

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET

FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUEES

DÉPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences et Technologie

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et informatique Industrielle

THÈME

Commande à distance du débit d'eau par électrovanne associée à la commande du niveau d'eau par PLC S7 1200

Préparé par :

BENHALIMA Abdelkader

TAMEDJANET Manar Khadidja

Devant le Jury :

Nom et prénoms	Grade	Qualité
M. SEBAA	PR	Président
A. GUICHICHE	MCA	Examineur
L.BENSOLTANE	MAA	Examineur
H. BOUMEDIENE	MCB	Encadreur
A. TAHRI	MCA	Co-Encadreur

2022/2023

SOMMAIRE

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : modélisation de système avec une description générale	6
I.1 Introduction.....	7
I.2 Présentation du notre système.....	7
I.3 Composition de l'armoire électrique	8
I.4 Description générale de système.....	9
I.5 Variateur de fréquence ABB.....	10
I.5.1 Agencement	10
I.5.2 Réglage de variateur.....	10
I.5.3 La plaque signalétique de Notre moteur	11
I.5.4 Les macro programmes d'application.....	11
I.5.5 Macroprogramme CMD 3 fils	12
I.5.6 Les differents modes d application	13
I.6 Le modèle mathématique du système	13
I.6.1 Les methodes de odèle mathématique	Error! Bookmark not defined.
I.6.2 Les contraintes de la modélisation	13
I.6.3 Groupe variateur-moteur.....	14
I.6.4 Modèle de Pompe	15
I.6.5 Modèle du réservoir	16
I.6.6 Les dimensions de réservoir.....	18
I.6.7 Modèle de capteur de pression.....	21
I.6.8 La régulation automatique	22
I.6.9 Type de régulation automatique.....	24
I.7 Modèle générale.....	25
I.7.1 Schéma fonctionnel.....	25

SOMMAIRE

I.8 Conclusion	27
Chapitre II : API & SUPERVISION.....	28
II.1 Introduction	29
II.2 Historique d'API.....	29
II.3 L'automate programmable industriel	30
II.3.1 Définition.....	30
II.3.2 Critères de choix	Error! Bookmark not defined.
II.3.3 structure interne	30
II.4 PROFINET	31
II.4.1 Les appareils principaux de PROFINET:	31
II.4.2 Cable PROFINET	32
II.5 La liaison IHM PLC	32
II.6 S7 PLC 1200.....	33
II.7 Langages de programmation	34
II.8 Supervision	35
II.8.1 Definition.....	35
II.8.2 Pourquoi Superviser ?.....	35
II.8.3 La supervision des procédés	35
II.9 STEP 7 ET LE WINCC.....	36
II.10 TIA PORTAL (Totally Intergrated Automation)	37
II.11 Vue du portail PORTAL.....	37
II.11.1 Vue du portail	37
II.11.2 Vue du projet	37
II.12 Création du projet	39
II.13 Configuration matérielle.....	40

SOMMAIRE

II.14 Principe de conception d'une structure de programme	Error! Bookmark not defined.
II.15 Blocs dans le programme utilisation	41
III.15.1 Blocs Fonctionnels (FB).....	41
III.15.2 Fonctions (FC).....	41
III.15.3 Blocs de données d'instance (DB d'instance).....	41
III.15.4 Blocs de données (DB).....	41
II.16 Adresse ETHERNET de la CPU	42
II.17 Compilation et chargement de la configuration matérielle	42
II.18 SIMATIC WIN CC (TIA PORTAL).....	43
II.19 Les interfaces homme-machine (IHM).....	44
II.20 CONFIGURER UNE VUE IHM	45
II.21 S7-PLCSIM	46
II.22 Conclusion	47
Chapitre III : SIMULATION & RESULTATS	48
III.1 Introduction	49
III.2 Cahier de charge	49
III.3 Partie programmation	49
III.3.1 Structure de programme	49
III.3.2 Table de mnémoniques.....	50
III.3.3 Les blocs d'organisation.....	51
III.3.4 LES BLOCS FONCTIONS	53
III.3.5 Blocs de données « DB »	57
III.4 Partie simulation.....	58
III.4.1 vue de système	58
III.4.2 vue de paramètres	60

SOMMAIRE

III.4.3 vue de courbes	61
III.5 Conclusion.....	63
Conclusion générale	64

Liste Des Figures

Figure I. 1 Système generale	7
Figure I. 2 L'armoire électrique	8
Figure I. 3 PLC SIEMENS.....	8
Figure I. 5 Convertisseur de fréquence ABB ACS 150	10
Figure I. 6 La plaque signalétique	11
Figure I. 7 Raccordement des signaux E/S	12
Figure I. 8 Macroprogramme CMD 3 fils	13
Figure I. 9 Réponse temporelle du moteur	14
Figure I. 10 la variation de débit en fonction de la vitesse	16
Figure I. 11 Réservoir d'eau.....	18
Figure I. 12 Capteur de pression	22
Figure I. 13 la variation de tension en fonction de niveau	22
Figure I. 14 Bloc de boucle ouvert	23
Figure I. 15 Bloc de boucle Fermé.....	23
Figure I. 16 PID COMPACT	25
Figure I. 17 Schéma fonctionnelle	26
Figure I. 18 Schéma système de contrôle niveau d'eau SIMULINK MATLAB.....	26
Figure I. 29 Réponse du système	27
Figure II. 1 Les appareils PROFINET	32
Figure II. 2 Liaison PLC IHM	33
Figure II. 3 CPU S7-1200	34
Figure II. 4 Vue du portail.....	37
Figure II. 5 Vue du projet.....	38
Figure II. 6 Création du projet.....	40
Figure II. 7 CPU 1215 DCDCDC	40
Figure II. 8 Adresse ETHERNET de la CPU	42
Figure II. 9 WIN CC	43
Figure II. 10 Interface Homme Machine.....	44
Figure II. 11 Configurer une vue IHM	45
Figure II. 12 Panel KTP700 Basic PN	46

Liste Des Figures

Figure III. 1 Blocs de Structure de programme.....	50
Figure III. 2 Table de variables standard.....	51
Figure III. 3 Bloc de programme OB1	52
Figure III. 4 Bloc PID	53
Figure III. 5 Bloc FC1 Commande pompe.....	54
Figure III. 6 Etat de pompe	54
Figure III. 7 Bloc FC2 analogique	55
Figure III. 8 Bloc FC3 commande vanne	56
Figure III. 9 Bloc de données IHM	57
Figure III. 10 Bloc de données PID.....	57
Figure III. 11 Mode manuel état arrêt	58
Figure III. 12 Mode manuel état marche.....	59
Figure III. 13 système en mode automatique	60
Figure III. 14 Paramétrage de système.....	60
Figure III. 15 Visualisation Bloc PID	61
Figure III. 16 Vue de courbes.....	62

Liste Des Tableaux

Tableau 1 données d'initialisation	11
Tableau 2 Plaque signalétique.....	11
Tableau 3 Les données de tensions,vitesse et calcul Km	15
Tableau 4 les valeurs utilisés.....	17
Tableau 5 Les resultats de l'experience de calcul pression.....	22

Liste Des Abréviations

PLCSIM	LE LOGICIEL DE SIMULATION D'AUTOMATE SIEMEN
PID	PROPORTIONNELINTEGRAL-DERIVEE
PLC	PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER
SIMATIC	SIEMENS AUTOMATIC
TIA PORTAL	TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL
TOR	TOUT OU RIEN
V16	VERSION 16
WINCC	WINDOWS CONTROL CENTER
IP	INTERNET PROTOCOL
S7	SEPT POINT
TCP	TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL
IO	INPUT/OUTPUT
ACS	PROGRAMME DE COMMANDE STANDARD
PN/IE	PROFINET/INDUSTRIEL ETHERNET.
IHM	INTERFACE HOMME/MACHINE
DP	DEDICATED PROTOCOLS (PROFIBUS DP)
OB	BLOC D'ORGANISATION.
FB	BLOC FONCTIONNEL
DB	BLOCS DE DONNEES
PROFINET	PROCESS FIELD NETWORK
E/S	ENTREE / SORTIE.
CPU	UNITE CENTRALE DE L'AUTOMATE (CENTRAL PROCESSING UNIT).
API	AUTOMATE PROGRAMMABLE INDUSTRIEL
PROFIBUS	PROCESS FIELD BUS

DEDICACE

Tous d'abord, je tiens à remercier ALLAH

**De m'avoir donné la force et le courage de mener
à bien ce modeste travail.**

**Je me remercie d'avoir la force pour combattre et
arriver à ce que je suis devenue aujourd'hui**

Je tiens à dédier cet humble travail à :

Ma tendre mère et mon très cher père

Ma magnifique sœur, mes frères

Toute ma famille

Une personne très précieuse pour moi, tu te connais !

merci d'être là

Mon ami YEDDOU YUCEF

**Tous mes amis d'enfance et du long parcours scolaire et
universitaire.**

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

KHADOUDJE

DEDICACE

Je dédie ce travail à ma chère mère,

Nous demandons à ALLAH Tout-Puissant de récompenser la meilleure récompense pour tous ceux qui nous ont enseigné un message, tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.

A tous ceux qui ont fait un geste ou dit un mot ou un conseil pour nous soutenir sur ce chemin qui touche à sa fin.

KADIROU

REMERCIEMENT

Nous voulons d'abord remercier ALLAH, pour avoir nous accorder la force et la patience pour accomplir cette humble tâche.

Deuxièmement, nous tenons à remercier nos chers parents qui ont toujours été avec nous et qui ont donné un excellent exemple de travail acharné et de persévérance.

Nous remercions également :

Mr. BOUMEDIENE Hamid, Mr. HASSAINE Saïd et Mr. TAHRI Ahmed qui nous ont gracieusement encadrés pour élaborer et suivre ce projet de fin d'études.

Nous tenons également à remercier les membres du jury qui nous ont honorés pour avoir examiné ce modeste travail.

Nous en profitons pour remercier tous les personnels du laboratoire de génie électrique pour tout ce qu'ils nous ont apporté.

Introduction Générale

Introduction Générale

La supervision de l'industrie permet le suivi le contrôle et l'acquisition des data à distance en temps réel des installations ou des machines industrielles.

Aujourd'hui, des nouveaux programmes de contrôle basés sur une architecture de système distribué qui permettant la surveillance à distance dans l'objective à améliorer la production ce que vœux dire indirectement la qualité la disponibilité et la sécurité sont lancés.

Tous Cela est possible avec la supervision industrielle, qui est une composante essentielle pour le fonctionnement optimal et efficient d'une entreprise.

Le contrôle automatique est largement utilisé dans divers domaines, notamment la climatisation des bâtiments, le contrôle des feux de circulation et le contrôle de distribution d'eau.

Face à la souffrance de certaines zones dues au manque ou à la fluctuation de distribution d'eau, et surtout dans les zones reculées, l'approvisionnement continu en eau représente un grand défi, certaines zones de la wilaya de TIARET comme exemple, la supervision est devenue la solution plus importante qui puisse être utilisée pour réguler la distribution d'eau et contrôle Leurs débits. Pour l'économiser et éviter le gaspillage inutile.

Pour remédier à ce problème on a intégré dans un prototype de contrôle de niveau d'eau une électrovanne et un débit mètre avec la configuration d'une interface homme-machine (**IHM**) a la base d'un réseau type **PROFINET** pour fournir une communication en temps réel entre les **API**, les interfaces homme-machine (**IHM**) et les périphériques d'entrée/sortie (E/S) afin de bien gérer la distribution de l'eau.

Ce travail a été fait avec des perspectives et des aspirations très élevées afin de faciliter les problèmes complexes auxquels le pays est confronté, notamment les crises de l'eau, les problèmes de distribution et de facturation. Là où la mesure quantitative peut donner différents montants à déboursier, nous travaillerons également dur pour étendre le système de pilotage de plusieurs postes depuis un centre de pilotage menu d'interface homme-machine (**IHM**) liée à l'automatisation par un réseau de spécialistes des réseaux de terrain dans le but d'équilibrer les systèmes de distribution d'eau.

Pour ce faire, nous avons organisé notre travail en trois chapitres :

- ✓ **Chapitre 1** : Nous discuterons du système de contrôle de niveau, en particulier de notre système, qui est basé sur l'automatisation du système de contrôle de débit d'eau, avec la modélisation mathématique du système, ainsi que la simulation d'un schéma général à l'aide de Matlab.
- ✓ **Chapitre 2** : généralité sur la supervision avec une étude sur les automates programmables industriels et la programmation via **TIA PORTAL (STEP7, WINCC)** à la base du PLC S7 1200,
- ✓ **Dernier chapitre** comprend principalement le prototype final et la plateforme de supervision que nous avons conçue à l'aide de TIA PORTAL V16 et nous terminons notre travail avec les résultats.

Etat de l'art de contrôle de niveau d'eau

La plupart des habitants des régions souffrent de pénurie d'eau et d'interruptions soudaine, Ils parcourent des kilomètres pour fournir de l'eau potable.

Ces problèmes faisaient et font toujours partie des choses pour lesquelles il est nécessaire de trouver des solutions précises et idéales.

L'ouverture et la fermeture manuelles des vannes de distribution provoquent périodiquement plusieurs problèmes tels que le manque de quantités et les périodes de distribution variables, nous à pousser a trouvé une solution de ce problème qui garantit la continuité de l'eau atteignant les maisons.

Dans le passé, il y avait deux façons traditionnelles de mesurer le niveau d'eau dans un réservoir, la première consiste à taper sur le côté du réservoir pour détecter un changement de son tandis que la seconde méthode nécessite de retirer le bouchon du réservoir. Utilisation d'une toise de mesure, peu pratique et chronophage.

Puis l'affaire s'est développée avec l'apparition de capteurs, à la fois logiques et dépendants de deux signaux 1 et 0 Ou un analogue qui transmet des signaux électriques.

Où il a été intégré dans les circuits électroniques qui régulent le niveau en fonction du signal de sortie du capteur

De nombreuses études et techniques de contrôle automatique ont été réalisées pour améliorer le processus de remplissage et de vidange des cuves.

Les avancées technologiques ont permis des améliorations continues de la vitesse, de la précision et des performances des capteurs et des systèmes de contrôle.

Le système de contrôle du niveau d'eau a progressivement évolué des méthodes manuelles vers l'automatisation avec l'intégration du système SCADA et l'utilisation d'automates programmables (PLC)

Où nous utiliserons des systèmes de contrôle pour automatiser et surveiller le système.

Avec l'utilisation de contrôleurs TOR et PID pour corriger les erreurs et améliorer le processus de remplissage et de vidange, et une supervision complète du système depuis l'écran de l'ordinateur via IHM pour garantir des performances fiables et efficaces.

Le réservoir d'eau est rempli d'une pompe électrique. Un remplissage excessif du réservoir peut entraîner des pertes et il est donc nécessaire de réguler le réservoir automatiquement en incorporant un mécanisme de contrôle qui active ou désactive la pompe selon les besoins.

Les systèmes en boucle fermée comparent la sortie du système avec la sortie requise et prennent les mesures correctives appropriées. Les systèmes en boucle fermée offrent généralement des performances plus précises.

De nombreux composants et phases peuvent être modélisés à l'aide d'équations pour décrire leur relation variable, telle que la relation entre la vitesse du moteur électrique et le débit d'eau. [1,2]

Le système de contrôle du niveau d'eau est utilisé dans de nombreux autres domaines, y compris les stations d'épuration.

De même, les centrales électriques et d'irrigation qui doivent régler des systèmes de contrôle pour ouvrir et fermer les vannes et les vannes afin de maintenir le niveau d'eau requis et de fournir un débit d'eau continu.

Chapitre I : modélisation et simulation de système

I.1 Introduction

Dans ce chapitre, Nous parlons de l'étude du système de contrôle du niveau d'eau afin de développer un modèle mathématique.

Ce modèle est ensuite utilisé pour effectuer des simulations, ce qui permet d'affiner les paramètres du contrôleur et de définir correctement les échelles de temps.

D'autre part, Nous présenterons également la modélisation du système automatisé et une description des différentes étapes qu'il traverse dans des conditions spécifiques pour contrôler les composants du système avec le modèle mathématique de notre système.

On concentre sur l'explication des différentes méthodes utilisées pour faire fonctionner le système. Ensuite, nous passons à la modélisation du système à travers une description mathématique et technique du processus.

