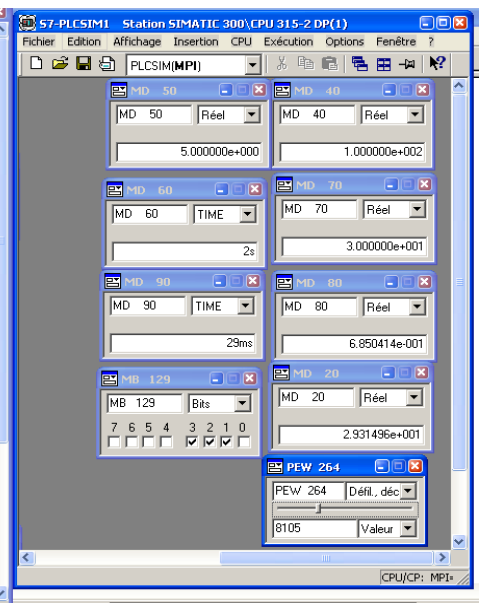
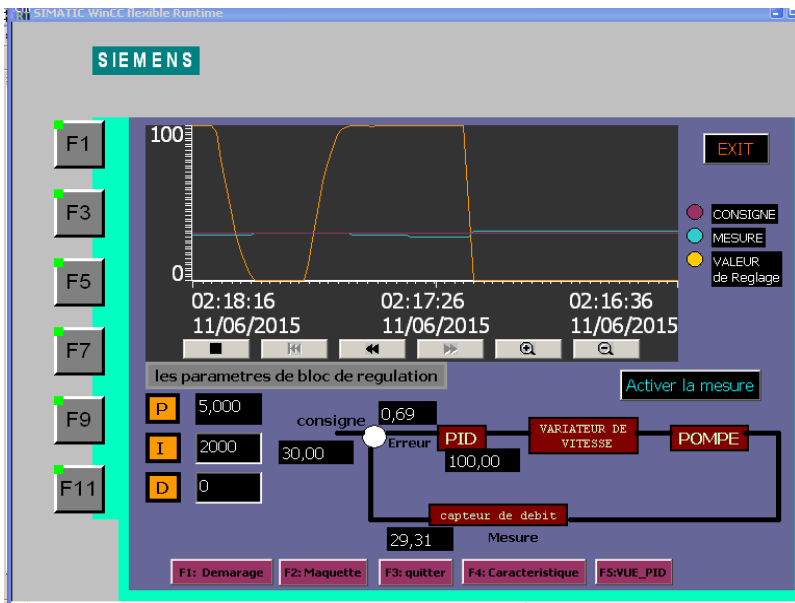
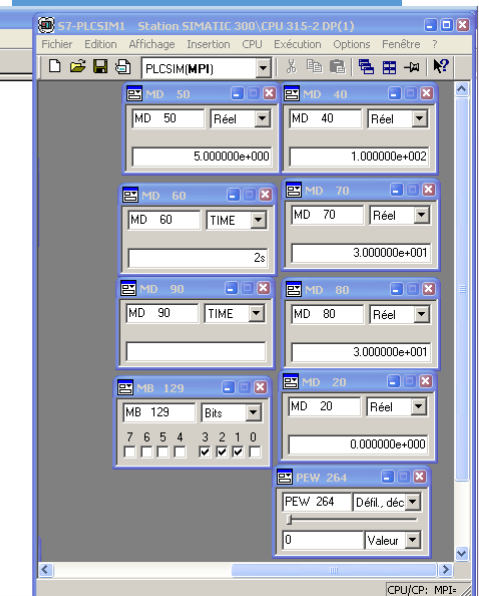
Régime de la pompe→R(%)

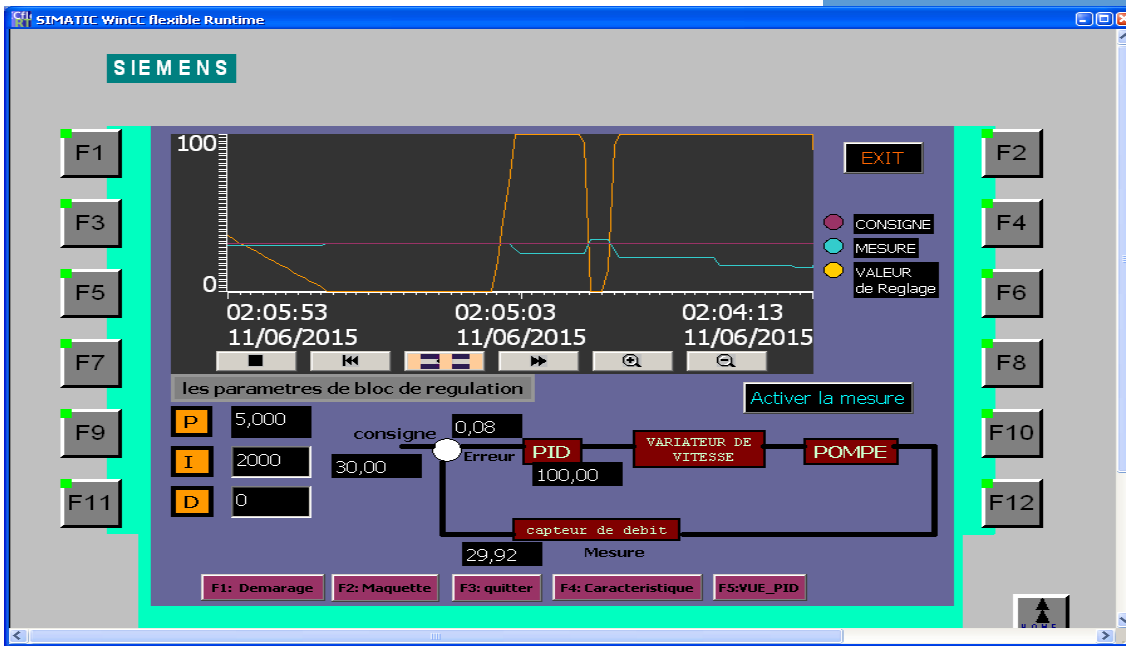
D’après la courbe on a :

H(m)			8	10	12	14	16	18	20
Q(L/Min)	30	27	25	21	17	12	8	1	0
R(%)	100	90	83.33	70	56.67	40	26.67	3.33	0

Au démarrage, on donne une consigne minimale de 12 L/mn qui correspond à 40% régime nominale, ensuite on donne une consigne assez élevée qui est de 30 L/mn qui correspond à 100% de régime linéaire.

- On prend comme consigne : 30 L/Mn et on fait varié la valeur de mesure à partir de logiciel PLCSIM qui simule le fait de la régulation sur le de débitmètre





III.8.3. Analyse des résultats:

En variant les valeurs de gain et constante d'intégration dans la simulation On constate qu'on a un compromis entre la valeur de gain et la constante d'intégration.

Lorsqu'on augmente la valeur de la constante d'intégration le régulateur devient lent, mais lorsqu'on augmente l'action proportionnelle le régulateur devient rapide.

Donc, lorsqu'on est loin de la valeur de consigne et on augmente l'action P la valeur de réglage reprend rapidement pour éliminer l'erreur entre la consigne et la mesure et lorsqu'on est proche de la consigne on augmente le T_i pour ne pas dépasser la consigne (erreur négative).

III.9. Conclusion:

Pour la programmation des systèmes d'automatisations, la firme Siemens offre une industrie logicielle SIMATIC pour commander, superviser et maintenir les installations.

Dans ce chapitre je me suis intéressé à la configuration et la commande de variateur de vitesse et la régulation de débit, la richesse de la bibliothèque de blocs fonction de logiciel de configuration SIMATIC STEP7 ma permet facilement de programmer la commande.

Cette automatisation devrait permettre des tests mais le manque des matériels présent l'inconvénient majeur pour la réalisation pratique de cette application.

Conclusion Générale

Au cours de la conduite de ce Projet, j'ai opté un plan d'action aboutissant à la mise en œuvre et l'implémentation d'un variateur de vitesse avec une régulation de débit dans notre réalisation « Maquette de station de pompage à base de l'API SIEMENS », cette station englobant l'essentiel des systèmes que nous puissions trouver dans une station de pompage réelle, que ce soit du point de vue Hardware ou Software. Cette solution est à base d'automate SIEMENS qui gère la station du point de vue contrôle du variateur, gestion des électrovannes, régulation du débit. La communication entre les principaux éléments est via le réseau industriel PROFIBUS.

Afin de mieux aborder la programmation des variateurs de vitesses, les premières étapes consistaient en : La présentation de la gamme des variateurs de vitesse MICROMASTER de la firme SIEMENS, Où j'ai pris connaissance de leur architecture, leur fonctionnement, leur environnement avec les différentes fonctions ;

Puis, j'ai procédé à une étude de protocole de communication PROFIBUS DP, la nature et le procédé de communication du protocole m'a permis une maîtrise des trames et des formats de communication, ensuite j'ai décrit le logiciel DRIVE MONITOR,

Cette étude me permis d'une part d'avoir la possibilité pour paramétrer et programmer le variateur à distance d'autre part une maintenance sur place est possible. la possibilité d'agir sur les différents bits de communication permet un contrôle précis de la chaîne de régulation. On a également conçu la programmation de l'API Siemens S7-300 avec le logiciel STEP7, Enfin j'ai défini une interface de supervision conviviale et simple à assimiler cette supervision de la maquette a été développée par le simulateur d'automate WINCC flexible.

Cette réalisation m'a poussé à faire appel à toutes mes connaissances et aptitudes déjà acquise et m'a permis d'appréhender les difficultés qu'on peut rencontrer tous les jours dans le travail tout en prenant des initiatives personnelles. Ce projet de fin d'études était globalement très intéressant. Il m'a permis de découvrir le monde professionnel et à transformer les connaissances de base requises à l'école en compétences professionnelles.

L'étude que j'ai menée n'est que préliminaire, nous recommandons que d'autres études soient menées dans l'axe et qui englobent les thèmes suivants :

- Intégration d'un variateur de vitesse MICROMASTER et d'un débitmètre dans la maquette.
- Réalisation de cartes de communication de certains protocoles ainsi que des interfaces passerelles entre différents protocoles.