I.2 Présentation du notre système

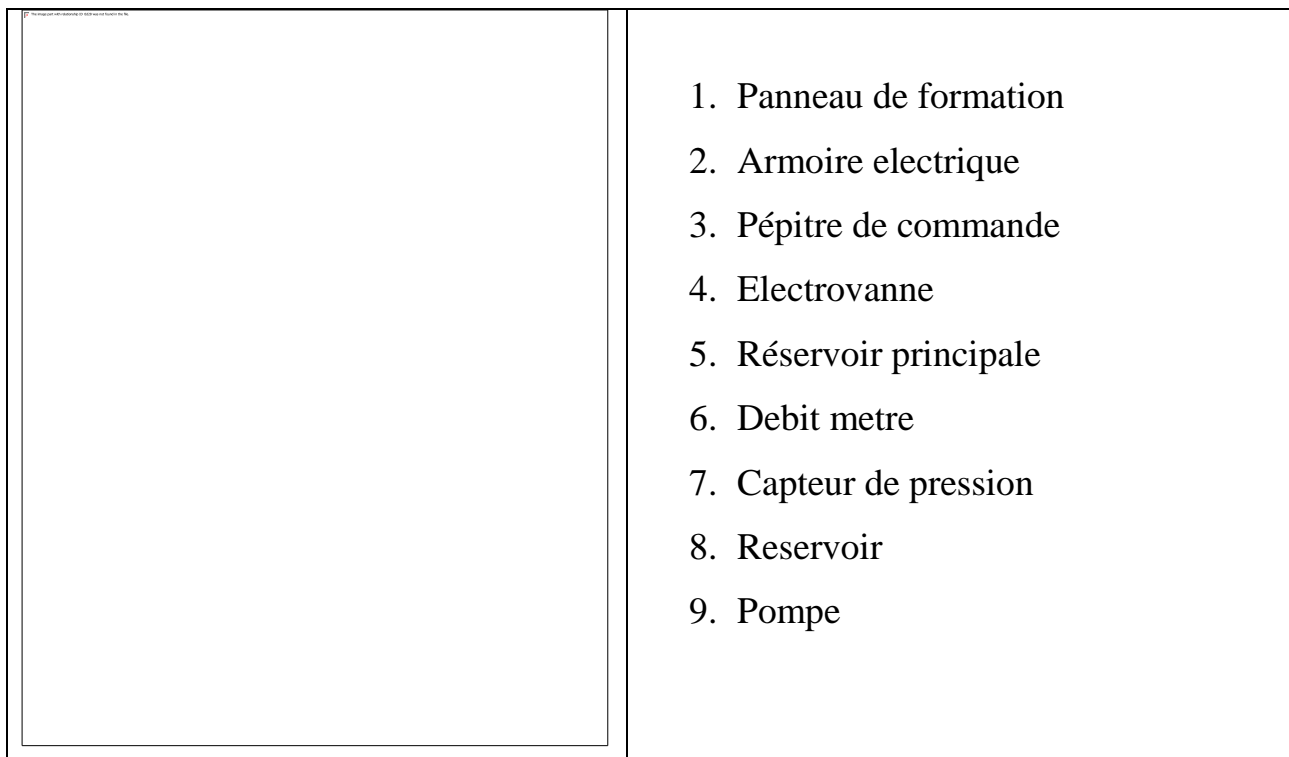


Figure I. 1 Système generale

I.3 Composition de l'armoire électrique

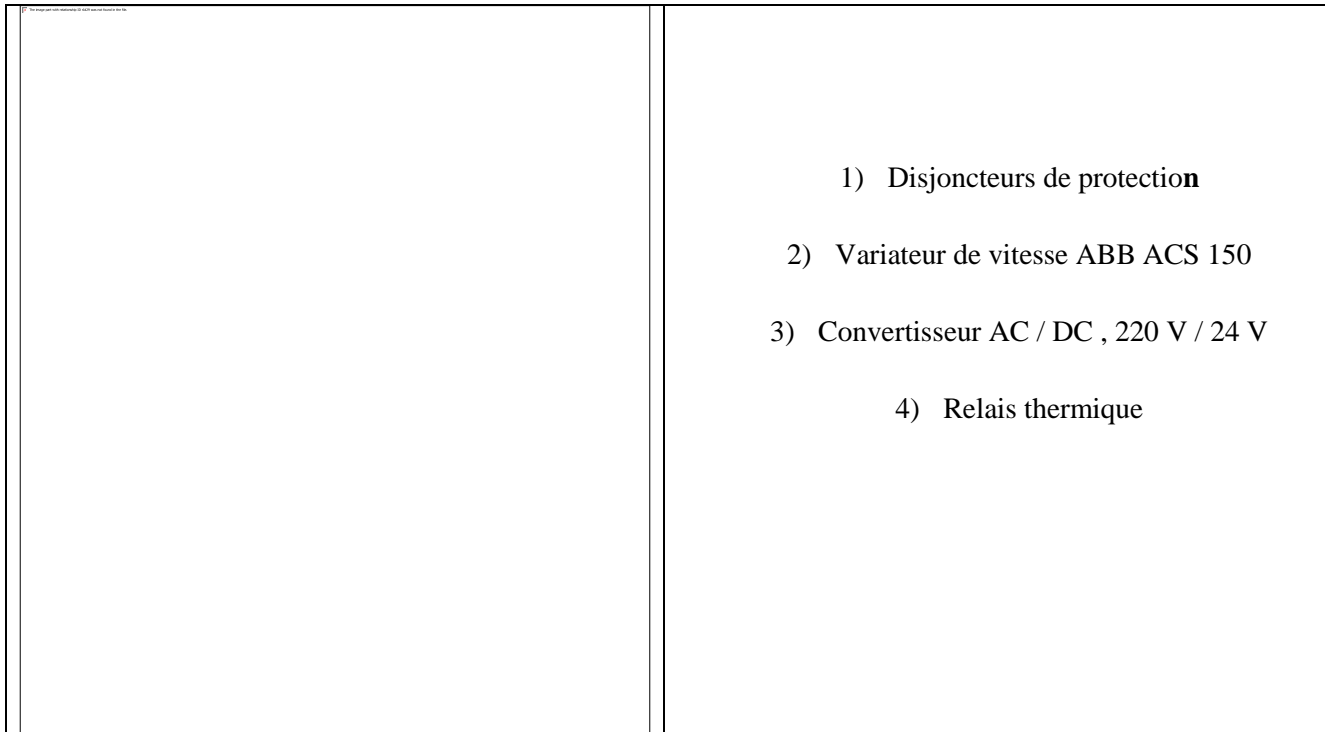


Figure I. 2 L'armoire électrique

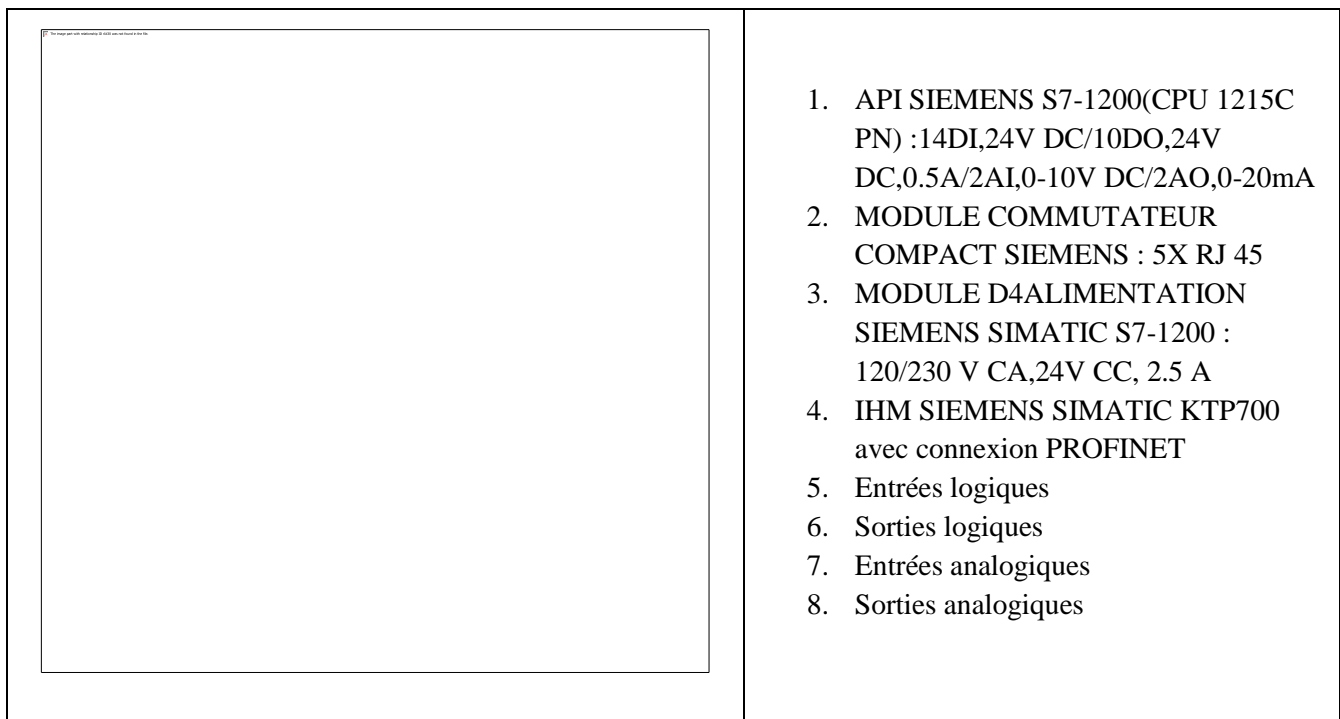


Figure I. 3PLC SIEMENS

I.4 Description générale de système

De nombreuses entreprises utilisent des systèmes pour contrôler le niveau de liquide dans les réservoirs, et ces systèmes utilisent généralement une méthode de contrôle marche-arrêt de base avec un seul relais et un interrupteur de fin de course.

Cependant, cette méthode présente des limites dans la précision du contrôle, ce qui rend difficile la réalisation d'un contrôle précis sur site pour améliorer la qualité des produits fabriqués.

La conception des systèmes de contrôle du niveau des réservoirs de liquide présente également plusieurs défis.

Initialement, la vanne est contrôlée par une simple fonction marche/arrêt, tandis que la pompe s'arrête une fois le niveau d'eau requis atteint et est régulée par un contrôleur **PID** sur le convertisseur de fréquence qui régule la vitesse du moteur avec supervision via l'interface de contrôle ihm.

Un capteur de pression est installé en fond de cuve connaissant le niveau maximum et minimum à l'intérieur de la cuve, ce capteur envoie un signal électrique correspondant au niveau de liquide dans la cuve.

Le système automatisé utilise ces données de capteur pour décider de remplir ou de vider.

L'un des éléments les plus importants du système est l'utilisation d'un régulateur **PID** (proportionnel, intégré, dérivé) pour déterminer la valeur de référence du niveau d'eau à atteindre. L'unité **PID** ajuste la vitesse du moteur de la pompe et le débit d'eau en fonction de la écart entre la valeur mesurée et la valeur requise, ce qui permet d'obtenir des résultats plus précis pour contrôler le niveau d'eau et plus rapidement.

Pour vider le réservoir, une vanne est montée au fond et reliée à un tube en plastique et la vanne est automatiquement contrôlée en programmant certaines conditions, et s'ouvre pour permettre au réservoir de se vider.

En bref, un système de contrôle du niveau d'eau utilise des capteurs de distance, des pompes, des moteurs électriques, des variateurs de vitesse et un contrôleur **PID** pour surveiller et réguler le remplissage et la vidange du réservoir.

Cela permet d'éviter les erreurs et les pertes d'eau tout en assurant un contrôle précis et efficace du niveau d'eau.

I.5 Variateur de fréquence ABB

Un variateur de fréquence, également connu sous le nom de variateur de vitesse ou d'entraînement à fréquence variable, est un dispositif électronique utilisé pour contrôler la vitesse et la puissance d'un moteur électrique. Il permet de modifier la fréquence d'alimentation fournie au moteur, ce qui entraîne un changement de sa vitesse de rotation.[3]

I.5.1 Agencement

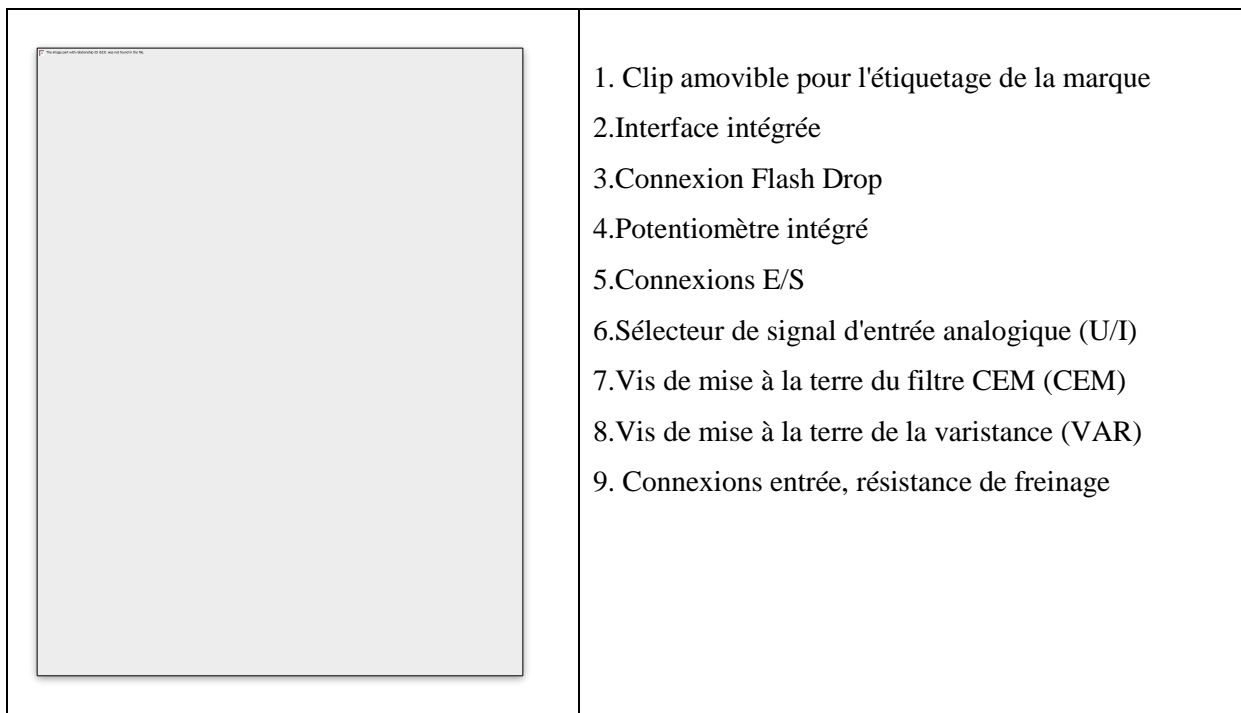


Figure I. 4 Convertisseur de fréquence ABB ACS 150

I.5.2 Réglage de variateur

Avant de prendre toute mesure, nous devons définir les paramètres par défaut du convertisseur de fréquence et nous assurer qu'ils correspondent aux spécifications requises pour le moteur. Vous pouvez accéder à ces paramètres via l'interface utilisateur de l'adaptateur

Saisie des données d'initialisation : [3]

Paramètre	Réglage
9902	Sélectionnez le macro programme
9905	tension nominale moteur
9906	Courant nominal moteur
9907	Fréquence nominale moteur
1105	la valeur maxi de la référence
2008	la limite maxi de fréquence de sortie du variateur
2102	Sélectionnez le mode d'arrêt du moteur

Tableau 1 données d'initialisation

I.5.3 La plaque signalétique de Notre moteur


	<p>Dans notre travail, nous avons besoin des valeurs suivantes :</p>	
	Le débit max	210 L/min
	Hauteur max	15 m
	Voltage	380 Al
	La fréquence	50 HZ

Tableau 2 Plaque signaletique

Figure I. 5 La plaque signalétique

I.5.4 Les macro programmes d'application

Une macro d'application est une série de paramètres prédéfinis. Lors de la phase de démarrage, l'utilisateur sélectionne la macro mieux adaptée à ses besoins via le paramètre 9902, effectue les modifications nécessaires et enregistre le résultat sous forme de macro utilisateur.

L'ACS150 comprend

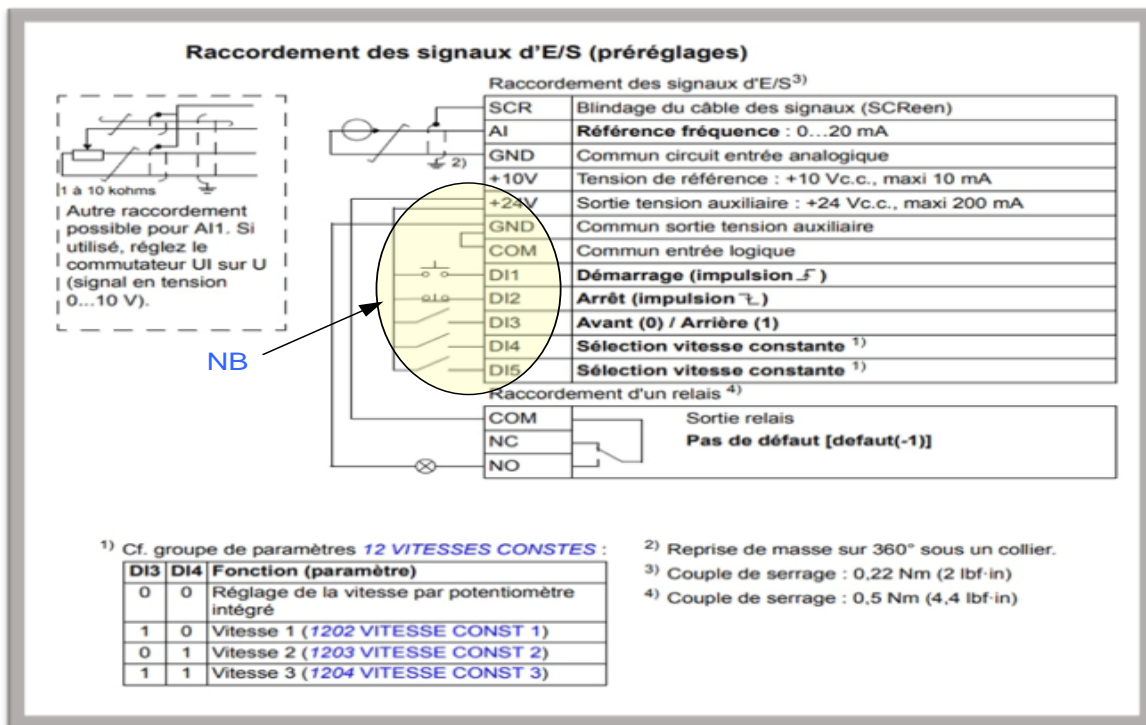


Figure I. 6 Raccordement des signaux E/S

NB : Pour notre cas on a choisi le Macro programme CMD 3 fils

I.5.5 Macroprogramme CMD 3 fils

Ce macroprogramme est utilisé lorsque le variateur est commandé par des contacts

Impulsionnels. Il comporte trois vitesses constantes. Pour sélectionner ce Macroprogramme, réglez le paramètre 9902 MACRO PROGRAMME sur 2

I.5.6 Les différents modes d'application

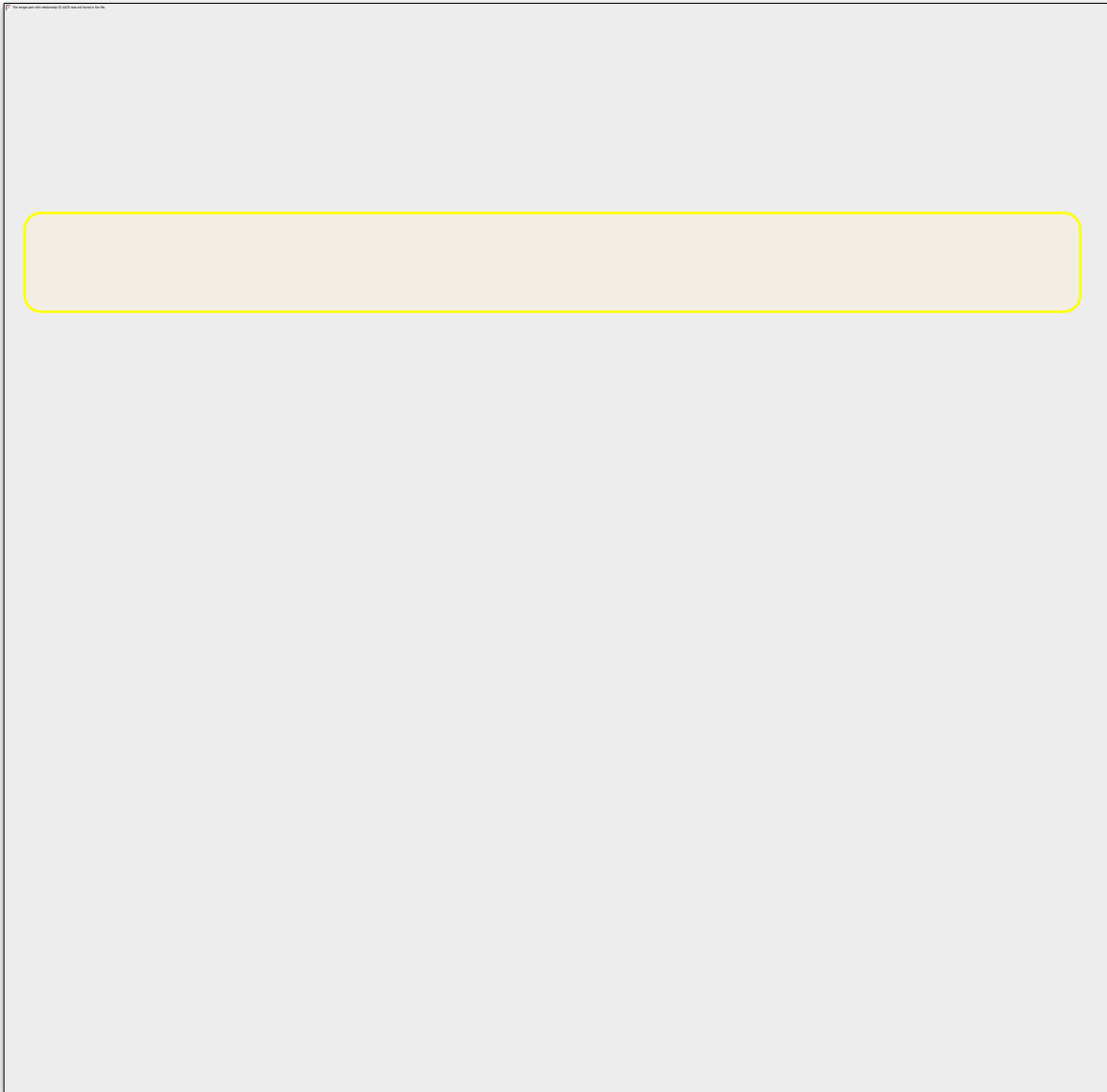


Figure I. 7 Macroprogramme CMD 3 fils

I.6 Le modèle mathématique du système

Pour concevoir le modèle mathématique de notre système on a pris chaque partie seule comme expliqué dans la section suivante :