- Mettre en œuvre des commandes avancées au niveau des variateurs de vitesse, tel que la commande vectorielle, et au niveau de l'automate (commandes robustes, commande adaptative).

Encouragement à ouvrir des portes vers le monde industriel à travers des projets de terrain de différentes installations existantes dans des usines étatiques et privées.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] LOUIS J., MULTON B., BONNASSIEUX Y. et LAVABRE M. « Convertisseurs des fréquences pour la variation de vitesse des MAS ».

[2] E.BAJIC et B.BOUARD, « Réseau PROFIBUS », Techniques de l'ingénieur, Vol. S 8160.

[3] N. Methamem, « Supervision d'une Machine à Papier », projet de fin d'étude, Ecole Nationale d'ingénieur de Sousse 2011.

[4] A.ABRICHE, « Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'automates programmables industriels SIEMENS », projet de fin d'étude, Ecole Nationale Polytechnique 2007.

[M] M.FOUKA, « Réalisation d'une maquette de station de pompage à base d'automates programmables SIEMENS », projet de fin d'étude, Ecole Nationale Polytechnique 2015.

Manuels:

[5] SIEMENS, « MICROMASTER, Le variateur de vitesse universel » Brochure, Avril 2008

[6] SIEMENS, « MICROMASTER Manuel d'utilisation »

[7] Schneider Electric, « Cahier technique n°204, Protections BT et variateurs de vitesse (convertisseurs de fréquence) »

[8] Schneider Electric, « LA VARIATION DE FREQUENCE SUR LES INSTALLATIONS DE VENTILATIONS DU CHUV »

[9] Schneider Electric, « Chapitre 5, Départs moteur »

[10] SIEMENS, « MICROMASTER, Module optionnel PROFIBUS Instructions de service » Edition 02/02

[11] SIEMENS, « PROFIdrive, Profile Drive Technology », Version 3.0, 2000.

[12] SIEMENS, « MICROMASTER 400.12 kW - 250 kW Instructions de service » Edition 07/05

[13] SIEMENS, « Solutions de réseaux pour PROFIBUS conformes à CEI 61158 et EN 50170 » Brochure technique · Avril 2008

[14] SIEMENS, « SIMATIC Logiciel de base pour S7-300/400 Régulation PID »

Internet:

[15] www.wikipedia.com

[16] www.siemens.com

ANNEXE A

Les programmes de l'application «Mise en œuvre d'un variateur de Vitesse MICROMASTER et régulation de débit avec step7 dans l'application maquette de station de pompages à base d'automates SIEMENS »

A.1 Le bloc d'organisation OB1

A.1.2 La fonction de gestion du MASTERDRIVE FC3

A.2. Le bloc d'organisation cyclique OB35

A.3 Le bloc d'initialisation OB100

Le programme qui suit concerne l'application : « Réalisation et gestion d'un prototype de station de pompage à base d'API SIEMENS », on peut voir dans l'ordre le bloc d'organisation principale OB1, l'OB35 et OB100, ainsi qu'aux fonctions qu'il appelle.

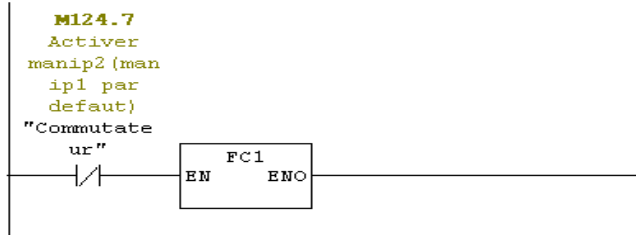
A.1 Le bloc d'organisation OB1

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

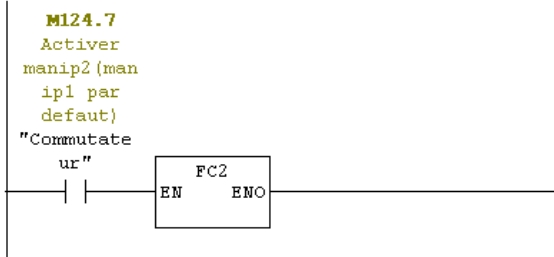
Réseau 1 : manip1

Commentaire :



Réseau 2 : manip2

Commentaire :



On détail dans ce qui suit la fonction :FC3« Gestion du MASTERDRIVE »

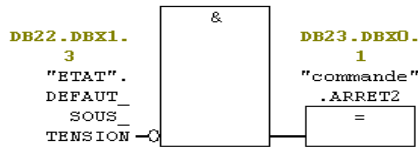
La fonction FC3 :

FC3 : GESTION DU MASTERDRIVE

Commentaire :

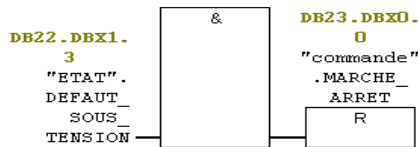
Réseau 1 : ARRET D'URGENCE DE VARAITEUR

ARRET RAPIDE DU VARIATEUR



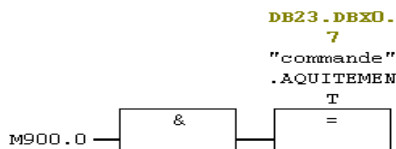
Réseau 2 : Titre :