I.6.1 Les contraintes

- ✓ La hauteur maximale est égale à 12 cm lorsque le capteur qu'on a utilisé est saturé dans cette valeur

- ✓ Débit d'entrée égale à 100.8 L/min

I.6.2 Groupe variateur-moteur

Tout d'abord, nous avons séparé le moteur de la pompe et connecté sa sortie à un tachymètre et son entrée au variateur de fréquence ABB afin de pouvoir extraire son équation, qui représente une équation du premier ordre

$$M(s) = \frac{k_m}{\tau_m s + 1} \quad \text{I. 1}$$

D'où,

- ✓ $M(s)$: la fonction de transfert du système
- ✓ k_m : gain statique de moteur
- ✓ τ_m : constante de temps

Pour pouvoir calculer ces derniers, nous avons changé la tension à chaque fois et lu la vitesse

Le tableau et la courbe suivants résument l'expérience

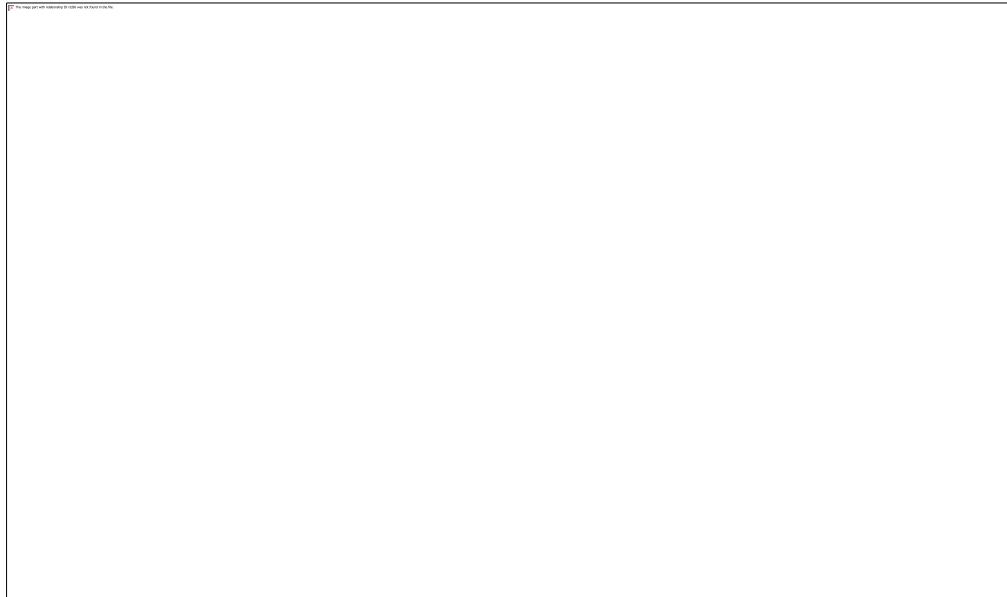


Figure I. 9 Réponse temporelle du moteur

Tension d'entrée (V)	2.56	5	7.58	10.10
Vitesse (tr/min)	17.5	35	62.5	70.1
k_m	6.83	7	6.93	7

Tableau 3 Les données de tensions, vitesse et calcul Km

D'après les résultats obtenus on trouve :

$$M = \frac{7}{0.6s+1} \quad \text{I. 2}$$

I.6.4 Modèle de Pompe

La pompe est peut-être modélisée par l'équation suivante

$$Q = k_p \cdot V1 \quad \text{I. 3}$$

D'où

- ✓ Q : débit d'eau pompé par la pompe
- ✓ k_p : la constante de proportionnalité qui dépend des caractéristiques de la pompe
- ✓ V1 : la vitesse de rotation de la pompe

Chaque fois, nous avons changé la fréquence et enregistré le temps nécessaire pour atteindre la hauteur souhaitée et calculé la quantité d'eau pendant cette période.

Nous avons utilisé tableau pour calculer la relation entre la quantité d'eau pompée par la pompe en litres par minute en termes de fréquence, et nous avons obtenu une constante K_p .

A chaque fois, nous sommes assurés de maintenir les autres conditions constantes tout au long de l'expérience, telles que la hauteur constante de l'eau dans le réservoir et le volume constant du réservoir lui-même, pour obtenir des résultats plus précis et plus fiables.

Soit $V1(t)$ la vitesse et le débit de la pompe soit $Q(t)$.

La courbe de la pompe est une courbe non linéaire, nous choisissons donc un domaine fini linéaire pour calculer la constante k_p .

Nous avons supposé la hauteur de l'eau : 12 cm

Calcul de volume :

$$V = A \cdot h = 0.119 \cdot 12 = 14.28 \text{ L}$$

Calculer le glissement :

$$g = \frac{(n_s - n)}{n_s} = \frac{(3000 - 2900)}{3000} = 0.033$$

On trouve la relation : $n = n_s \cdot (1 - g)$.

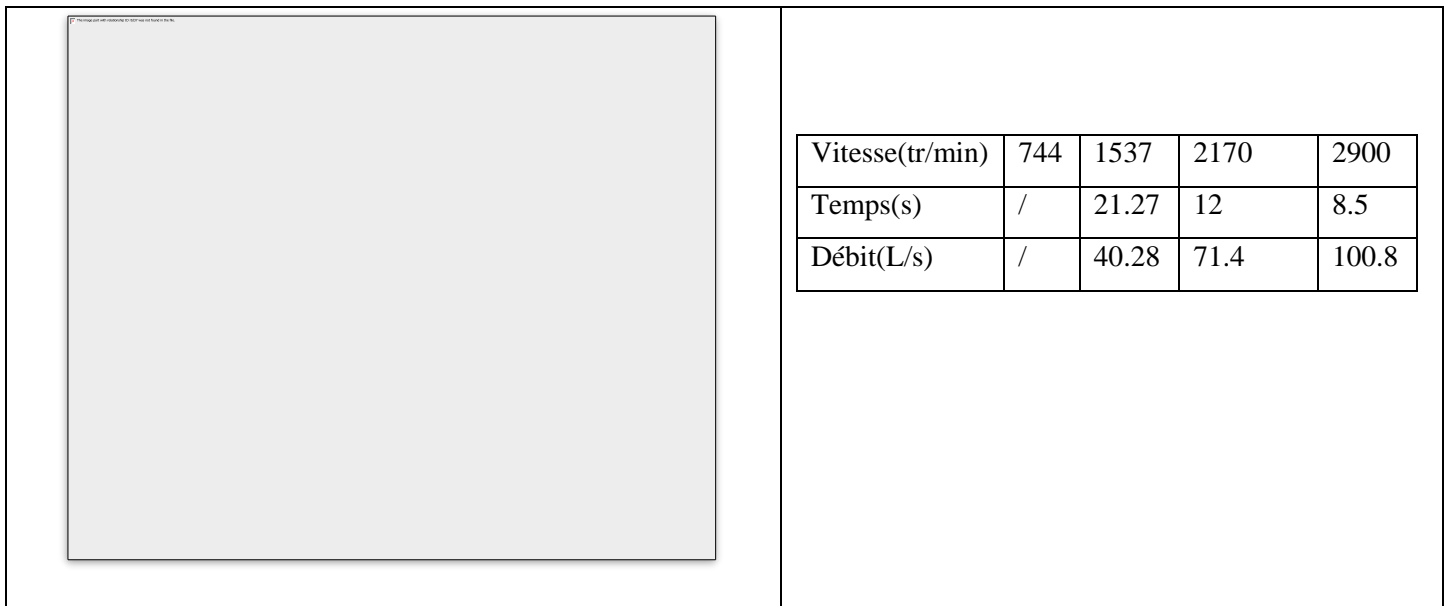


Figure I. 8 Variation de débit par rapport la vitesse

NB : D'après la courbe on trouve que le gain de la pompe est égal à **0.044**

I.6.5 Modèle du réservoir

Les symboles suivants sont définis :

A	La surface du réservoir	0.0119 m ²
a	Zone transversale du tuyau	0.000125 m ²
h ₀	La hauteur maximale	12Cm=0.12m
Q _e (t)	Débit d'entrée	100.8L/min
V	Volume d'eau	0.06545 m ³
G	Accélération de la gravité	9.8 m ² /s

Tableau 4 les valeurs utilisés

I.6.6 Les dimensions de réservoir

Figure I. 11 Réservoir d'eau

Avec un débit d'entrée $Q_e(t)$ et un débit de sortie $Q_s(t)$ peut-être décrit par l'équation suivante:

$$\frac{dv(t)}{dt} = \frac{Q_{in}(t)}{Q_{out}(t)} \quad \text{I. 4}$$

Où :

$$\frac{dv(t)}{dt} \quad \text{I. 5}$$

est la dérivée temporelle de $V(t)$: le volume d'eau dans le reservoir .

Nous savons que :

$$h = \frac{V}{A} \quad \text{I. 6}$$

Alors

$$Q_e(t) - Q_s(t) = A \frac{dh(t)}{dt} \quad \text{I. 7}$$

D'après le principe de Bernoulli le débit de sortie peut s'exprimer comme suit :

$$Q_s(t) = k \cdot a \cdot \sqrt{h(t)} \quad \text{I. 8}$$

Donc :

$$Q_e(t) = k \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{I. 9}$$

$$Q_s(t) - k \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = A \frac{dh(t)}{dt} \quad \text{I. 10}$$

On trouve une constant C , tel que :

$$C = k \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g} \quad \text{I. 11}$$

On a:

$$Q_e(t) - C\sqrt{h} = A \frac{dh}{dt} \quad \text{I. 12}$$

En régime permanent $Q_e(t) = Q_s(t)$, et l'eau est également dans un état stable

$$Q = q_e - q_s \quad \text{I. 13}$$

$$H = h - h_0 \quad \text{I. 14}$$

On utilise les développements de Taylor du premier ordre:

$$Q_s(0) = Q_s(0) + Q'_s(0) \cdot (h - h_0) \quad \text{I. 15}$$

$$Q_s(0) = C\sqrt{h_0} + \frac{C}{2\sqrt{h_0}} \cdot (h - h_0) \quad \text{I. 16}$$

En remplace dans le l'équation précédente :

$$Q_e(t) - C\sqrt{h_0} + \frac{C}{2\sqrt{h_0}} \cdot (h - h_0) = A \cdot \frac{dh(t)}{dt} \quad \text{I. 17}$$

Donc :

$$Q + q_s - C\sqrt{h_0} - \frac{C}{2\sqrt{h_0}} \cdot (H + h_0 - h_0) = A \cdot \frac{dh}{dt} \quad \text{I. 18}$$

Transformée de Laplace de l'équation :

$$Q(s) - \frac{C}{2\sqrt{h_0}} \cdot H(s) = A \cdot s \cdot H(s) \quad \text{I. 19}$$

$$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{\frac{2\sqrt{h_0}}{C}}{\frac{2 \cdot A \sqrt{h_0}}{C} s + 1} \quad \text{I. 20}$$

Le modèle mathématique est décrit par des équations différentielles, pour faciliter le travail il est préférable d'avoir des équations algébriques.

La fonction de transfert :

$$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{kr}{\tau \cdot s + 1} \quad \text{I. 21}$$

Avec:

$$\tau = \frac{2A\sqrt{h_0}}{C} \quad \text{I. 22}$$

$$kr = \frac{2\sqrt{h_0}}{C} \quad \text{I. 23}$$

Après les calculs on à trouver la fonction de transfert suivante qui modélise notre réservoir

$$\frac{H(s)}{Q(s)} = \frac{1251.94}{14.89*s+1} \quad \text{I. 24}$$

I.6.7 Modèle de capteur de pression

Un capteur de pression est modélisé mathématiquement à l'aide d'une équation qui relie la pression mesurée par le capteur à la tension de sortie de capteur comme le montre l'équation suivante

$$P = Kc \cdot V \quad \text{I. 25}$$

Où :

- ✓ P est la pression mesurée par le capteur.
- ✓ V est la tension de sortie du capteur.
- ✓ Kc est une constante de proportionnalité qui dépend des caractéristiques du capteur.

Dans ce modèle, la pression mesurée est directement proportionnelle à la tension de sortie du capteur. La constante de proportionnalité Kc est déterminée expérimentalement comme le montre dans la photo



Figure I. 12 Capteur de pression

Les résultats obtenus :

Tension d'entrée(V)	0	2.9	4.6	6.6	8.7
Niveau d'eau (Cm)	0	3	5	7	9

Tableau 5 Les resultats de l'experience de calcul pression

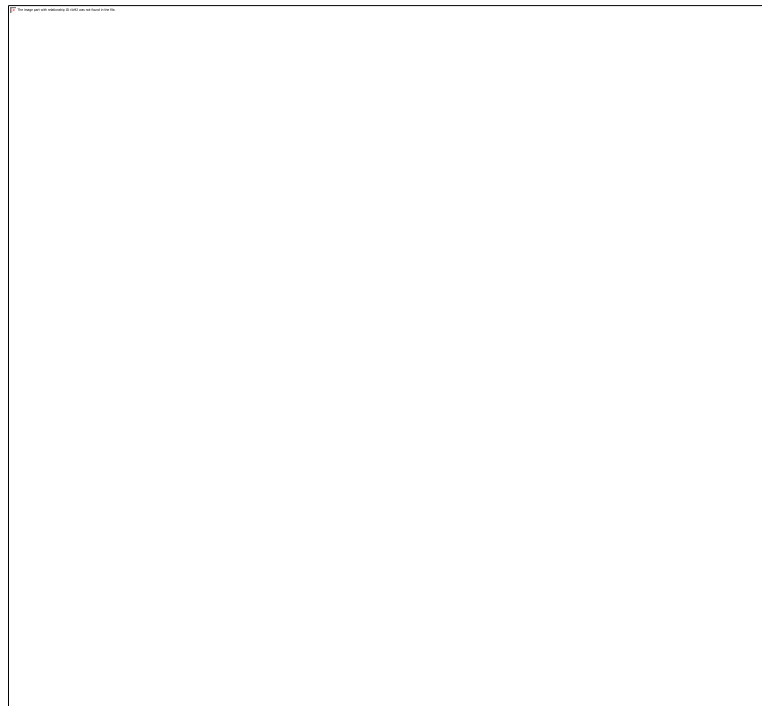


Figure I. 9la variation de niveau d'eau

D'après la courbe on trouve la constante $K_c=1$

I.6.8 La régulation automatique

La régulation automatique est une méthode Employée par les ingénieurs pour un formateur maîtrise sur un physique tel qu'une installation de production ou une

alimentation etc., afin de définir son comportement souhaité. Cette technique implique l'utilisation de Signaux (grandeurs physiques) qui doivent être mesurés afin de déterminer l'action à prendre sur le système. [7]

I.6.8.1 Commande en boucle ouverte

La commande en boucle ouverte consiste à ajuster la commande directement à partir de la consigne sans tenir compte de la sortie

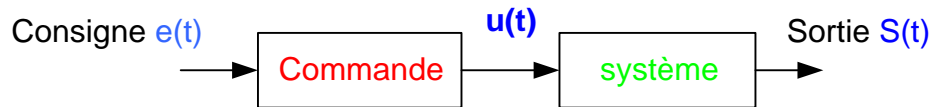


Figure I. 14 Bloc de boucle ouvert

I.6.8.2 La commande en boucle fermée

La régulation en boucle fermée est un processus de commande dans lequel la valeur mesurée est régulièrement surveillée et comparée à une consigne donnée. Cela entraîne la génération d'un signal de commande qui ajuste la variable de contrôle vers la consigne souhaitée.[8]

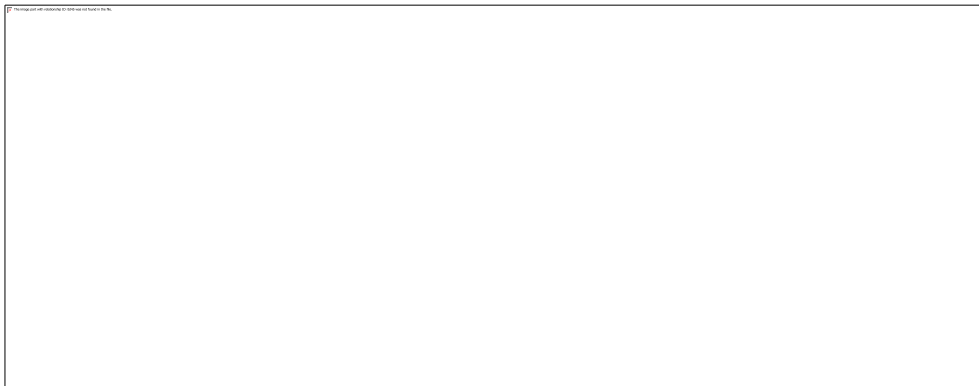


Figure I. 15 Bloc de boucle Fermé

I.6.9 Type de régulation automatique

I.6.9.1 Régulation TOR

Le fonctionnement du **TOR** (Tout Ou Rien) se distingue par la présence de deux états de commande possibles. L'un correspond à une commande maximale (100 %), tandis que l'autre correspond à une commande minimale (0 %).

I.6.9.2 Régulation PID

Le système d'asservissement est divisé en différentes classes correspondant à des types spécifiques de correcteurs homologués. Pour prendre une décision éclairée, il est important de comprendre les mesures de contrôle **PID** : proportionnelle, intégrale et dérivée. Le régulateur **PID** combine ces mesures pour générer un signal de commande en fonction de l'évolution du signal de sortie par rapport à la consigne, éliminer l'erreur statique en réduisant l'écart continu entre la valeur de consigne et le signal de sortie, et anticiper les variations du signal de sortie en détectant les changements de pente.

En résumé, le contrôleur **PID** offre un contrôle efficace en réduisant l'erreur statique et en anticipant les changements du système. [9]

I.6.9.2.1 Le modèle du régulateur PID

$$V_s(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \cdot \int e(t) dt + K_d \cdot \frac{de(t)}{dt} \quad \text{I. 26}$$

Où :

- V_s : est la tension de sortie du variateur de vitesse.
- K_p , K_i et K_d sont les coefficients de réglage du contrôleur PID
- $E(t)$: est l'erreur, définie comme la différence entre consigne et la valeur mesurée

I.6.9.3 PID Compact

Il est possible de proposer un régulateur **PID** continu avec une optimisation intégrée ou, en alternative, de configurer un régulateur à impulsions.

Dans une boucle de régulation, le **PID** Compact effectue une acquisition continue de la mesure et la compare à la consigne souhaitée. À partir de cette différence, le **PID**

Compact calcule une valeur de réglage qui ajuste rapidement et de manière stable la mesure à la consigne, en cherchant à atteindre les meilleures performances. [10]



Figure I. 16 PID COMPACT

I.7 Modèle générale

I.7.1 Schéma fonctionnel

Afin de concevoir notre système pour faciliter la compréhension et simplifier les étapes qu'il traverse, nous avons développé un schéma fonctionnel qui contient les différents éléments de notre système illustré par leur modèle mathématique :

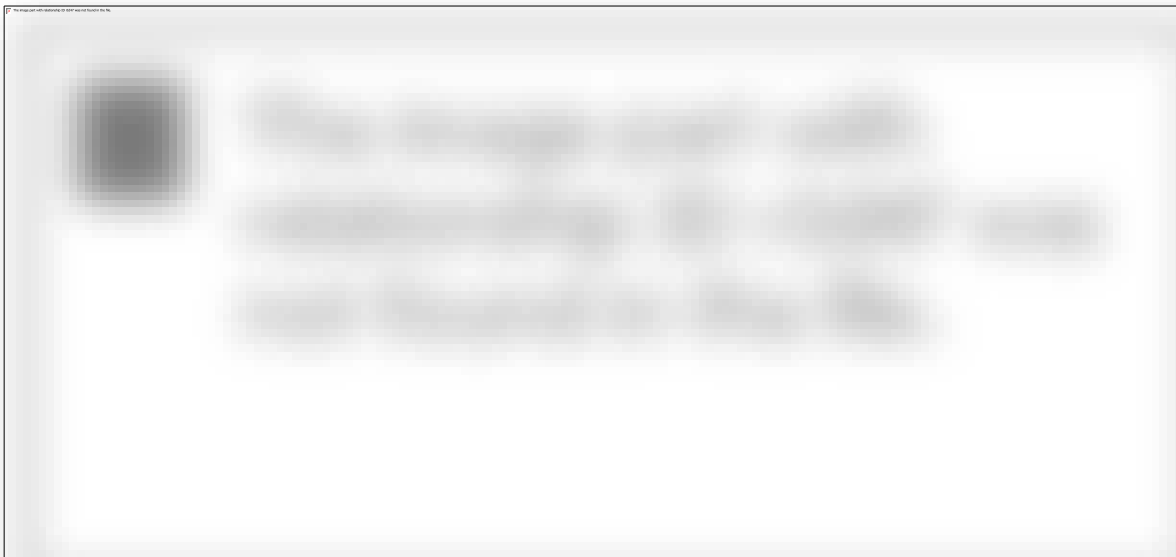


Figure I. 10 Schéma fonctionnelle

Après avoir modélisé chaque pièce séparément, nous allons maintenant les rassembler dans le schéma général et faire la régulation du système à l'aide de Simulink MATLAB



Figure I. 18 Schéma système de contrôle niveau d'eau SIMULINK MATLAB

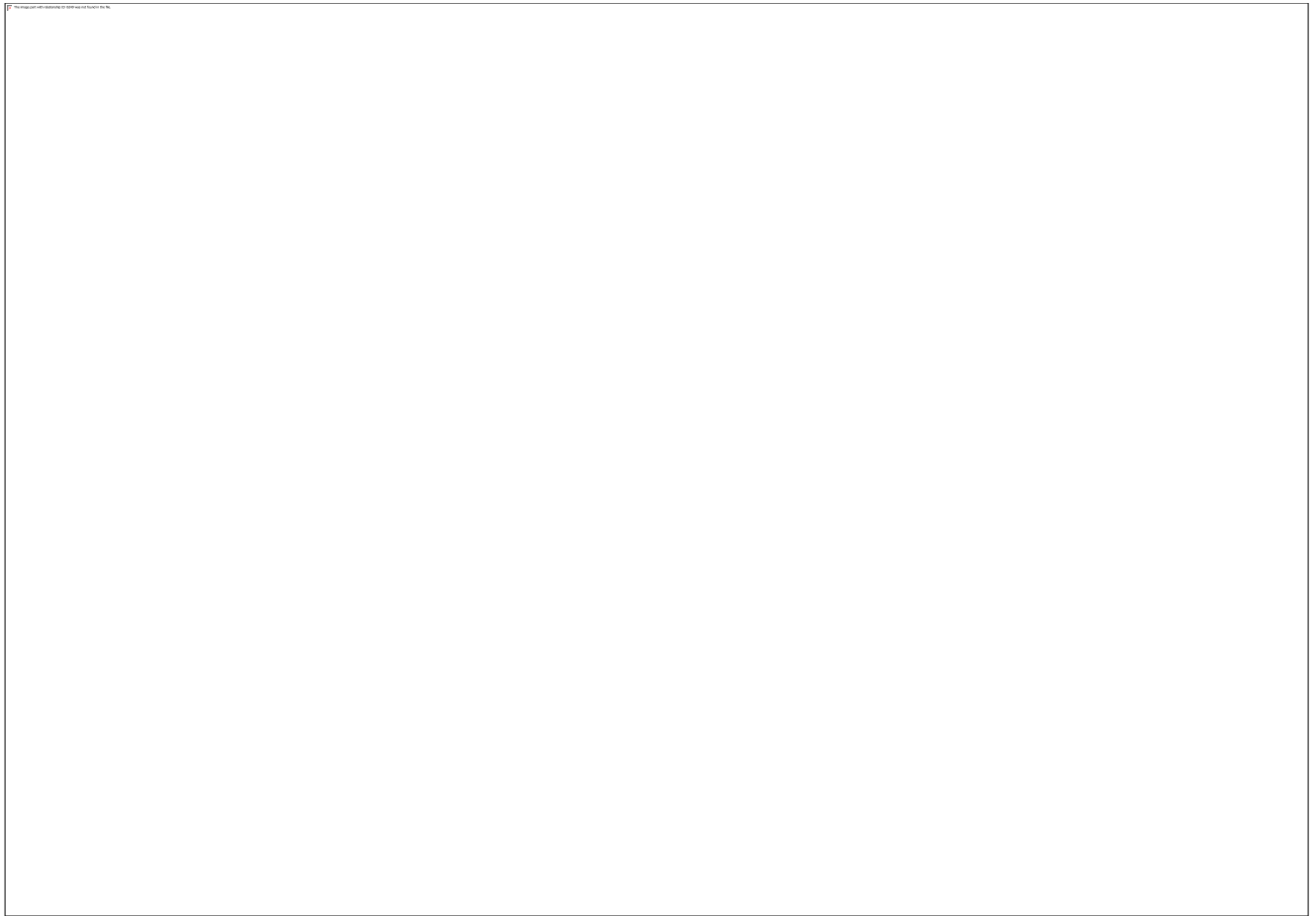


Figure I. 19 Réponse du notre système

I.8 Conclusion

La modélisation du système de contrôle du niveau d'eau a été effectuée à l'aide du **PLC S7-1200**, en plus de l'utilisation de la méthode de contrôle **PID**. Les résultats des études expérimentales ont été implémentés de manière claire en utilisant des algorithmes de contrôle basés sur les processus, et un plan de travail complet a été développé pour faciliter son application et sa mise en œuvre.

Chapitre II : API & SUPERVISION

II.1 Introduction

dans le domaine de la gestion des systèmes, Les automates programmables et la supervision jouent un rôle essentiel dans le contrôle du niveau d'eau en surveillant les niveaux d'eau, L'automatisation des processus offre de nombreux avantages, tels qu'une productivité, une fiabilité, une disponibilité et des performances accrues.

Dans ce chapitre, nous parlent sur la supervision ,L'API et la liaison entre eux .avec une explication du programme **TIA PORTAL**.

II.2 Historique d'API

Les débuts de l'api remontent aux années **1960**, lorsque les systèmes de contrôle étaient encore gérés à l'aide de relais. En **1968**, aux Etats-Unis, lors de la conférence de Westinghouse, bill stone, membre d'un groupe d'ingénieurs de la division HYDRAMATIC de général Motors corporation, révèle les problèmes de fiabilité et de documentation que rencontre leur usine.

Il a également introduit une norme de conception développée par les ingénieurs de **GM** pour un "contrôleur de machine standard". Selon ces critères, le premier modèle de cette machine devait atteindre plusieurs objectifs : éliminer les coûteux relais électromécaniques lors des changements de modèle sur la chaîne de montage, étendre les avantages des circuits statiques à 90 % des machines de l'usine, réduire les arrêts temps liés aux problèmes de contrôle, pour être réparable facilement programmé en utilisant la logique à relais déjà acceptée, permettant une expansion future grâce à une conception modulaire pour une utilisation facile.

De plus, il devait fonctionner dans un environnement industriel avec de la saleté, de l'humidité, des interférences électromagnétiques et des vibrations, et disposait de capacités logiques complètes, à l'exception des fonctionnalités de réduction des données. Pour mener à bien ce projet, un cahier des charges accompagné d'un appel d'offres pour construire un prototype a été soumis à quatre fabricants de contrôleurs : ALLEN-BRADLEY, via information instruments, Inc., et MICHIGAN digital Equipment corporation (DEC) DETROIT CENTURY ASSOCIATED BEDFORD associâtes. [11]

Leurs premières applications étaient initialement de remplacer les horloges de contrôle du temps des employés, et les premières machines automatisées programmables ne mettaient en œuvre que des commutations **ON/OFF**, chronométrant comme des relais. Dans les années **1970**, la technologie des microprocesseurs a permis de donner une nouvelle dimension à l'automatisation programmable en lui apportant plus de souplesse et d'intelligence. Avec les microprocesseurs, les automates pouvaient effectuer des opérations arithmétiques en plus des opérations logiques, élargissant considérablement les capacités de traitement. Ils ont également pu traiter des données et des adresses, ce qui leur a permis d'effectuer des tâches plus complexes. De plus, la communication entre les automates et d'autres calculateurs ou automates est facilitée par l'utilisation de protocoles de communication standardisés. [12]

II.3 L'automate programmable industriel

II.3.1 Définition

L'automate programmable industriel (**API**) également appelé **PLC** en anglais (programmable logic controller), est un appareil électronique programmable utilisé pour automatiser les processus de production en suivant une séquence logique, conçu pour être contrôlé en temps réel par un personnel non informaticien, il est destiné à piloter des procédés logiques séquentiels dans des environnements industriels [13].

II.3.2 structure interne

La structure interne du contrôleur logique programmable se compose des éléments suivants :

- ✓ Central attribut unit (**CPU**)
- ✓ Mémoire
- ✓ Modules d'entrée et de sortie
- ✓ Alimentation
- ✓ Interfaces de communication

Les automates peuvent être équipés de ports de communication pour communiquer avec d'autres appareils ou systèmes, tels que des ordinateurs, des réseaux industriels ou d'autres automates.

Tous ces composants permettent à l'automate programmable industriel de piloter des processus industriels [14].

Parmi les protocoles de communication les plus importants figurent ceux qui combinent le CPU avec l'IHM par liaison à travers **PROFINET** (Process Field Network) qui garantit une communication optimale avec le système afin de superviser le système et de contrôler de manière exhaustive toutes les données y compris la modification, la sauvegarde, etc.

II.4 PROFINET

PROFINET est le premier standard Ethernet industriel intégré pour l'automatisation, qui exploite les atouts d'Ethernet et de **TCP/IP** pour une communication ouverte de la couche de gestion d'entreprise au processus lui-même. **PROFINET** est une norme de communication ouverte pour l'automatisation industrielle. **PROFINET** est divisé en différentes classes de performance pour répondre à diverses contraintes de temps : **PROFINET RT** pour le temps réel souple ou lorsque le temps réel n'est pas requis, **PROFINET IRT** pour les performances en temps réel dur. La technologie a été développée par Siemens et les entreprises membres de l'organisation d'utilisateurs **PROFIBUS PNO**. En tant que successeur basé sur Ethernet de **PROFIBUS DP**, **PROFINET I/O** spécifie tous les transferts de données entre les contrôleurs d'E/S ainsi que le paramétrage, le diagnostic et la topologie du réseau. [15]

II.4.1 Les appareils principaux de PROFINET:

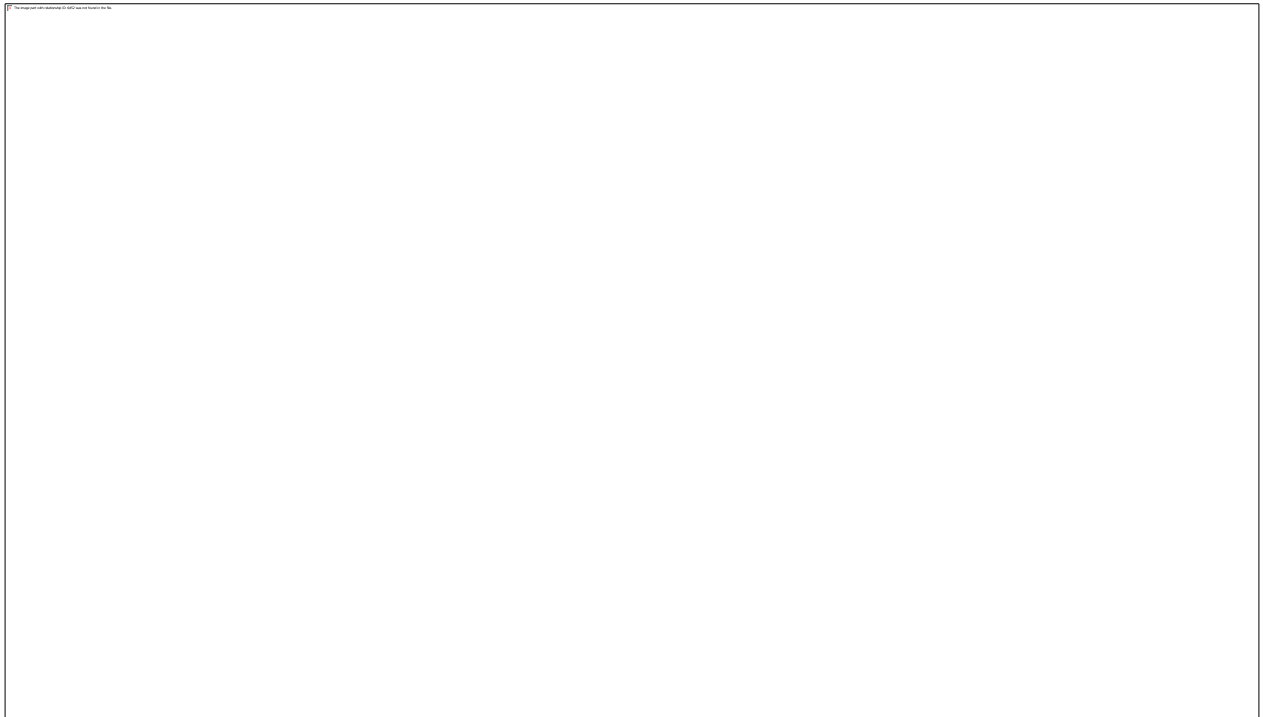


Figure II. 1 Les appareils PROFINET

II.4.2 Cable PROFINET

Les câbles industriels sont soumis à d'énormes sollicitations mécaniques ; ils sont donc fabriqués spécialement pour l'atelier.

L'un des premiers critères d'adéquation au milieu industriel est la possibilité de réaliser des systèmes de raccordement sur site.

Les connecteurs M12 et RJ45 sont faits pour cela ; leur montage est facilité par l'emploi d'outils standards.

Sur PROFINET, le connecteur RJ45 protégé IP20 et compatible avec les prises bureautiques équipe les armoires électriques. [5]

II.5 La liaison IHM PLC

Pour établir une connexion entre un automate **S7 1200** et un **IHM KTP700 PN**, un bus Internet industriel doit être fourni.

Les câbles **PROFINET** sont des câbles Ethernet industriels, également appelés **CAT 5, CAT5e, CAT6** etc., qui sont utilisés pour connecter des systèmes de bus de terrain industriel sous le protocole **TCP/IP** adaptés aux applications d'automatisation industrielle.

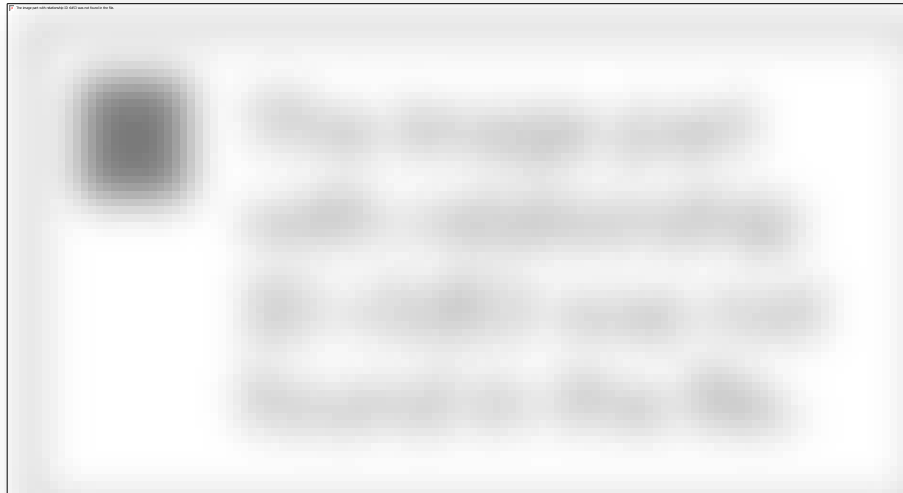


Figure II. 2 Liaison **PLC IHM**

Le système est supervisé et surveillé depuis le moniteur **IHM KTP 700 PN** qui communique avec l'automate via le convoyeur industriel (Connecteur **RJ45**).

II.6 S7 PLC 1200

Le **CPU** (central processing unit) intègre différents composants tels qu'un microprocesseur, une alimentation, des circuits d'entrée et de sortie, un **PROFINET** intégré, des e/s rapides pour le contrôle des mouvements, ainsi que des entrées analogiques.

Ces éléments sont regroupés dans un boîtier compact afin de créer un contrôleur puissant. Une fois que le programme est chargé, le **CPU** contient la logique nécessaire pour le contrôle et la commande des dispositifs dans l'application.

Le **CPU** surveille les entrées et ajuste les sorties en fonction de la logique du programme utilisateur, qui peut inclure des instructions booléennes, des instructions de comptage, des instructions de temporisation, des instructions mathématiques complexes, ainsi que des

commandes pour communiquer avec d'autres dispositifs intelligents. Le **CPU** offre également un port **PROFINET** pour la communication via un réseau **PROFINET**.

Des modules supplémentaires sont disponibles pour la communication via les réseaux **PROFIBUS, GPRS, RS485 OU RS232**. [17]

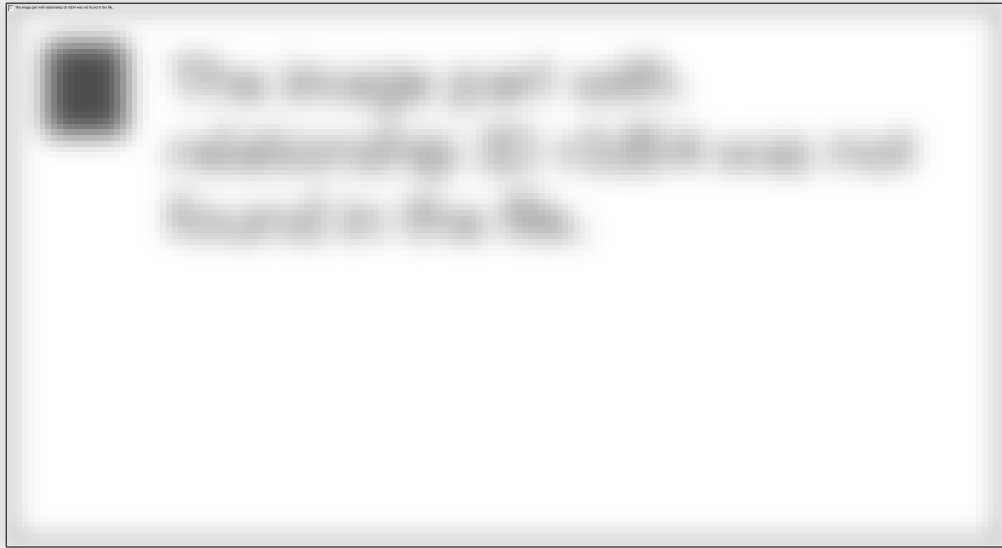


Figure II. 3 CPU S7-1200

II.7 Langages de programmation

Il existe 4 langages de programmation des automates. L'automate se programme via une console de programmation ou par un PC équipé d'un logiciel spécifique.

Langage à contacts (LD : Ladder Diagram): Langage graphique utilise les symboles tels que : contacts, relais et blocs fonctionnels et s'organise en réseaux (labels). C'est le plus utilisé.

Blocs Fonctionnels (FBD : Function Bloc Diagram): Langage graphique où des fonctions sont représentées par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droites. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmables. Utilisé par les automaticiens.