Commentaire :



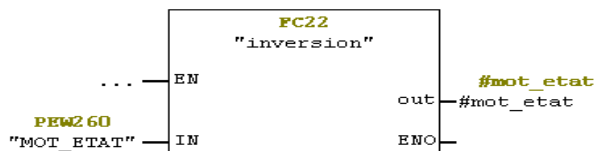
Réseau 3 : AQUITTEMENT

AQUITTEMENT DEFAUT



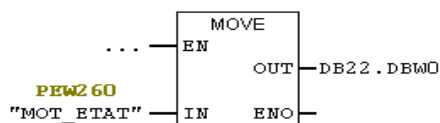
Réseau 4 : Inversion du mot d'etat

à la reception du mot d'etat ,on inverse le mot pour la coherance



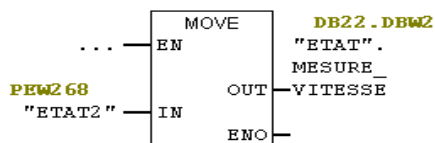
Réseau 5 : lecture du mot d'etat

mettre le mt d'etat sur le bloc de donnée DB22



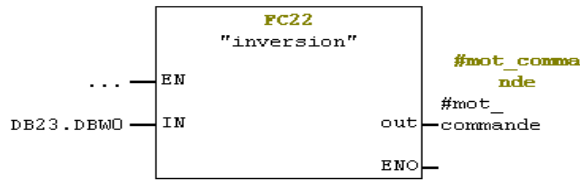
Réseau 6 : RECEPTION de la mesure de vitesse

dans la regulation avec capteur on recoit la mesure de vitesse du variateur



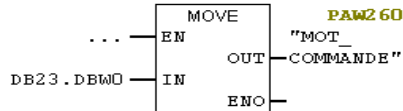
Réseau 7 : INVERSION DU MOT DE COMMANDE

Commentaire :



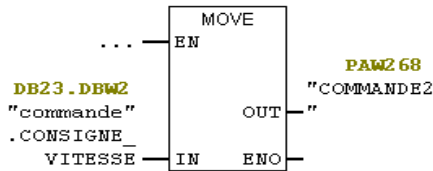
Réseau 8 : ENVOI DU MOT DE COMMANDE

ON ENVOI LE MOT DE COMMANDE QUI EST CONTENU DANS LE BLOC DE DONN2E DB23

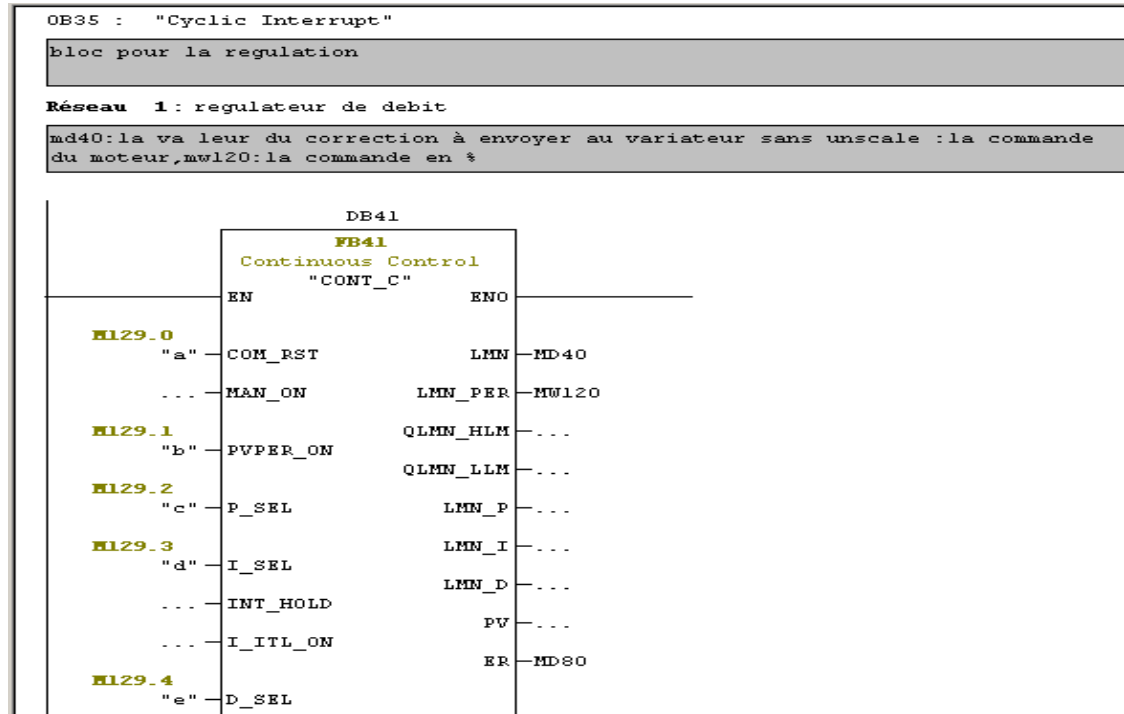


Réseau 9 : Envoi de la consigne de vitesse au variateur

Commentaire :