Liste d'instructions (IL : Instruction List): Langage textuel de même nature que l'assembleur (programmation des microcontrôleurs). Très peu utilisé par les automaticiens.

Langage littéral structuré (ST : Structured Text) : Langage informatique de même nature que le **PASCAL**, il utilise les fonctions comme if ... then ...else ... Peu utilisé par les automaticiens.

[18]

II.8 Supervision

II.8.1 Definition

La supervision est le contrôle technique industriel et le contrôle informatique en temps réel des processus de fabrication, des postes de travail ou des machines automatisées.

Le procédé est représenté par un schéma comprenant des images et des objets animés, il s'agit de l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et de paramètres de contrôle de procédé habituellement attribués à un automate programmable, Il permet l'affichage dynamique et le suivi du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité.

Aujourd'hui, de nouveaux processus réglementaires démarrent en fin de compte et l'architecture du système de distribution permet également une surveillance ou un contrôle à distance.

[19]

II.8.2 Pourquoi Superviser ?

- ✓ Contrôler la disponibilité des services/fonctions
- ✓ Contrôler l'utilisation des ressources
- ✓ Vérifier qu'elles sont suffisantes (dynamique)
- ✓ Détecter et localiser des défauts
- ✓ Diagnostic des pannes
- ✓ Prévenir les pannes/défauts/débordements (pannes latentes)
- ✓ Prévoir les évolutions
- ✓ Suivi des variables [20]

II.8.3 La supervision des procédés

La supervision continue des procédés industriels est nécessaire pour assurer des conditions d'opération pour lesquelles les algorithmes de commande sont efficaces.

Entre autres, que les défauts les plus difficiles à détecter sont les défauts qui s'installent lentement, car on peut mettre un certain temps à voir leurs effets apparaître clairement.

Les méthodes avancées de surveillance et de diagnostic de défauts sont nécessaires, pour répondre aux exigences comme l'anticipation de la détection de défauts avec variations brutales du comportement, le diagnostic de fautes d'actionneurs, de comportement du procédé et du capteur, la détection de défauts dans les boucles fermées et la supervision de procédés lors d'états transitoires. L'objectif de l'anticipation de la détection de défauts et du diagnostic est d'avoir assez de temps pour traiter des actions, comme la reconfiguration du processus ou la maintenance. [21]

II.9 STEP 7 ET WINCC

C'est deux logiciels d'ingénierie siemens utilisé pour programmer et construire le **IHM** dans le groupe **SIEMENS**. La dernière version de **STEP 7 & WINCC** sont intégrée dans le logiciel d'ingénierie **TIA PORTAL** (Totally Integrated Automation). **TIA** est une solution complète pour la programmation d'automates, de panneaux **IHM**. Cela fournit aux ingénieurs une plate-forme unifiée pour développer et configurer différents aspects de l'automatisation industrielle. [22]

II.10 TIA PORTAL (Totally Intergrated Automation)

Le **TIA PORTAL** est le nouveau cadre de travail de siemens conçu pour la mise en œuvre de solutions d'automatisation, intégrant un système d'ingénierie complet comprenant **SIMATIC STEP 7 ET SIMATIC WIN CC**. Cette plate-forme offre de nombreux avantages en termes de gain de temps lors du développement de systèmes d'automatisation. En effet, elle constitue une plate-forme intégrée qui nous permet d'effectuer une simulation intuitive de notre projet avant de le mettre en production. [23]

II.11 Vue du portail PORTAL

La vue de **TIA PORTAL** offre deux vue pour faciliter le travail de l'utilisateur

II.11.1 Vue du portail

Cette vue est axée sur les tâches à accomplir et permet une prise en main rapide. Chaque portail correspond à une catégorie de tâches, et la fenêtre affiche la liste des actions disponibles pour la tâche sélectionnée. Cela permet à l'utilisateur de se concentrer sur les actions spécifiques qu'il souhaite effectuer.[24]

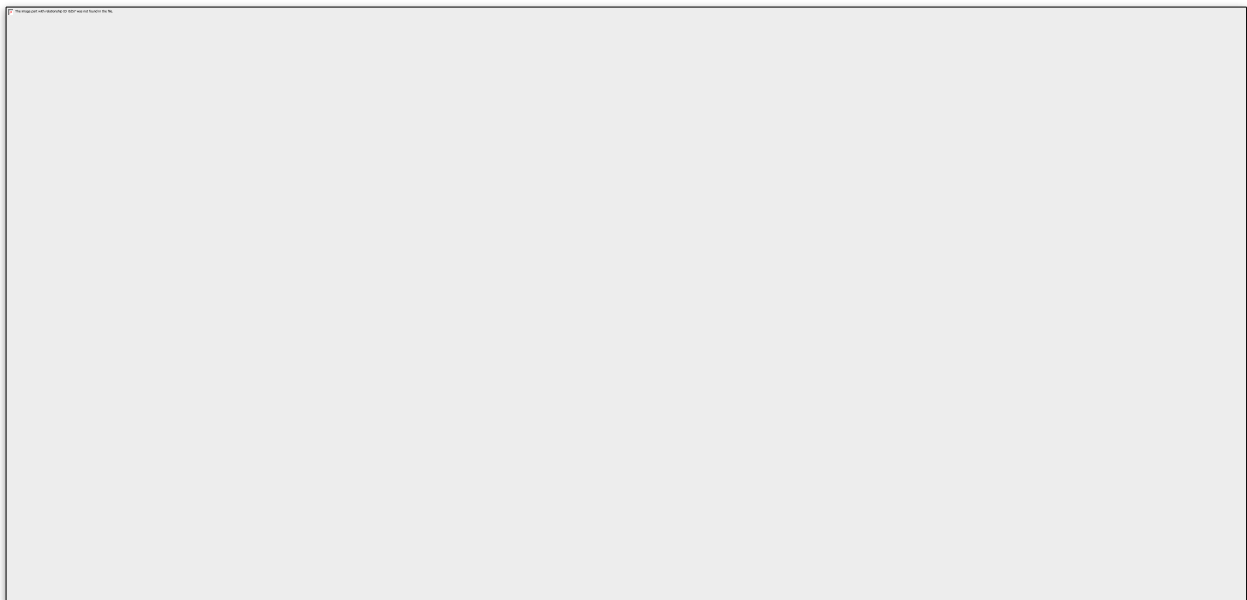


Figure II. 4 Vue du portail

II.11.2 Vue du projet

Cette vue présente une structure arborescente qui regroupe les différents éléments du projet. Les éditeurs requis s'ouvrent automatiquement en fonction des tâches à réaliser. Les données, les paramètres et les éditeurs peuvent être consultés et modifiés dans cette vue, offrant ainsi une vue globale et unifiée des informations liées au projet.[24]

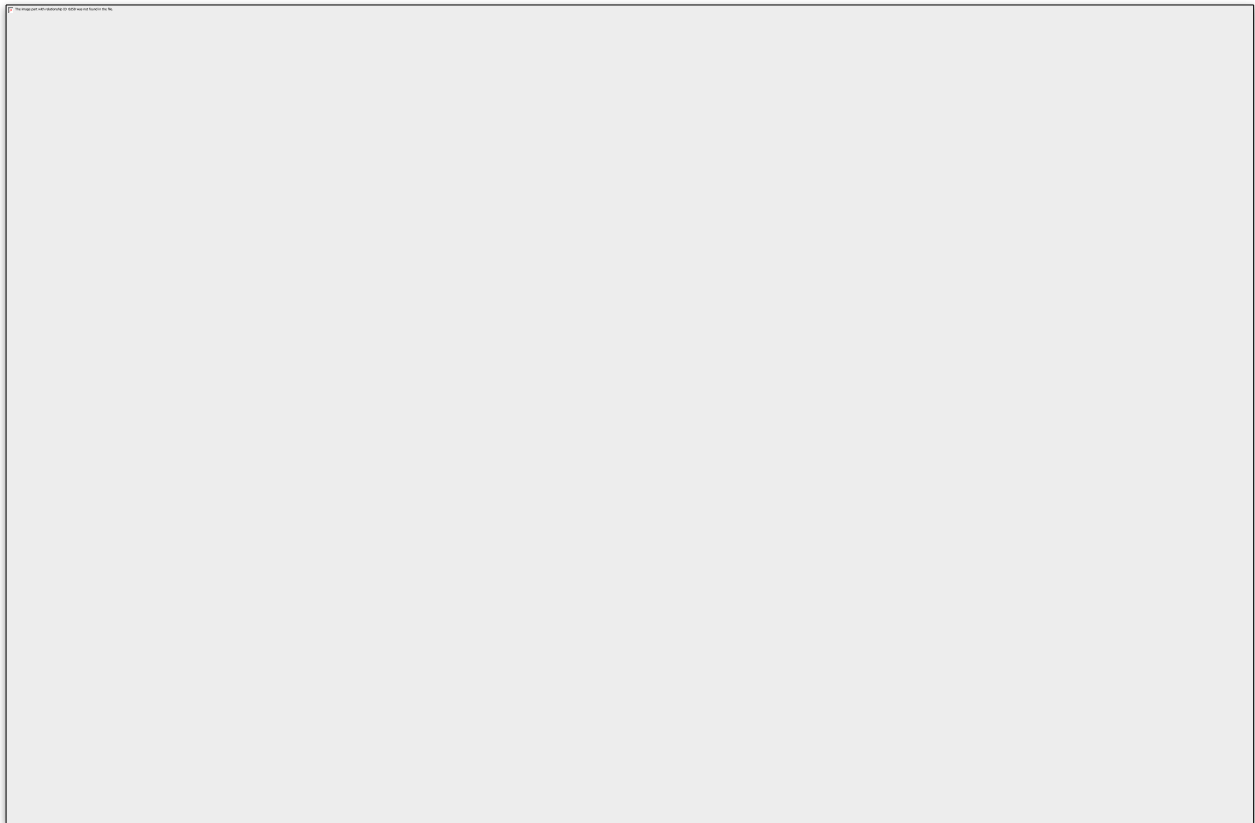


Figure II. 5 Vue du projet

II.11.2.1 La fenêtre de travail

Offre une visualisation des objets sélectionnés dans le projet afin de les traiter. Ces objets peuvent inclure des composants matériels, des blocs de programme, des tables de variables, des **IHM**, et plus encore.

II.11.2.2 La fenêtre d'inspection

Permet d'afficher des informations complémentaires sur un objet sélectionné ou sur les actions en cours d'exécution. Cela peut inclure les propriétés du matériel sélectionné, les messages d'erreur lors de la compilation des blocs de programme, et autres détails pertinents.[24]

II.11.2.3 Les onglets de sélection de tâches

Présentent un contenu qui varie en fonction de l'objet sélectionné. Par exemple, dans la configuration matérielle, les onglets peuvent afficher les bibliothèques de composants, tandis que dans un bloc de programme, ils peuvent présenter les instructions de programmation correspondantes. [24]

II.12 Création du projet

Lancez **TIA PORTAL** et ouvrez un projet existant ou créez un nouveau projet en fonction de vos besoins, pour créer un projet dans la vue du portail, il faut sélectionner l'action "créer un projet".

On peut nommer le projet, choisir le chemin de sauvegarde, indiquer des commentaires ou définir l'auteur du projet. Après avoir saisi ces informations, on clique simplement sur le bouton "créer".

Une fois le projet créé, le poste de travail peut être configuré, la première étape consiste à définir le matériel existant. Pour ce faire, parcourez la vue du projet et cliquez sur "ajouter un appareil" dans le navigateur du projet.

Une liste d'éléments (automates, **IHM**, systèmes **PC**) pouvant être ajoutés s'affiche. Nous allons commencer par choisir le nôtre (**CPU S7 1200**) puis ajouter d'autres modules (alimentation, **E/S TOR** ou analogiques, modules de communication, etc.) [24]

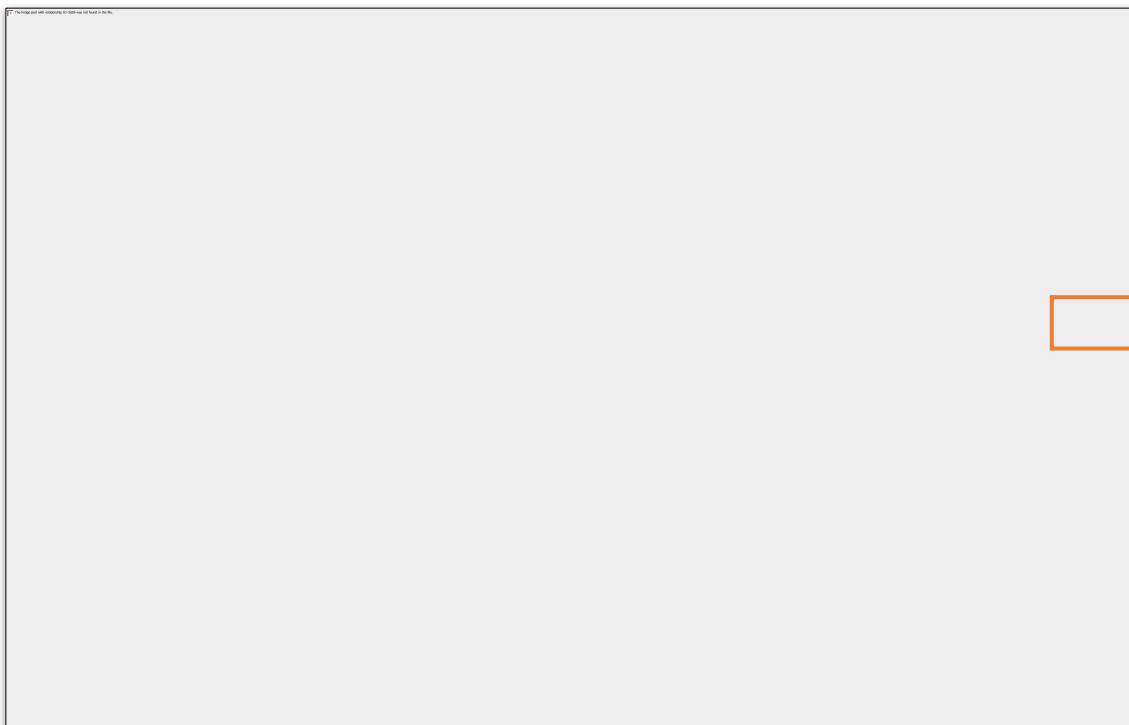


Figure II. 6 Création du projet

II.13 Configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle terminée, elle doit être compilée et chargée dans le contrôleur. Vous devez utiliser l'icône "compiler" dans la barre des tâches pour terminer la compilation. Nous sélectionnons l'api dans le projet et cliquons sur l'icône "compiler". Ceci termine la compilation du matériel et des logiciels.

Une autre façon de compiler consiste à cliquer avec le bouton droit sur l'api dans la fenêtre du projet et à sélectionner l'option "compiler la configuration matérielle ». [24]

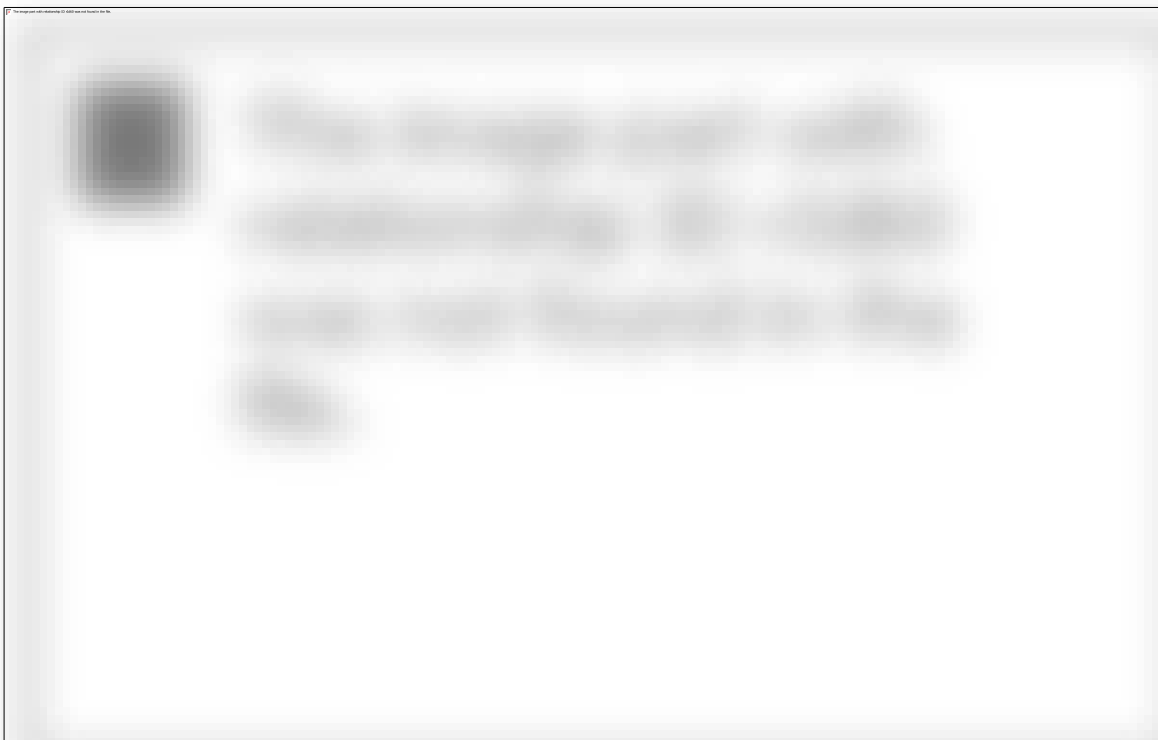


Figure II. 7 CPU 1215 DCDCDC

Utilisez l'éditeur de programmation intégré pour développer votre code d'application. Selon vos besoins, vous pouvez utiliser des langages de programmation tels que **LADDER**, blocs fonctionnels ou instructions structurées.

Ensuite, configurez les paramètres de communication et le réseau nécessaires pour connecter vos appareils. Vous pouvez établir des connexions Ethernet, configurer des réseaux

industriels tels que **PROFINET** ou **PROFIBUS**, ainsi que mettre en place une communication sans fil.

Avec ces fonctionnalités de **TIA PORTAL**, vous pouvez programmer votre application et configurer les connexions nécessaires pour interagir avec vos appareils et réseaux.

II.15 Blocs dans le programme utilisation

III.15.1 Blocs Fonctionnels (FB)

Sont des éléments programmables dotés d'une "mémoire" que nous créons nous-mêmes. Un bloc fonctionnel renferme un programme qui s'exécute lorsqu'il est appelé par un autre bloc de code. Les **FB** simplifient la programmation de fonctions complexes fréquemment utilisées.

III.15.2 Fonctions (FC)

Contiennent des routines de programme destinées aux fonctions couramment utilisées. Chaque fonction renferme un programme qui s'exécute lorsqu'elle est appelée par un autre bloc de code.

III.15.3 Blocs de données d'instance (DB d'instance)

Chaque appel de bloc fonctionnel qui transmet des paramètres est associé à un bloc de données d'instance (**DB** d'instance). Ce dernier contient à la fois les paramètres effectifs et les données statiques du **FB**. La structure du bloc de données d'instance est déterminée par les variables déclarées dans le **FB**.

Les blocs de données d'instance sont appelés par les blocs **FB/SFB** et sont générés automatiquement lors de la compilation.