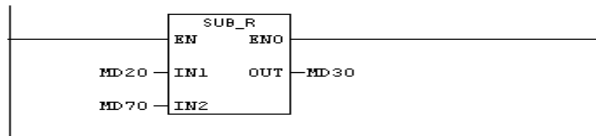
A.2 Le bloc d'organisation cyclique:



...	CYCLE	
MD70	SP_INT	
...	PV_IN	
PEW264	PV_PER	
...	HAN	
MD50	GAIN	
MD60	TI	
MD90	TD	
...	TM_LAG	
...	DEADE_W	
1.000000e+	002	LMN_HLM
0.000000e+	000	LMN_LLM
...	PV_FAC	
...	PV_OFF	
...	LMN_FAC	
...	LMN_OFF	
...	I_ITLVAL	
...	DISV	

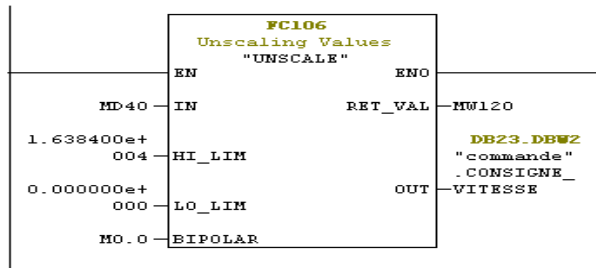
Réseau 2 : ECART

mesure de debit reel:md20-consigne debit reel:md30=ecart:md80



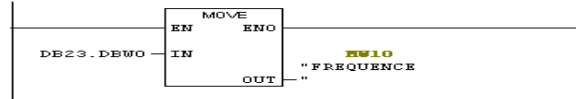
Réseau 3 : la mise à l'échelle pour la commande du moteur

la valeur envoyer au variateur de vitesse (une valeur normaliser entre 0 et 16384 admissible à l'entrée du valateur de vitesse càd correspond 0 à 50 HZ)



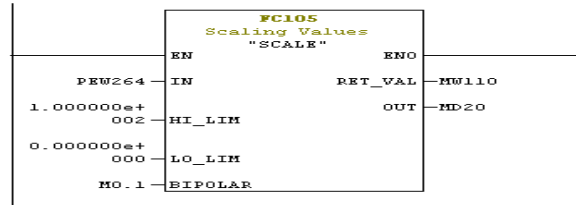
Réseau 4 : le mot de la fréquence

Commentaire :



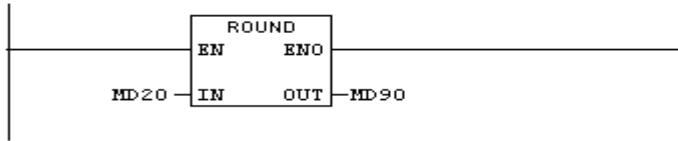
Réseau 5 : mise à l'échelle de débit

pew:de 0 à 27648 et md20:mesure de debit



Réseau 6 : pour arrondir la valeur mesurer de debit

Commentaire :



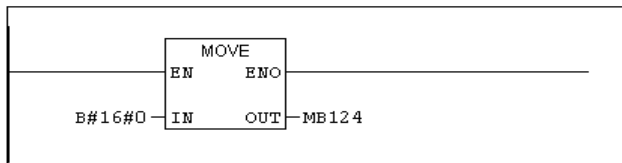
A.3 Le bloc d'initialisation :

OB100 : "bloc d'initialisation"

ce bloc est appelé lorsque l'automate passe de stop à Run

Réseau 1 : Mise à zero de toutes les etapes de grafctet

les etapes de grafctet utilise les memoires internes de M124.0 à M124.4, je met la valeur 0 dans l'octet 124



ANNEXE B

Description et paramétrage de variateur de vitesse MICROMASTER et de régulateur PID.

B.1 Le variateur de vitesse Micromaster440

B.1.1 Paramétrage du variateur de vitesse Micromaster440

B.1.2 Validation du jeu de paramètre.

B.2 Régulation PID des processus à base d'automates SIMATIC S7

B.2.1 principe de la régulation

B.2.2 les paramètres d'entrées et de sorties du bloc FB41 de Régulation continue « CONT_C »

B.1 Paramétrage du variateur de vitesse Micromaster440

Pour adapter le variateur a l'application, il suffit d'adapter ces blocs fonctionnels par le biais des paramètres suivant :

<i>N° du paramètre</i>	<i>Signification et valeurs possibles</i>	<i>Choix pour l'application</i>
P0003	Niveau d'accès utilisateur 1 Standard (application simple) 2 Etendu (application standard) 3 Expert (application complexe)	2
P0004	Filtre des paramètres pour faciliter l'accès 0 Tous les paramètres 2 Variateur 3 Moteur 4 Capteur de vitesse	0
P0010	Filtre des paramètres de mise en route 0 Prêt 1 Mise en service rapide 30 Réglages d'usine	1
P0100	Europe / Amérique du Nord (fréquence du secteur) 0 Europe [kW], 50 Hz 1 Amérique du Nord [hp], 60 Hz 2 Amérique du Nord [kW], 60 Hz	0
P0205	Application de variateur (type de couple requis) 0 couple constante (par ex. compresseurs, machines de fabrication) 1 couple variable (par ex. pompes, ventilateurs)	0

Tableau B.1 : Paramètre du variateur.