III.15.4 Blocs de données (DB)

Les blocs de données se distinguent des blocs de code par leur absence d'instructions step7. Leur fonction principale est de stocker des données utilisateur, sous forme de variables, qui peuvent être utilisées par l'ensemble du programme utilisateur. Les blocs de données (**DB**) sont des zones de stockage destinées à enregistrer les données utilisateur. [25]

II.16 Adresse ETHERNET de la CPU

Pour établir une connexion entre la **CPU** et la console de programmation, il est nécessaire d'attribuer aux deux appareils des adresses appartenant au même réseau. Pour l'automate, on utilisera l'adresse **IP 192.168.2. N** de l'automate. [26]

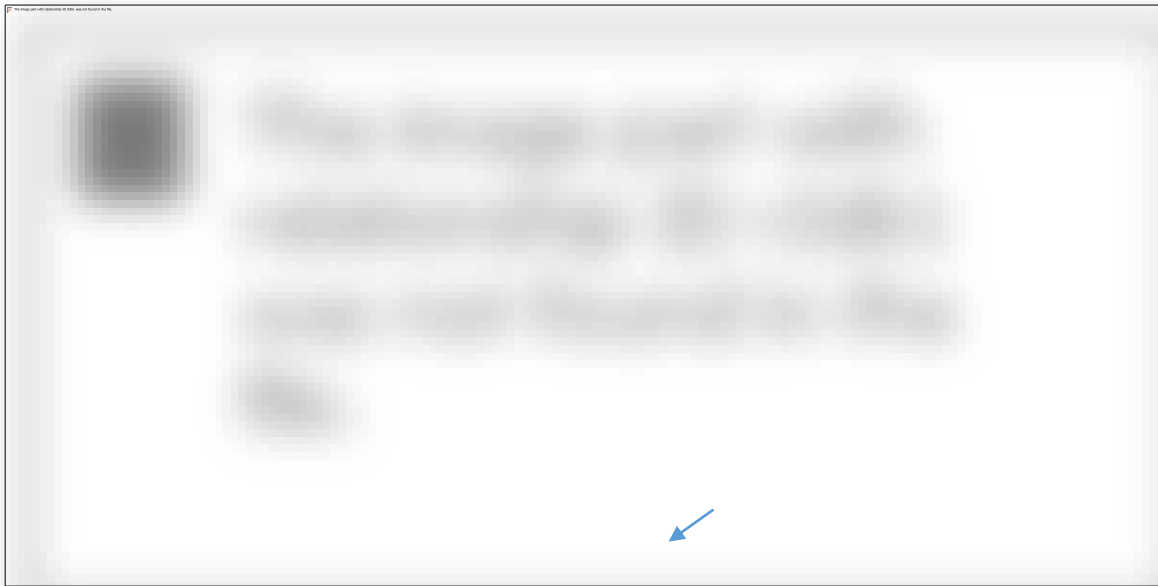


Figure II. 8 Adresse ETHERNET de la CPU

II.17 Compilation et chargement de la configuration matérielle

Une fois la configuration matérielle terminée, il est nécessaire de compiler et charger celle-ci dans l'automate.

La compilation s'effectue en utilisant l'icône "compiler" présente dans la barre de tâches. On sélectionne l'api dans le projet, puis on clique sur l'icône "compiler". Cette méthode permet de réaliser à la fois une compilation matérielle et logicielle.

Une autre option pour compiler consiste à faire un clic droit sur l'**API** dans la fenêtre du projet, puis à choisir l'option compiler et configuration matérielle.

Puis, pour charger la configuration dans l'automate, il suffit de cliquer sur l'icône "charger dans l'appareil".

Une fenêtre s'ouvrira, où vous devrez choisir le mode de connexion (**PN**, **PROFIBUS**, **MPI**). Si vous optez pour le mode **PN**, il est nécessaire que l'**API** possède une adresse **IP**. [26]

II.18 SIMATIC WIN CC (TIA PORTAL)

WINCC (Windows Control Center), est le logiciel qui permet de créer une Interface Homme Machine (**IHM**) graphique, qui assure la visualisation et le diagnostic du procédé.

Il permet la saisie, l'affichage et l'archivage des données, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants.

Il offre une bonne solution de supervision, car il met à la disposition de l'opérateur des fonctionnalités adaptées aux exigences d'une installation industrielle [27].

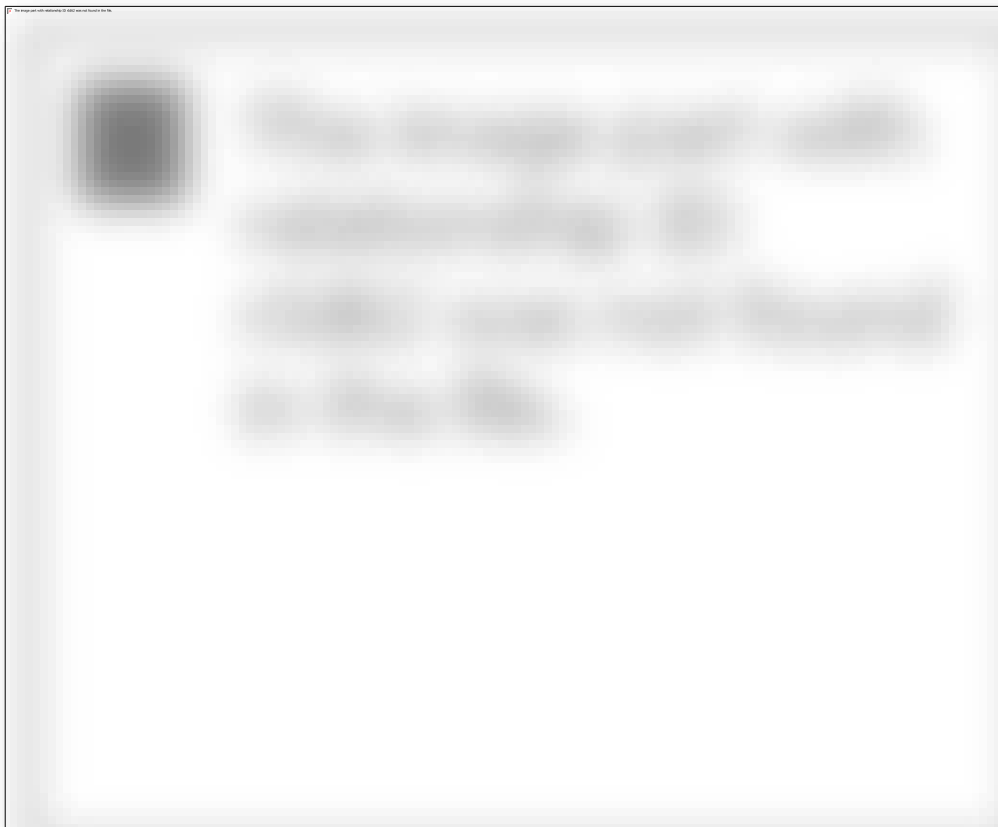


Figure II. 9WIN CC

II.19 Les interfaces homme-machine (IHM)

L'interface homme-machine (**IHM**) joue un rôle essentiel lorsque les processus deviennent plus complexes et que les machines doivent répondre à des exigences de fonctionnalité plus strictes, Elle agit comme une interface entre l'opérateur et le processus, permettant une transparence maximale.

Le système **IHM** assure plusieurs tâches, notamment la représentation du processus sur le pupitre opérateur, la commande du processus par l'opérateur via une interface graphique, la visualisation des alarmes en cas d'états critiques, l'archivage des valeurs processus et des alarmes pour une documentation ultérieure, la possibilité de consulter et éditer les données de production, et la gestion des paramètres de processus et de machine grâce à des recettes. Le système **IHM** facilite ainsi le contrôle et la gestion efficaces des processus industriels. [28]

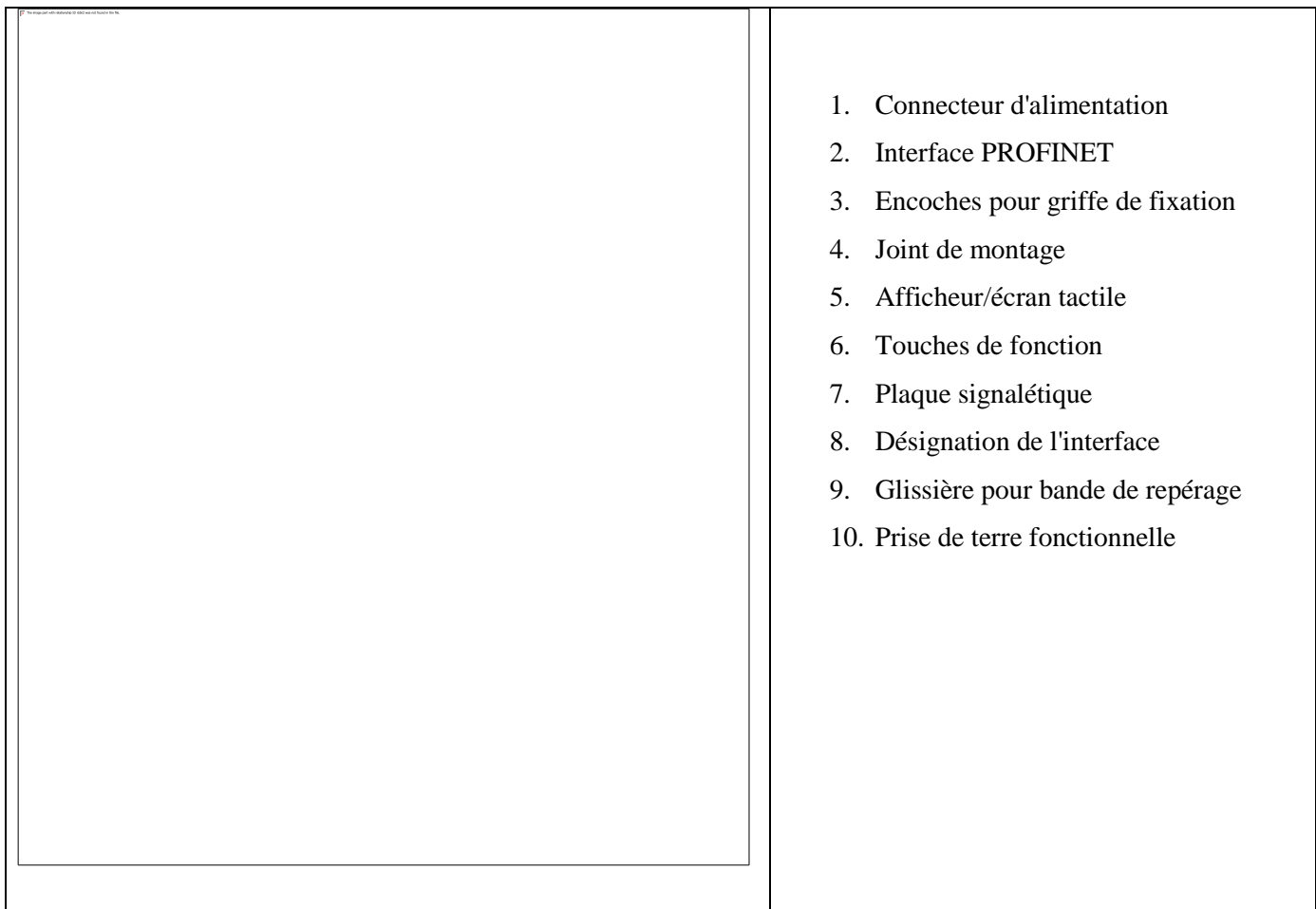


Figure II. 10 Interface Homme Machine

II.20 CONFIGURER UNE VUE IHM

Pour configurer une vue **IHM** en suivent les étapes suivantes :

- ✓ On choisit la visualisation en cliquant sur configurer une vue **IHM** qui se trouve dans la page d'accueil de **TIA PORTAL**
- ✓ On choisit le pupitre l'**IHM SIMATIC Panel KTP700 Basic PN**

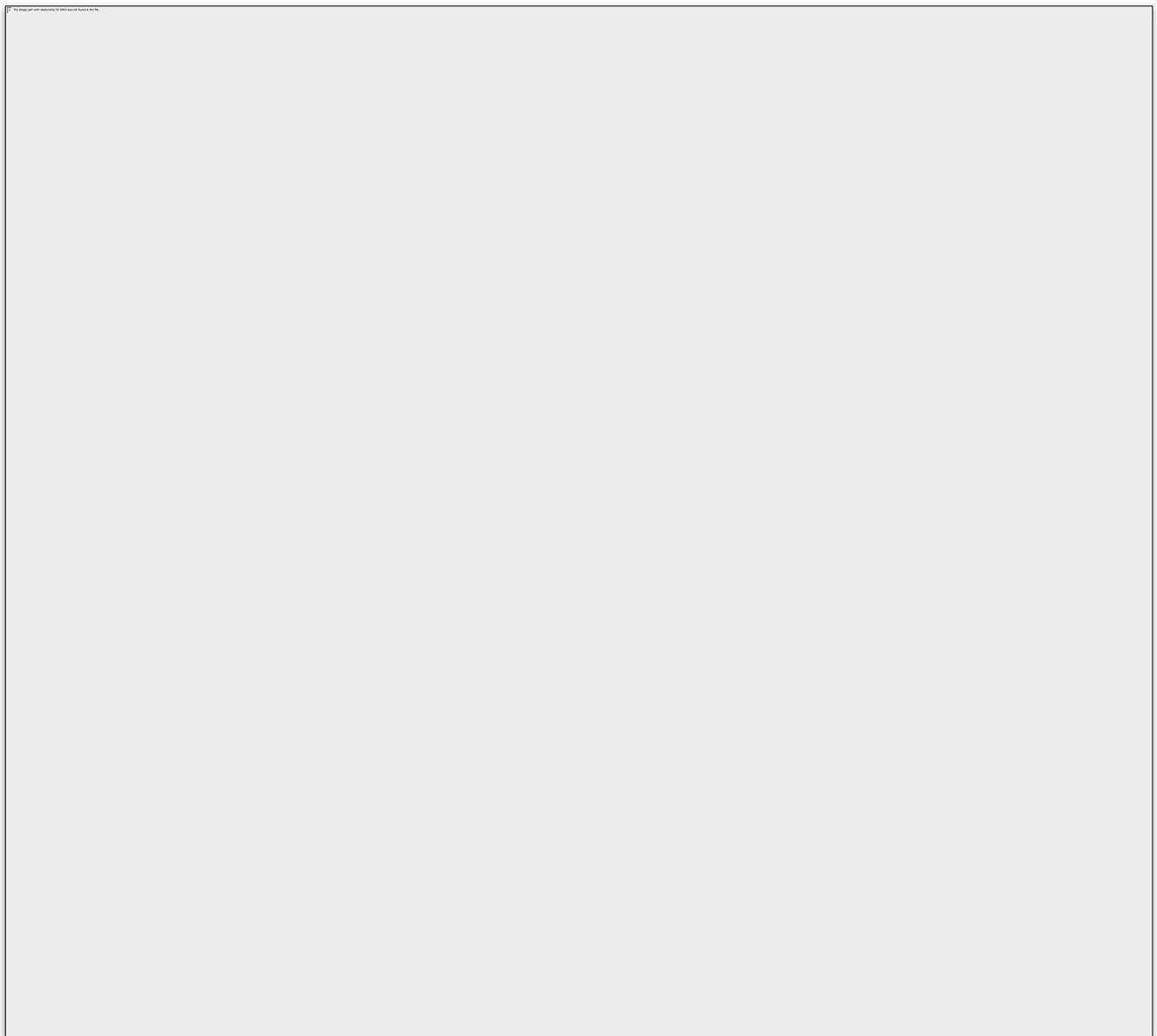


Figure II. 11 Configurer une vue IHM

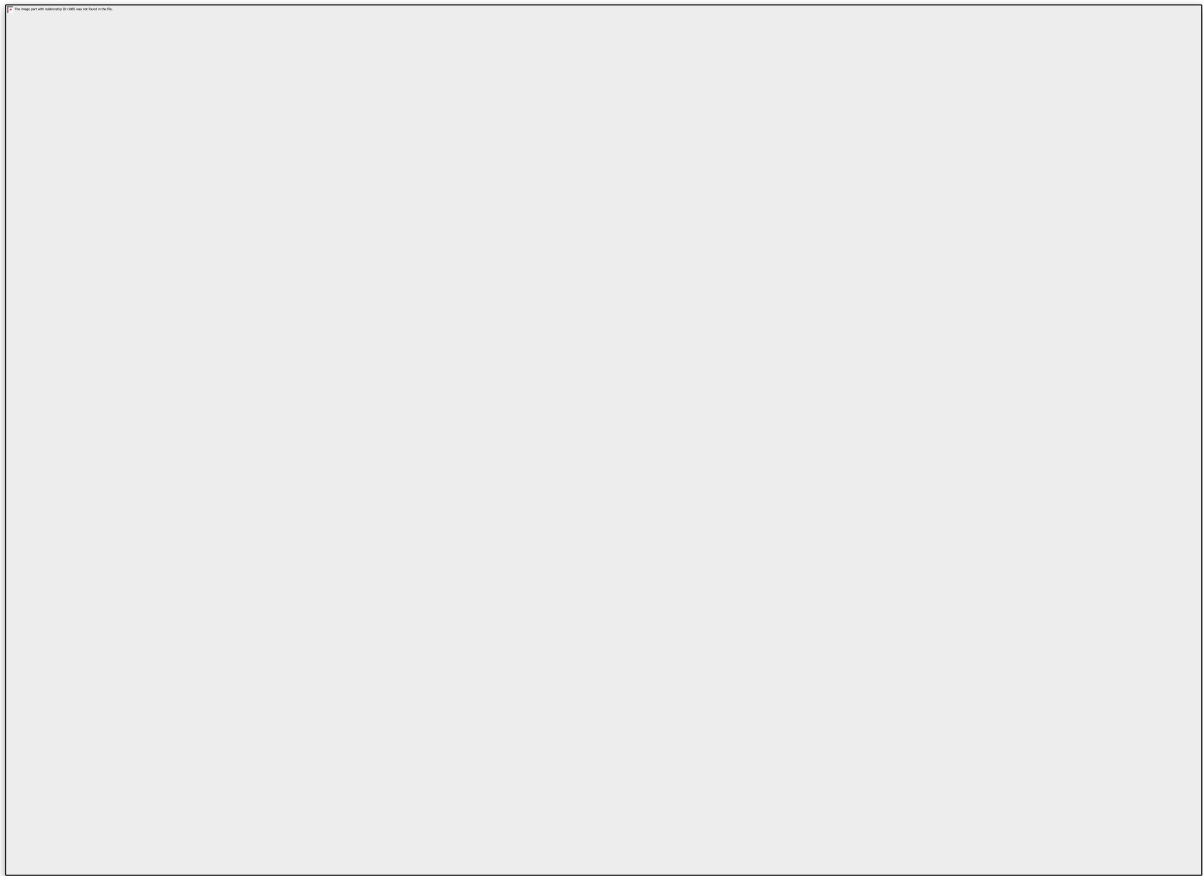


Figure II. 12 Panel KTP700 Basic PN

II.21 S7-PLCSIM

Est un logiciel de simulation qui a pour objectif principal d'aider à la détection d'erreurs et à la validation d'un programme **PLC** sans nécessiter de matériel physique. Il permet d'utiliser tous les outils de détection d'erreurs de **STEP 7**, tels que les fonctions de surveillance des tableaux, l'état du programme, ainsi que les fonctions en ligne et de diagnostic. En plus de cela, **S7-PLCSIM** propose des outils uniques, comme un tableau et un éditeur de séquences **SIM**. Grâce à **S7-PLCSIM**, les concepteurs peuvent tester et optimiser leur programme **PLC** avant de le mettre en œuvre sur du matériel réel, ce qui permet de gagner du temps et d'assurer un fonctionnement plus fiable du système. [29]

II.22 Conclusion

Dans ce chapitre, nous occupons généralement de la programmation d'**API** car nous avons fourni les outils les plus utilisés.