<i>N° du paramètre</i>	<i>Signification et valeurs possibles</i>
P0300	Sélection type de moteur 1 Moteur asynchrone 2 Moteur synchrone
P0304	Tension assignée du moteur (à relever sur la plaque signalétique en V) Tension nominale du moteur indiquée sur la plaque signalétique. Le diagramme suivant montre une plaque signalétique typique avec la position des caractéristiques essentielles du moteur.
P0305	Courant assigné moteur (à relever sur la plaque signalétique en A)
P0307	Puissance assignée moteur (à relever sur la plaque signalétique en kW)
P0308	cosPhi assigné du moteur (à relever sur la plaque signalétique en cosPhi) Le réglage 0 entraîne un calcul interne de la valeur. P0100 = 1,2: P0308 sans objet, aucune saisie nécessaire.
P0310	Fréquence moteur assignée (à relever sur la plaque signalétique en Hz)
	Le nombre de paires de pôles est recalculé automatiquement dès que le paramètre est modifié.
P0311	Vitesse moteur nominale (à relever sur la plaque signalétique en tr/min) Avec le réglage 0, la valeur est calculée en interne.
P0335	Refroidissement du moteur (Sélectionne le système de refroidissement moteur.) 0 Autoventilé par ventilateur sur l'arbre du moteur 1 Motoventilé séparé par un motoventilateur indépendant (motoventilateur) 2 Autoventilation et ventilateur interne 3 Refroidissement séparé et ventilateur interne

Tableau B.2 : paramètre du moteur.

- Paramètres pour la source de commande

P0700	Sélection source de commande 0 Réglages usine par défaut 1 BOP (clavier) 2 Borne 4 USS sur liaison BOP 5 USS sur liaison COM (bornes de commande 29 et 30) 6 CB sur liaison COM (CB = carte de communication PROFIBUS-DP)	6
--------------	--	----------

Tableau B.3 : Paramètre du variateur

- Paramètres pour la source de consigne

P1500	Sélection source de consigne couple (saisie de la source de la consigne de couple, seulement avec contrôle vectoriel p1300 = 22 ou 23) 0 Pas consigne principale 2 Consigne analogique 4 USS sur liaison BOP 5 USS sur liaison COM	0
--------------	--	----------

	6 CB sur liaison COM 7 Consigne analogique 2	
P1000	Sélection consigne de fréquence (vitesse) 1 Consigne BOP 2 Consigne analogique 3 Fréquence fixe 4 USS sur liaison BOP 5 USS sur liaison COM 6 CB sur liaison COM 7 Consigne analogique 2 Une combinaison entre deux source est possible, exemple : 12 Consigne analogique + Consigne MOP 	6

Tableau B.4 : Paramètre du variateur

B.1.2 Validation du jeu de paramètres dans le variateur

Elle consiste à vérifier la cohérence des données saisies du moteur avec les grandeurs réelles, après saisie des caractéristiques d'entraînement, et charger le jeu de paramètres dans le variateur.

Et le voici le tableau des paramètres ultimes pour l'optimisation et la validation :

P1910	Identifications données motrices Utiliser pour se rapprocher plus des données réels du moteur. 0 Bloqué 1 Activé	1
P3900	Fin du mode mise en service (démarrage du calcul du moteur) 0 Pas de mise en service rapide (pas de calcul du moteur) 1 Calcul du moteur et réinitialisation de tous les autres paramètres non contenus dans la mise en service rapide (attribut "mise en service rapide" = non), sur réglage usine. 2 Calcul du moteur et réinitialisation des réglages d'E/S sur les réglages usine. 3 Uniquement calcul du moteur. Pas de réinitialisation des autres paramètres.	1

Tableau B.6 : Paramètre pour la validation du jeu de paramètres dans le variateur

B.2 Régulation PID des processus à base d'automates SIMATIC S7

B.2.1 principe de la régulation :

La grandeur à réguler est mesurée de façon continue et est ensuite comparée avec une valeur consigne donnée en entrée du système. La régulation devra, en fonction du résultat de la comparaison, rapprocher la valeur à réguler de la consigne.