D'autre part, nous avons présenté le type sur lequel nous construisons le système **S7-1200** du constructeur **SIEMENS**, et l'**IHM KTP 700 PANEL** avec la liaison **PROFINET**, et nous avons fourni le logiciel de programmation **STEP 7**, et le logiciel de conception pour les interfaces homme-machine flexibles **WINCC** à l'aide de **TIA PORTAL V16**

**Chapitre III : SIMULATION &
RESULTATS**

III.1 Introduction

Après avoir écrit le programme, **TIA PORTAL** propose un simulateur intégré qui vous permet de simuler le comportement de l'**API** et de tester votre programme. Nous pouvons exécuter le programme pas à pas, surveiller les valeurs des variables, simuler les entrées et les sorties, et superviser le comportement du système.

Dans ce chapitre on va voir la simulation et les différentes vues de notre projet

III.2 Cahier de charge

Notre système est programmé pour effectuer deux tâches

- ✓ La première tâche consiste à remplir le réservoir jusqu'à la valeur requise au moyen de la pompe
- ✓ La deuxième tâche consiste à décharger automatiquement lorsque la vanne reçoit un signal. En même temps, le correcteur **PID** calcule la différence entre la valeur requise et le niveau d'eau lors de la vidange, de sorte que la pompe remplit le réservoir une autre fois avec la même quantité de sortie. Ainsi, on maintient le niveau d'eau dans le réservoir.

III.3 Partie programmation

III.3.1 Structure de programme

Nous avons opté pour le langage de programmation **CONT** dans notre projet en raison de ses nombreux avantages. Il offre une excellente visibilité et une navigation rapide, tout en permettant d'optimiser nos programmes. La figure suivante présente le programme complet de notre processus.



Figure III. 1 Blocs de Structure de programme

III.3.2 Table de mnémoniques

Est également appelée table d'instructions ou table de mnémoniques, est utilisée pour faciliter la programmation en permettant aux programmeurs d'écrire du code plus facilement compréhensible, claire et lisible



Figure III. 2 Table de variables standard

III.3.3 Les blocs d'organisation

OB1 : Ce bloc est généralement configuré pour s'exécuter au démarrage de l'automate. Lorsque l'automate est mis sous tension, OB1 est le premier bloc à être exécuté, ce qui permet de démarrer le programme et de mettre en marche le processus contrôlé par l'automate.



Figure III. 3 Bloc de programme OB1

OB30 :le rôle de ce bloc dans la programmation sur TIA Portal est de gérer les interruptions cycliques et d'exécuter les tâches associées à ces interruptions. Il permet une exécution précise et réactive des actions périodiques et synchronisées avec le cycle principal du programme.

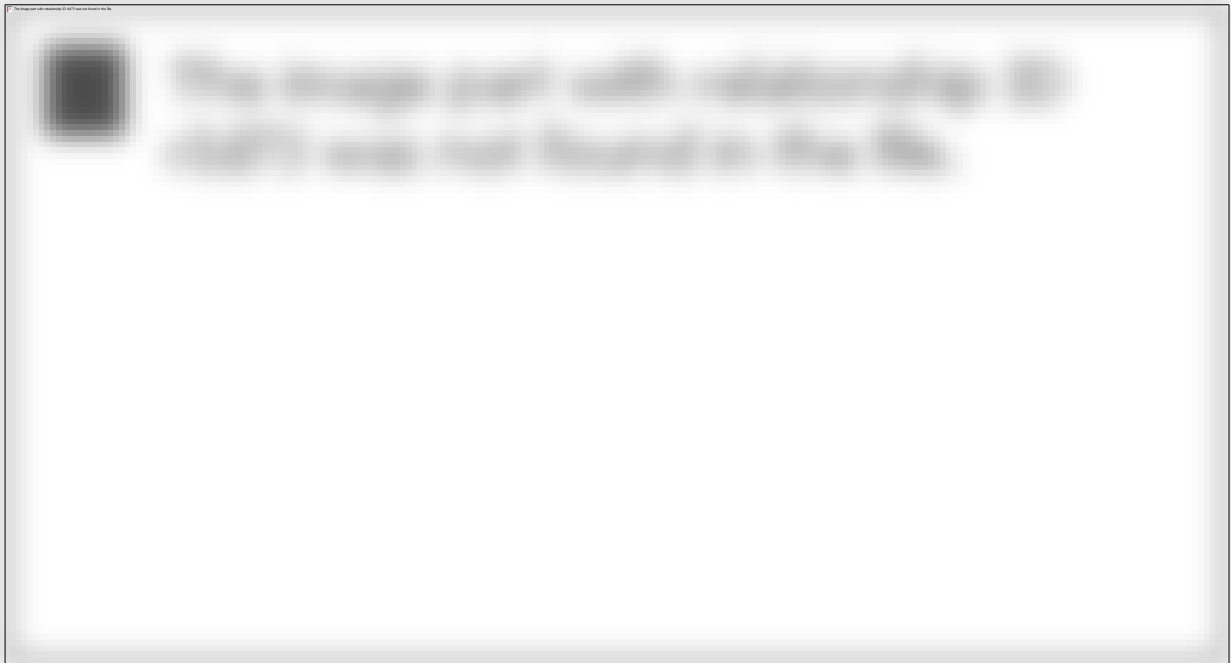
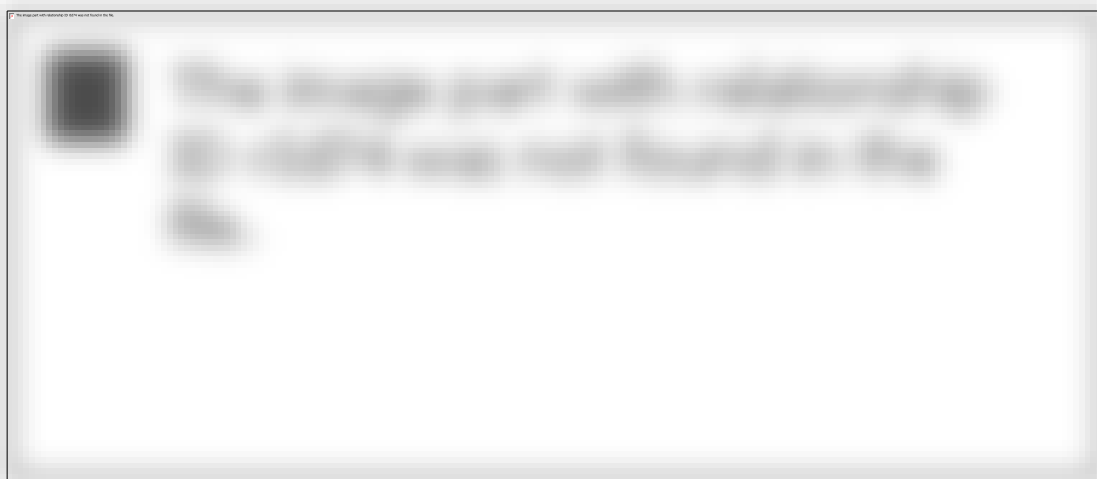


Figure III. 4 Bloc PID

III.3.4 LES BLOCS FONCTIONS

III.3.4.1 COMMANDE POMPE (FC1):

C'est le programme qui contient une bascule SR pour le mode de contrôle (automatique/manuel) ainsi que l'état de la pompe (marche/arrêt)



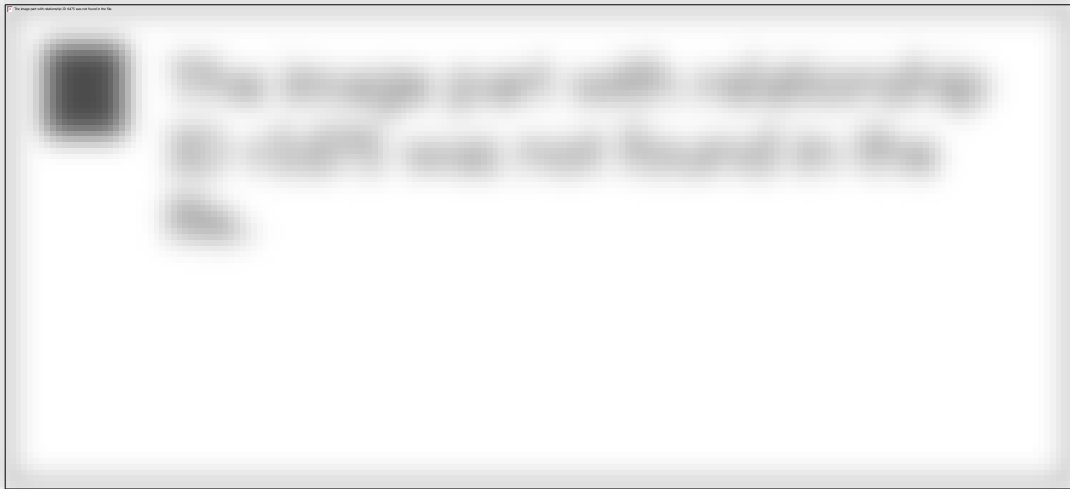


Figure III. 5 Bloc FC1 Commande pompe

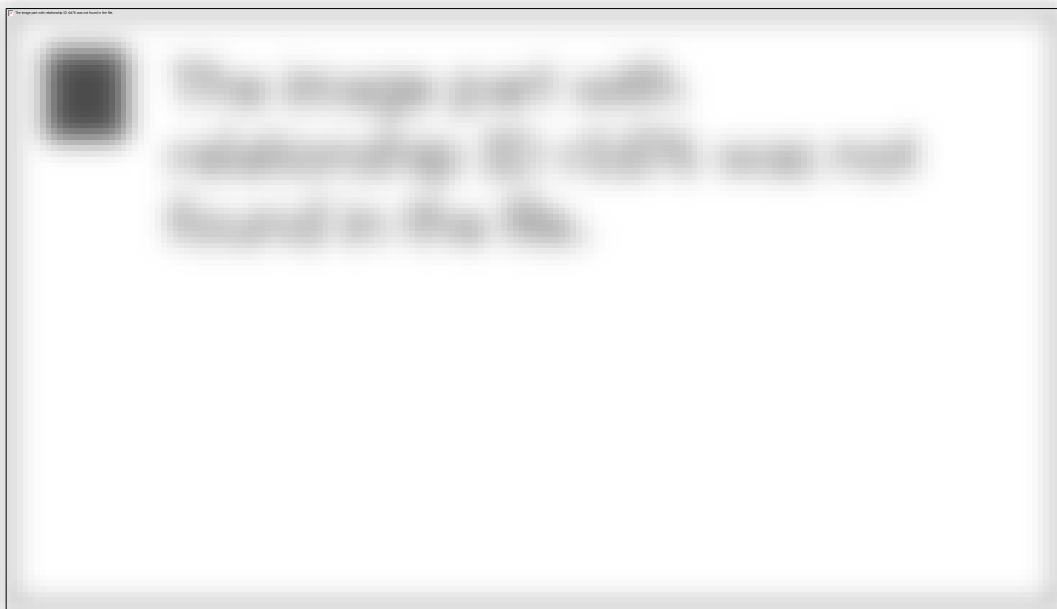


Figure III. 6 Etat de pompe

III.3.4 .2ANALOGIQUE (FC2):

Ce bloc contient NORM_X et SCALE_X qui convertissent le signal d'entrée de la forme Int vers la forme réelle

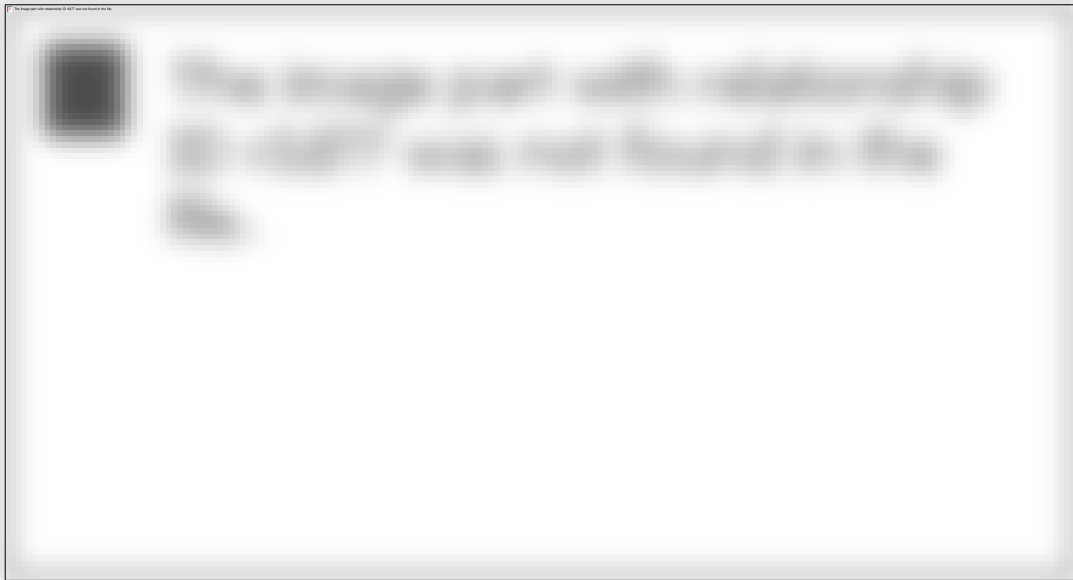


Figure III. 7 Bloc FC2 analogique

III.3.4.3 COMMANDE VANNE (FC3) :

Ce bloc contient la commande de la vanne(marche/arrêt)



Figure III. 8 Bloc FC3 commande vanne

III.3.5 Blocs de données « DB »

III.3.5.1 Bloc de données - IHM

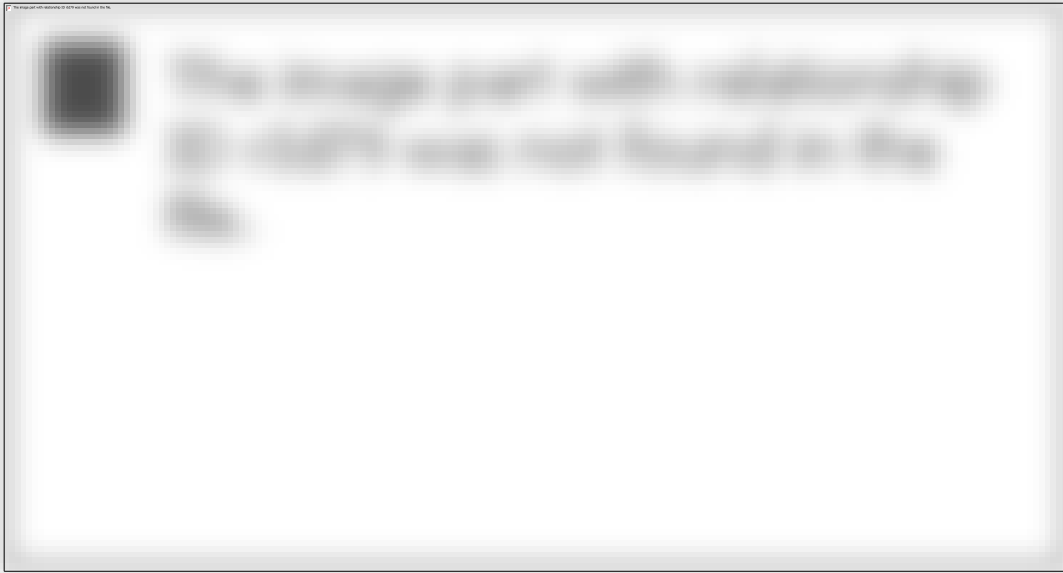


Figure III. 9 Bloc de données IHM

III.3.5.2 Bloc de données PID

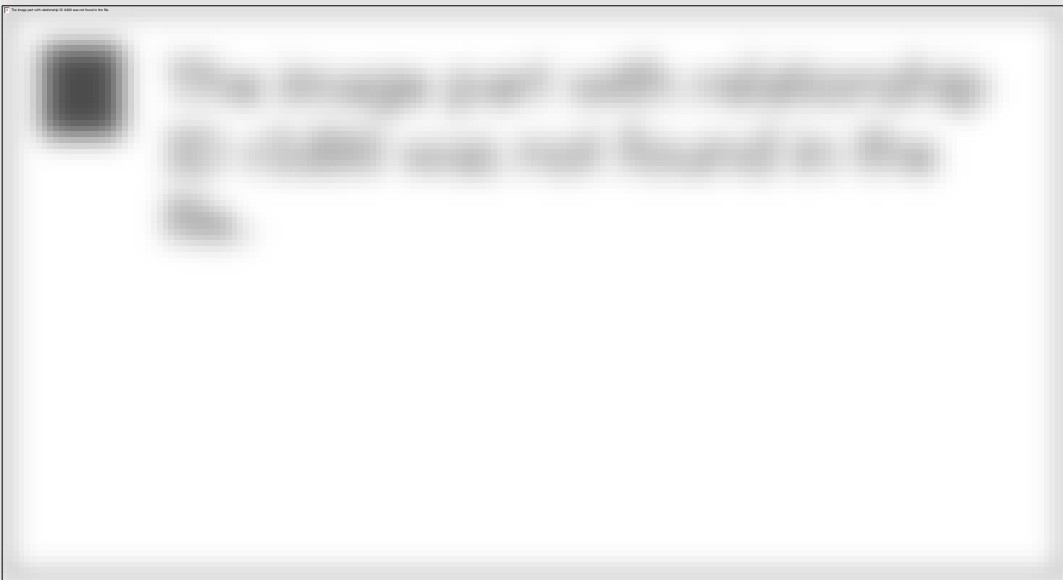


Figure III. 10 Bloc de données PID

III.4 Partie simulation

Après le chargement de programme et le démarrage de la simulation et faire la liaison entre le PC et PLC on a obtenu les résultats suivants

III.4.1 vue de système

Cette figure représente le système en mode manuel et la pompe en état d'arrêt

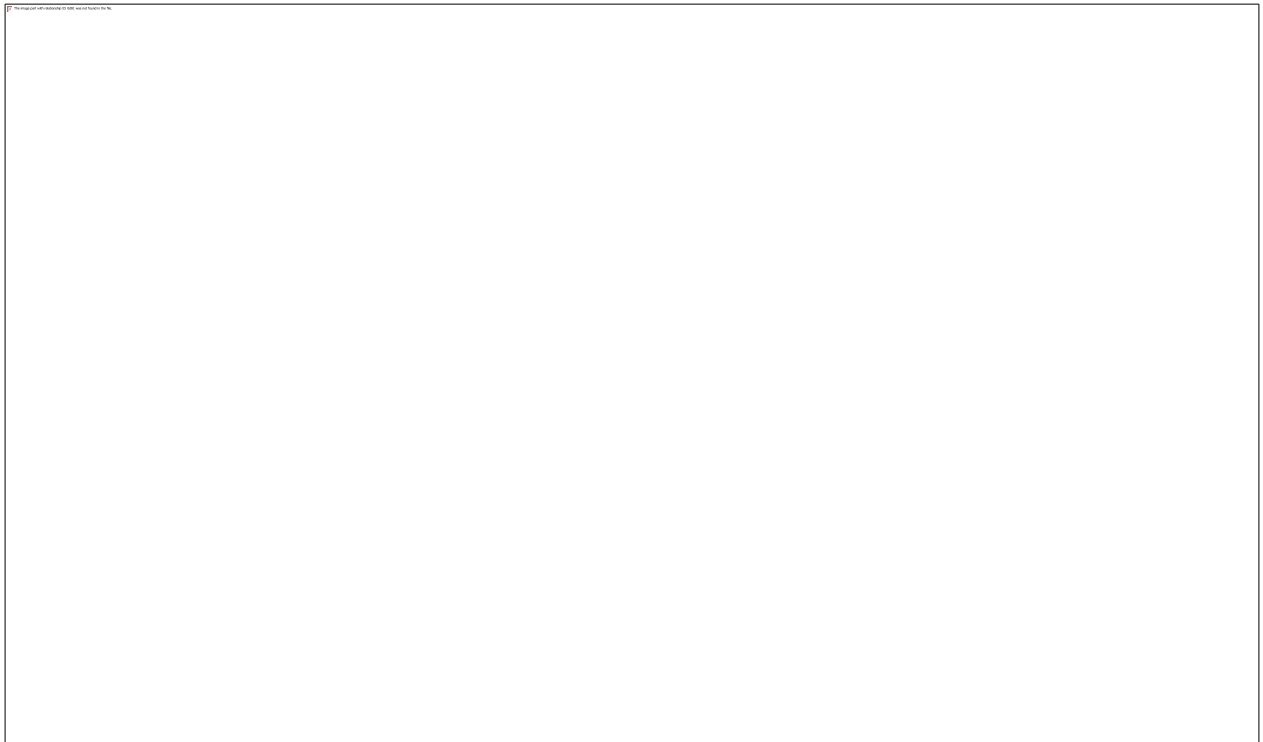


Figure III. 11 Mode manuel état arrêt

La figure suivante représente le système en mode manuel mais cette fois la pompe et en état marche

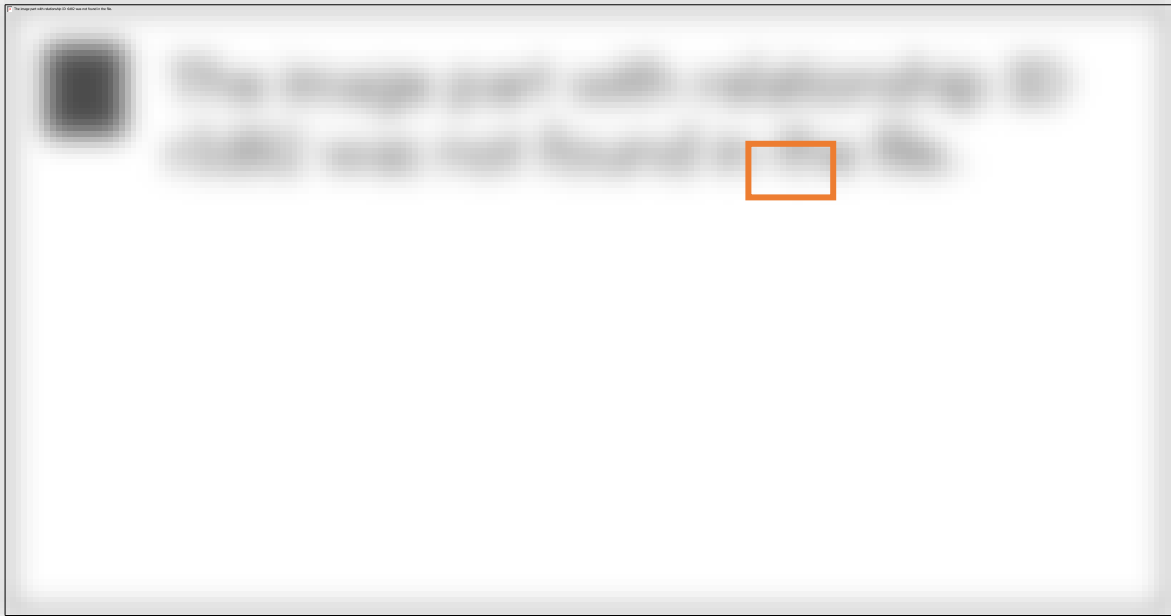


Figure III. 12 Mode manuel état marche

Notez que lorsque nous changeons le mode de manuel à automatique, la pompe reste en état de fonctionnement si le niveau d'eau dans le réservoir est inférieur à la consigne et vice versa.

La figure suivante représente le système en mode automatique

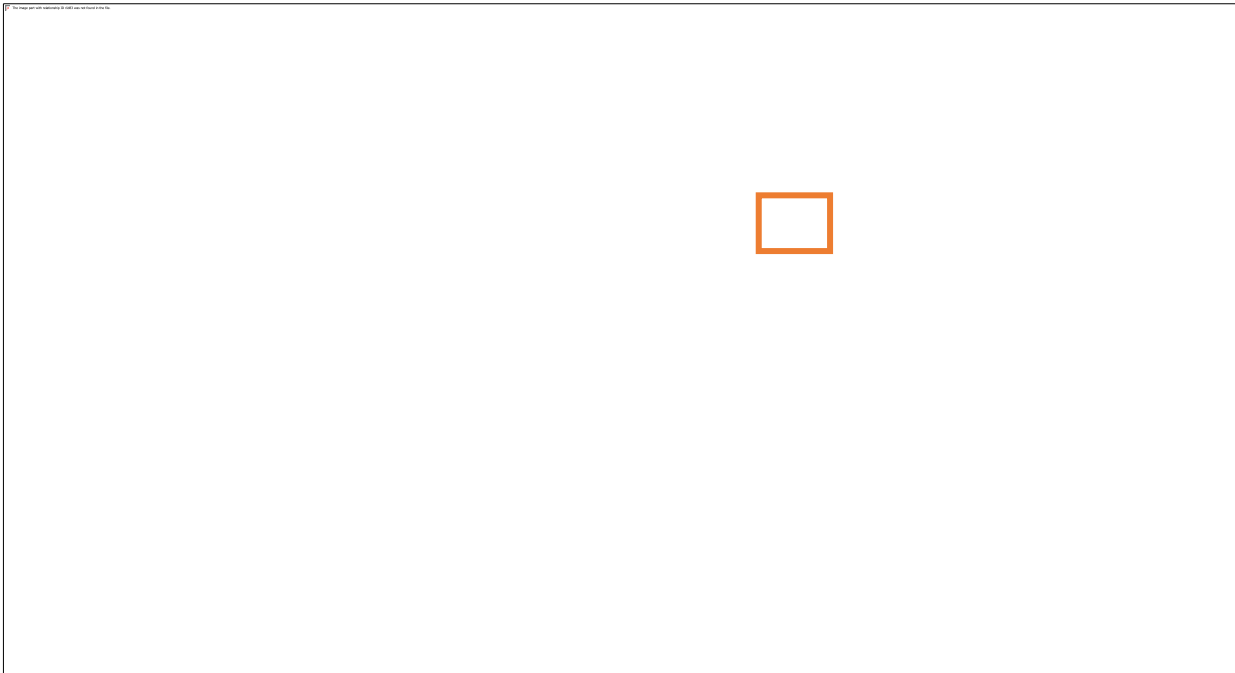


Figure III. 13 système en mode automatique

III.4.2 vue de paramètres

Cette figure montre le tableau dans lequel nous avons changé les valeurs comme les échelles du réservoir et la consigne que nous voulons atteindre

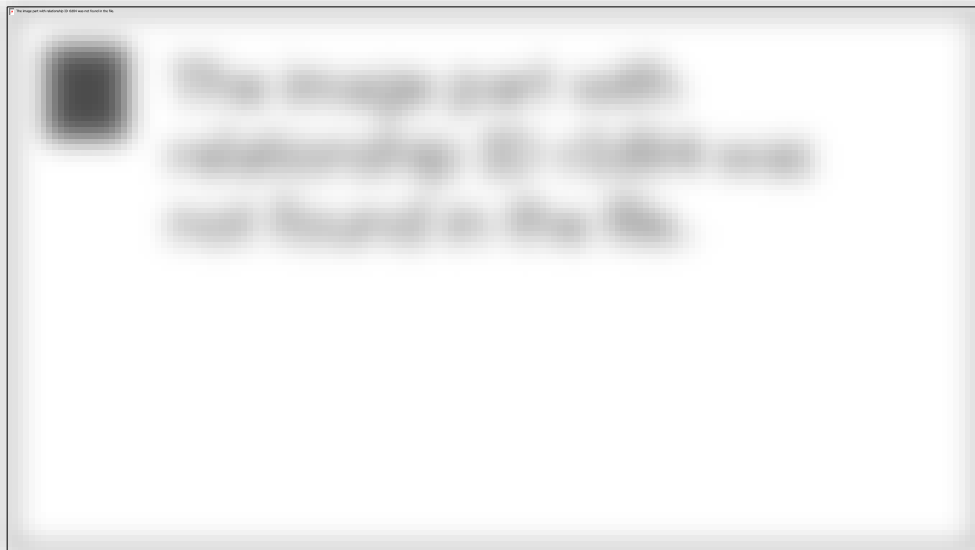


Figure III. 14 Paramétrage de système

Cette figure montre la visualisation de bloc30

Le **PID** est en train de comparer la valeur mesurée et la consigne et calculer l'erreur



Figure III. 15 Visualisation Bloc PID

III.4.3 vue de courbes

A travers la figure suivante, nous remarquons que la courbe de la commande de PID diminue alors que la courbe de mesure augmente afin d'atteindre la consigne

Au moment où la valeur de la mesure est égale à la consigne suivie, la courbe de la commande PID se stabilise à la valeur de zéro

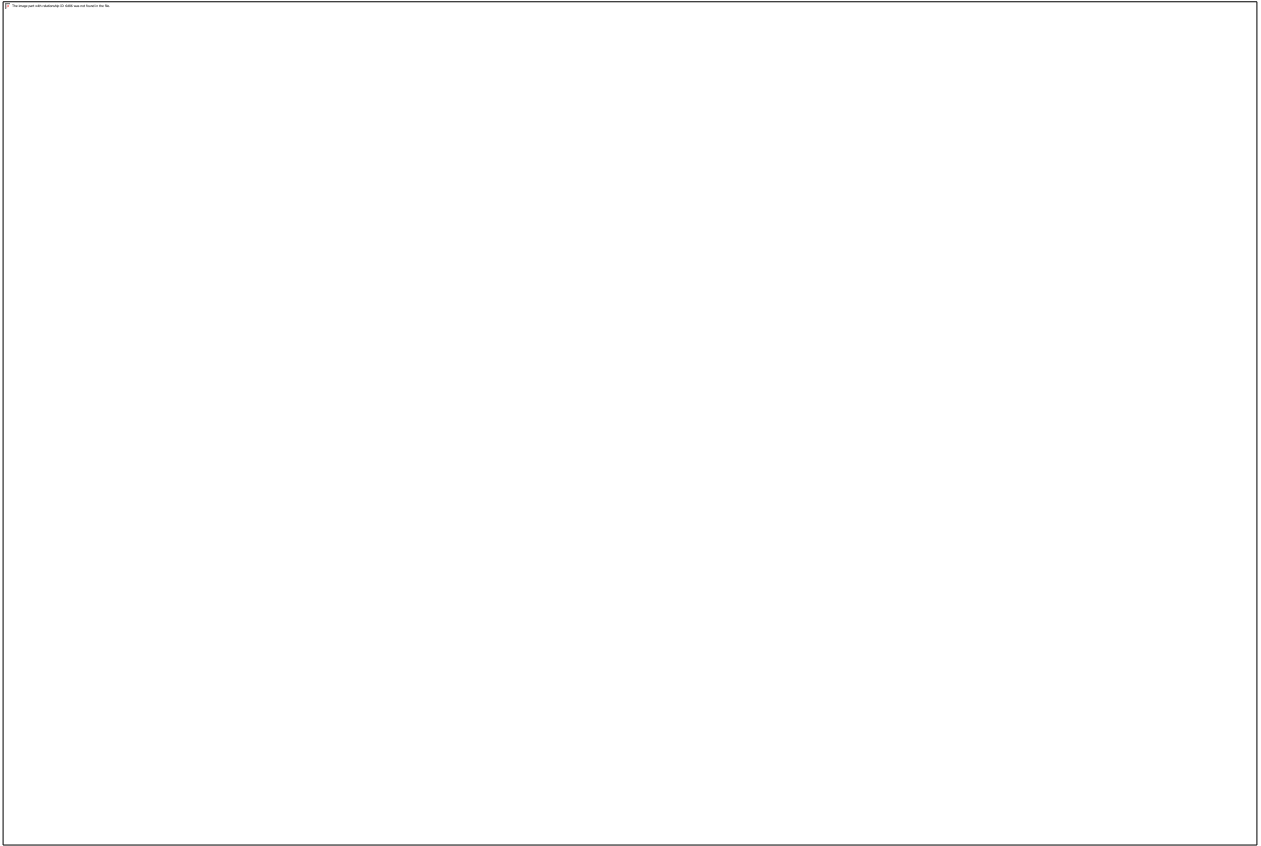


Figure III. 16 Vue de courbes

✓ Les mêmes étapes sont réalisées dans la vidéo suivante

<https://youtu.be/Wflgd9WZpr0>

III.5 Conclusion

Les résultats obtenus par simulation à travers **TIA Portal V16** dans ce chapitre montrent le succès de la programmation et l'atteinte du but recherché.

Nous avons également pu suivre le comportement du système à distance, en utilisant l'écran **IHM**.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet axé sur le contrôle et la supervision de la distribution d'eau, nous avons utilisé un automate industriel programmable de type **SIEMENS SIMATIC** en combinaison avec un écran tactile pour mettre en place un système de contrôle et de surveillance pour la distribution d'eau.

Ce projet nous a permis d'approfondir nos connaissances en matière de contrôle de l'eau, en mettant en œuvre des techniques telles que l'utilisation d'un contrôleur **PID** et d'un variateur de vitesse pour commander la pompe et réguler le niveau d'eau. De plus, nous avons programmé la commande d'une électrovanne connectée à un capteur débit mètre à travers le réseaux **PROFINET** pour permettre le contrôle en temps réel de la distribution automatique. Tout cela a été réalisé en utilisant le logiciel **TIA PORTAL V16** et en programmant l'automate industriel **SIEMENS SIMATIC S7-1200**. Nous avons également acquis des compétences en matière de modélisation programmation simulation et supervision.

En perspective, Nous espérons qu'il y aura de nouvelles étapes dans ce projet, de sorte que nous proposons de travailler sur le contrôle de plusieurs réservoirs dans le même réseau par exemple, ainsi que de trouver un moyen d'envoyer et de lire des données de consommation et distribution via un site Web ou une application sur le téléphone.

Perspectives

- ✓ Relever de la communication à distance.
- ✓ Relever la consommation pour chaque habitant.
- ✓ Contrôle plusieurs châteaux d'eau et plusieurs ressources.
- ✓ Création réseau contrôle ressources et châteaux en même temps.
- ✓ Visualisation de la quantité d'eau par chaque consommateur à Travers le portable.

BIBLIOGRAPHIE

[1]	Anon. Water Level Sensor. Accessed From the Website: Http://Www.Siliconchip.Com.Au/Cms/A 30607/Article.Html On 15 May 2009
[2]	DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A WATER LEVEL CONTROLLER C.N. Anyanwuc,a, C.C. Mbajiorgub, E.C. Anoliefod,a
[3]	CATALOG ABBACS150microdrives 0.5to5HP/0.37to4Kw
[4]	Modeling, Simulation and Pid Control Of Water Tank Model Using Matlab And Simulink Jiri Vojtesek And Lubos Spacek
[5]	PROFINet Théorie et pratique "PROFIBUS International Centre technique
[7]	https://homepages.laas.fr/kader/Cours_Autom_EPFL.pdf
[8]	Régulation PID par API et supervision du niveau d'un réservoir cylindrique.
[9]	Etude et mise au point d'une boucle de régulation en cascade 'Cascade control' Application à la régulation en cascade de niveau d'eau dans une cuve parfaitement agitée Par : MINE DAKOUNE et OUSSAMA CHOUKAI
[10]	https://cache.industry.siemens.com/dl/files/401/100746401/att_984768/v1/100746401_S71x00_PidCompact_DOC_V2_0_en.pdf
[11]	History Of Control-History Of Plc And Dcsvanessa Romero Segovia And Alfred Theorin 2012-0615 (Minor Revision 2013-07-26)
[12]	Https://Www.Uvt.Rnu.Tn/Resourcesvt/Cours/Automate/Chap2/Co/Module_Chap2_6.Html
[13]	William Bolton, "Automates Programmables Industriels", 2nd Ed. Dunod, 2019
[14]	Https://Www.Technologuepro.Com/Cours-Automate-Programmable-Industriel/Les-Automates-Programmables-Industriels-Api.Html
[15]	MÉMOIRE DE MASTER (Réseaux industriel PROFINET basé sur les automates SIMENS S7-1200 Présenté et soutenu par :Bahamma karima année : 2019
[16]	profinet_step7_v17_function_manual_fr-FR_fr-FR.pdf
[17]	Documentation Officielle De Siemens, Spécifiquement Pour Le Controleur S7-1200
[18]	William Bolton, "Automates Programmables Industriels", 2nd Ed. Dunod, 2019
[19]	Automatisation et supervision d'une station de pompage et distribution d'eau à la S.N.V.I Présenté par SAIDOUN Abdsamed ZABOT Taous 2018
[20]	chapitre1.pdf (univ-tlemcen.dz)
[21]	Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable Septembre 2006, Hector Hernandez-De-Leon
[22]	Https://Www.Automation-Sense.Com/Pages/Cours-Step-7.Html

BIBLIOGRAPHIE

[23]	https://Cache.Industry.Siemens.Com/DI/Files/511/109761511/Att_964934/V1/S7-Plcsimfrfr_Fr-Fr.Pdf
[24]	Etude Et Simulation En 3d D'une Chaîne De Production Contrôlée Par Un Api Présentée Par : Djaouadi Nermine & Fergague Sami 2022
[25]	http://Elearning.Univdjelfa.Dz/Pluginfile.Php/24779/Mod_Resource/Content/1/Logiciel%20et%20langage%20de%20programmation.Pdf
[26]	http://Cv.Automatismes.Free.Fr/Cours%20portal/Tia_Portal_Prise_En_Main_1.Pdf
[27]	Supervision d'un niveau d'eau via un automate programmable: Etude et Conception YADOO YUCEF ZAROUKI 2022
[28]	Siemens, « Simatic Step 7 Dans Le Portail Totally Integrated automation Portal »,
[29]	Etude Et Simulation En 3d D'une Chaîne De Production Contrôlée Par Un Api Présentée Par : Djaouadi Nermine & Fergague Sami 2022

الملخص

من أجل وضع الحلول المناسبة لمشاكل الانقطاع وتوزيع المياه التي ما زالت تعاني منها بعض المناطق.

تمكنا من تنفيذ وتصميم منظومة (نموذج مبدئي) للتحكم في مدخل ومخرج الخزان ، والذي يمثل بالفعل برج المياه الرئيسي ، و من خلال برنامج **TIA PORTAL V16** , باستخدام **PLC S7 1200** و مع النمذجة الرياضية للنظام ، حققنا إشرافاً وظيفياً ، حيث تم تنظيم التوزيع ، تسجيل البيانات وضمان الاستمرارية من خلال غرفة التحكم (**HMI**) ، لكن مستقبلا سنجد انفسنا امام تحدي التحكم في مجموعة من الأنظمة عبر شبكات الاتصال .

Abstract

In order to develop appropriate solutions to the problems of water interruption and distribution that some areas are still suffering from.

We were able to implement and design a system (prototype) to control the input and output of the tank, which the last represents the main water tower, through the **TIA PORTAL V16** program using **PLC S7 1200**, and with the mathematical model we have achieved functional supervision, so through the control room **IHM** the distribution is organized, data is saved and continuity is achieved, and we will be in the future front of the challenge of controlling a group of systems through communication networks .

Résumé

Afin de développer des solutions appropriées aux problèmes d'interruption et de distribution d'eau dont souffrent encore certaines zones.

Nous avons pu implémenter et concevoir un système (prototype) pour contrôler l'entrée et la sortie du réservoir, qui représente en fait le château d'eau principal, via l'interface de programmation

TIA PORTAL V16, à la base d'un **PLC S7 1200** et avec la modélisation mathématique de système. Nous avons pu réaliser la supervision fonctionnelle, alors à travers la salle de contrôle **IHM** la distribution est organisée, les données sont enregistrées et la continuité est assurée, mais nous serons dans le future devant le défi de contrôler un groupe de systèmes via le réseau de communication.