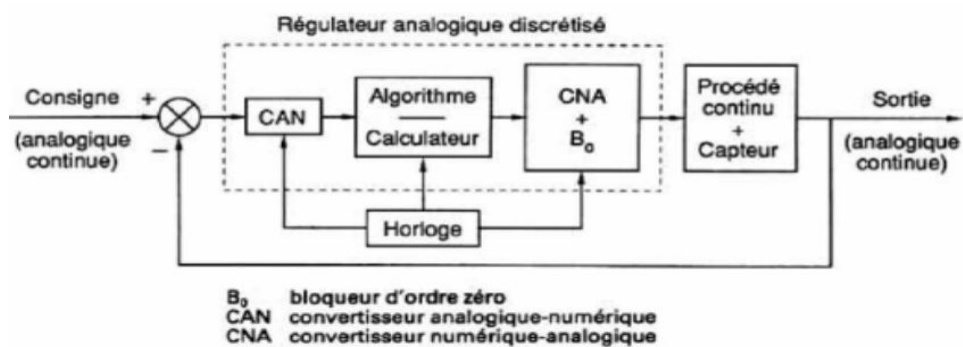


Figure B.1 : Schéma de principe de la régulation via un API.

Le régulateur est l'élément central d'un asservissement. Il évalue l'erreur calculée par le comparateur, c'est à dire l'écart entre la sortie et la consigne. Il en déduit une valeur de correction à transmettre au procédé afin de corriger la sortie.

II.3.2 Concept de la régulation PID: Les blocs fonctionnels (FB) de régulation PID comprennent les blocs pour régulation continue (CONT_C) et pour régulation pas à pas (CONT_S) ainsi que le bloc pour la modulation de largeur d'impulsions (PULSEGEN). Les FB de régulation proposent une régulation purement logicielle, c'est-à-dire qu'un bloc contient toutes les fonctions du régulateur. Les données nécessaires au calcul cyclique sont stockées dans des blocs de données associés, les blocs de données d'instance, ce qui permet aux FB de les appeler plusieurs fois. On peut combiner le bloc FB « PULSEGEN » avec le bloc FB « CONT_C » pour obtenir un régulateur à sortie sous forme d'impulsions pour

organes de réglage proportionnels.

II.3.3 Régulation continue avec le bloc FB41 « CONT_C » :

Le bloc FB 41 « CONT_C » sert à régler des processus industriels à grandeurs d'entrée et de sortie continues sur les automates programmables SIMATIC S7. Le paramétrage permet d'activer ou de désactiver des fonctions partielles du régulateur PID et donc d'adapter ce dernier au système réglé.

Le bloc peut être utilisé comme régulateur PID de maintien autonome mais aussi comme régulateur en cascade, de mélange ou de rapport dans des régulations à plusieurs boucles. Sa méthode de travail se base sur l'algorithme PID du régulateur à échantillonnage à sortie analogique, complété le cas échéant par un étage conformateur d'impulsions assurant la formation des signaux de sortie à modulation de largeur d'impulsions pour régulations à deux ou trois échelons, avec organes de réglage proportionnels.

Les tableaux ci-dessous représentent les paramètres d'entrées et de sorties du bloc FB41 :

• Paramètres d'entrées :

Paramètres d'entrée	Types de données	Valeurs admises	Par défaut	Description
COM_RST	BOOL		FALSE	COMPLETE RESTART / Démarrage Le bloc renferme un sous-programme de démarrage qui est exécuté quand cette entrée est à 1.

MAN_ON	BOOL		TRUE	MANUAL VALUE ON / Activation du mode manuel Quand cette entrée est à 1, la boucle de régulation est interrompue. La valeur de réglage manuelle est sortie comme grandeur de réglage.
PVPER_ON	BOOL		FALSE	PROCESS VARIABLE PERIPHERY ON / Activation de la mesure de périphérie Pour que la mesure soit lue en périphérie, il faut relier l'entrée PV_PER à la périphérie et mettre à 1 l'entrée PVPER_ON.

P_SEL	BOOL		TRUE	PROPORTIONAL ACTION ON / Activation de l'action proportionnelle Dans l'algorithme PID, il est possible d'activer et de désactiver séparément chacune des actions. L'action P est active quand cette entrée est à 1.
I_SEL	BOOL		TRUE	INTEGRAL ACTION ON / Activation de l'action par intégration Dans l'algorithme PID, il est possible d'activer et de désactiver séparément chacune des actions. L'action I est active quand cette entrée est à 1.
INT_HOLD	BOOL		FALSE	INTEGRAL ACTION HOLD / Gel de l'action par intégration La sortie de l'intégrateur peut être gelée. Pour cela, il faut mettre à 1 cette entrée.

I_ITL_ON	BOOL		FALSE	INITIALIZATION OF THE INTEGRAL ACTION / Initialisation de l'action par intégration La sortie de l'intégrateur peut être positionnée sur la valeur initiale I_ITL_VAL. Pour cela, il faut mettre à 1 cette entrée.
----------	------	--	-------	--

D_SEL	BOOL		FALSE	DERIVATIVE ACTION ON / Activation de l'action par dérivation Dans l'algorithme PID, il est possible d'activer et de désactiver séparément chacune des actions. L'action D est active quand cette entrée est à 1.
CYCLE	TIME	>= 1 ms	T#1 s	SAMPLE TIME / Période d'échantillonnage Le temps s'écoulant entre les appels de bloc doit être constant. Il est indiqué au niveau de cette entrée.
SP_INT	REAL	-100 à 100%	0,0	INTERNAL SETPOINT / Consigne interne Cette entrée sert à introduire une valeur de consigne.

PV_IN	REAL	-100 à 100%	0,0	PROCESS VARIABLE IN / Mesure d'entrée Cette entrée permet de paramétrer une valeur de mise en service ou d'appliquer une mesure externe en virgule flottante.
PV_PER	WORD			PROCESS VARIABLE PERIPHERIE / Mesure de périphérie La mesure en format de périphérie est appliquée au régulateur par cette entrée.
MAN	REAL	-100 à 100%		MANUAL VALUE / Valeur de réglage manuelle Cette entrée sert à introduire une valeur de réglage manuelle moyennant des fonctions de contrôle-commande

GAIN	REAL			PROPORTIONAL GAIN / Coefficient d'action proportionnelle Cette entrée indique le gain du régulateur.
TI	TIME	>= cycle		RESET TIME / Temps d'intégration Cette entrée détermine la réponse temporelle de l'intégrateur

TD	TIME	>= cycle		DERIVATIVE TIME / Temps de dérivation Cette entrée détermine la réponse temporelle de l'unité de dérivation.
TM_LAG	TIME	>= cycle/2		TIME LAG OF THE DERIVATE ACTION / Retard de l'action par dérivation L'algorithme de l'action D contient un retard qui peut être paramétré à cette entrée
DEADB_W	REAL	>=0,0%		DEAD BAND WIDTH / Largeur de zone morte Le signal d'erreur traverse une zone morte. Cette entrée détermine la taille de la zone morte

LMN_HLM	REAL	LMN_LLM à 100%		MANIPULATED VALUE HIGH LIMIT / Limite supérieure de la valeur de réglage La valeur de réglage est toujours bornée à une limite supérieure et une limite inférieure. Cette entrée indique la limite supérieure.
LMN_LLM	REAL	-100% à LMN_HLM		MANIPULATED VALUE LOW LIMIT / Limite inférieure de la valeur de réglage La valeur de réglage est toujours bornée à une limite supérieure et une limite inférieure. Cette entrée indique la limite inférieure.

PV_FAC	REAL			PROCESS VARIABLE FACTOR / Facteur de mesure Cette entrée est multipliée par la mesure. Elle sert à adapter l'étendue de valeur de mesure.
PV_OFF	REAL			PROCESS VARIABLE OFFSET / Décalage de mesure

				Cette entrée est ajoutée à la mesure. Elle sert à adapter l'étendue de valeur de mesure.
LMN_FAC	REAL			MANIPULATED VALUE FACTOR / Facteur de valeur de réglage Cette entrée est multipliée par la valeur de réglage. Elle sert à adapter l'étendue de réglage.
LMN_OFF	REAL			MANIPULATED VALUE OFFSET / Décalage de valeur de réglage Cette entrée est ajoutée à la valeur de réglage. Elle sert à adapter l'étendue de réglage.

I_ITLVAL	REAL	-100 à 100%		INITIALIZATION VALUE OF THE INTEGRAL ACTION / Valeur d'initialisation pour l'action par intégration La sortie de l'intégrateur peut être forcée par l'entrée I_ITL_ON. La valeur d'initialisation est appliquée à l'entrée I_ITLVAL.
DISV	REAL	-100 à 100%		DISTURBANCE VARIABLE / Grandeur perturbatrice La grandeur perturbatrice est appliquée à cette entrée pour l'action anticipatrice.

Tableau B.7 : Entrées du bloc SFB41.

- Paramètres de sortie :

Paramètre	Type de données	Valeurs admises	Par défaut	Description
LMN	REAL		0.0	MANIPULATED VALUE / Valeur de réglage Cette sortie donne en virgule flottante la valeur de réglage agissant réellement
LMN_PER	WORD		W#16#0000	MANIPULATED VALUE PERIPHERY / Valeur de réglage de

				périphérie Cette sortie fournit la valeur de réglage en format de périphérie
QLMN_HLM	BOOL		FALSE	HIGH LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED / Grandeur de réglage à la limite supérieure La valeur de réglage est toujours bornée à une limite supérieure et à une limite inférieure. Cette sortie signale le dépassement de la limite supérieure

QLMN_LLM	BOOL		FALSE	LOW LIMIT OF MANIPULATED VALUE REACHED / Grandeur de réglage à la limite inférieure La valeur de réglage est toujours bornée à une limite supérieure et à une limite inférieure. Cette sortie signale le dépassement de la limite inférieure
LMN_P	REAL		0.0	PROPORTIONALITY COMPONENT / Composante P Cette sortie contient la composante proportionnelle de la grandeur de réglage.
LMN_I	REAL		0.0	INTEGRAL COMPONENT / Composante I Cette sortie contient la composante intégrale de la grandeur de réglage.

LMN_D	REAL		0.0	DERIVATIVE COMPONENT / Composante D Cette sortie contient la composante différentielle de la grandeur de réglage.
PV	REAL		0.0	PROCESS VARIABLE / Mesure Cette sortie donne la mesure effective
ER	REAL		0.0	ERROR SIGNAL / Signal d'erreur Donne le signal d'erreur effectif

Tableau B.8 : Sorties du bloc SFB41 .