

Université A.Mira de Béjaïa

Faculté de Technologie

Département d'Automatique, de Télécommunications et d'Electronique
(ATE)



COURS

Supervision Industrielle

Master 2 EN AUTOMATIQUE

Spécialité

AUTOMATIQUE ET INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

BELLAHSENE HATEM NOURA REZIKA

Docteur en Automatique

2023

Table des matières

1	Définition d'un SCADA	7
1	Définition	7
2	Historique	9
3	Eléments du système SCADA	10
3.1	Le site central	11
3.2	MTU (Master Terminal Unit)	11
3.3	RTU (Remote Terminal Unit)	11
3.4	Système de communication	12
4	Caractéristiques d'un système SCADA	12
4.1	Système d'exploitation	12
4.2	Communications	12
4.3	Supervision répartie	12
5	Les composants de SCADA	13
5.1	Base de données	13
5.2	Interface Homme-Machine IHM	13
6	Domaines d'application	14
6.1	Pilotage de grandes installations industrielles automatisées	14
6.2	Pilotage d'installations réparties	14
6.3	Gestion technique de bâtiments et gestion technique centralisée (GTC)	15
7	Avantages du SCADA	15
2	Composants d'un système de contrôle industriel.	16
1	Introduction	16
2	Définition d'un système automatisé	17
3	Automate Programmable Industriel (API)	18
3.1	Définition d'un API	18
3.2	API modulaire	19
3.3	API compacte	19
3.4	Domaines d'utilisation des API	19
3.5	Structure interne	20
4	Système de contrôle distribué – DCS	25
5	Système SCADA	26
6	PAC (Programmable Automation Controller)	28

TABLE DES MATIÈRES

3	Architecture d'un SCADA	30
1	Architecture d'un SCADA	30
1.1	Première génération (monolithique)	31
1.2	Deuxième génération (distribuée)	31
1.3	Troisième génération (en réseau)	32
2	Position de SCADA sur la pyramide CIM	32
3	Techniques de transmission dans un système SCADA	34
4	Types de transmission	35
4.1	Transmission série	35
4.2	Transmission parallèle	36
5	Les différentes topologies	36
6	Le protocole Modbus	37
7	Principe général	38
8	Transmission série asynchrone	39
9	Transmission série synchrone	39
9.1	Liaison symétrique (ou différentielle)	40
10	Les principaux supports utilisés	42
10.1	La paire torsadée	43
10.2	La fibre optique	43
11	Types de transmission	44
12	Application Modbus	45
12.1	Transmission d'un message	45
12.2	Trame MODBUS ASCII(American Standard Code for Information Interchange)	45
4	IHM dans les systèmes SCADA	47
1	Définition d'une IHM	47
2	Vues d'une IHM	49
3	Philosophie de programmation	50
4	Types d'IHM de supervision	50
4.1	IHM de supervision basique	50
4.2	IHM de supervision par menus	51
4.3	Supervision par écrans	51
5	Quelques règles de conception	51
6	L'IHM de supervision dans le milieu industriel	52
6.1	Rôle de la supervision dans une entreprise	53
6.2	Principales catégories de procédés industriels	53
7	Normes internationales TI	55
5	Logiciels de supervision et sécurité des systèmes SCADA	57
1	Définition	57
2	Présentation de TIA Portal	58
2.1	Description du logiciel STEP7 V16	59
2.2	Supervision sous WinCC V16	62
3	SIMATIC WinCC Flexible	63

TABLE DES MATIÈRES

4	Sécurité de SCADA	66
4.1	Définition	66
4.2	Traitement des alarmes	68
6	Etude d'un exemple illustratif	69
1	Principe de fonctionnement	69
2	Cahier de charges	70
3	Création et Configuration de IHM :	72

Préface

Le cours 'supervision industrielle' est destiné à l'étudiant désireux de maîtriser les préceptes fondamentaux de l'automatisation et de la supervision. L'objectif étant de présenter à l'étudiant le système de supervision en général et le système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) en particulier.

SCADA est très utilisé dans la supervision et l'acquisition de données des processus industriels dans divers secteurs. A travers ce cours et les travaux pratiques, l'étudiant va acquérir des notions et des facultés qui lui permettront de concevoir une interface de supervision (IHM) d'un processus industriel et de la simuler.

Ce cours est accessible à un étudiant de master 2 (M2) ayant des prérequis, des notions vues en (L3) et en (Master1) essentiellement des connaissances acquises sur les automates programmables dans les matières automates programmables industriels et programmation avancée des API, telles que la structure d'un système automatisé, la programmation des fonctions complexes et des Entrées/Sorties, les interfaces de communication entre automates, réseaux industriels, bus et protocoles de communication, chaîne d'instrumentation, logiciel de programmation step7, wincc et TiaPortal. Le cours est réparti en six (06) chapitres suivant globalement le canevas de la formation, les 2 avant-derniers chapitres étant réunis dans un seul. Le dernier chapitre donne un cas d'étude dont le contenu varie d'une année à une autre. Les programmes ne sont pas tous donnés sur ce support mais présentés en présentiel.

Dans la section (Travaux pratiques), une série non exhaustive de travaux pratiques est présentée à titre indicatif. Les contenus varient périodiquement et un mini projet doit être fait à la fin du semestre avec un thème proposé par l'enseignant ou parfois par les étu-

dians afin de faire une synthèse à la lumière de ce que l'étudiant a compris et retenu et de permettre de faire une étude complète (théorique et pratique) d'une application réelle. Il est à noter que les notions données et présentées dans ce cours sont inspirées des références citées à la fin du manuscrit. Cette liste se veut réduite, seules trois (3) références de mémoires sont données sur un ensemble d'une trentaine de thèmes encadrés dans le domaine de l'automatisation et supervision en industrie.

Le cours est présenté avec des diapositives en présentiel et en format pdf (et ppt) sur l'espace elearning. Par ailleurs, des vidéos d'initiation à la programmation en wincc et TiaPortal sont mises en ligne sur l'espace de cours du module sur la plateforme Moodle de l'université.

Le lien du cours est : <https://elearning.univ-bejaia.dz/course/view.php?id=7783>

Chapitre 1

Définition d'un SCADA

Sommaire

1	Définition	7
2	Historique	9
3	Eléments du système SCADA	10
4	Caractéristiques d'un système SCADA	12
5	Les composants de SCADA	13
6	Domaines d'application	14
7	Avantages du SCADA	15

1 Définition

Le système SCADA ou supervision industrielle est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrication automatisés. La supervision concerne l'acquisition de données et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables.

L'élément principal de la supervision est l'IHM (Interface Homme-Machine). Les IHM sont reliées à une base de données et à des programmes capables de contrôler un processus, sélectionner des données de diagnostic et de commande et des informations telles que les procédures de maintenance prévisionnelles et logis-

tiques, des schémas détaillés d'un composant comme un capteur ou actionneur. Ces informations qui peuvent être graphiques sont données aux opérateurs sous une forme synoptique.

Par ailleurs, la sécurité industrielle est une partie intégrante et indissociable de la commande. On ne peut pas envisager une installation industrielle sans une coche qui assure la sécurité qui permet la continuité de la production, la survie de l'installation et de l'humain. Les techniques qui assurent la sécurité dans une installation industrielle sont : le diagnostic, la surveillance et la maintenance

La surveillance des procédés industriels sert à générer des alarmes à partir des informations qui sont délivrés par des capteurs. Elle recueille des informations qui sont des signaux qui proviennent du procédé et de la commande et remonte l'état réel de notre système de commande.

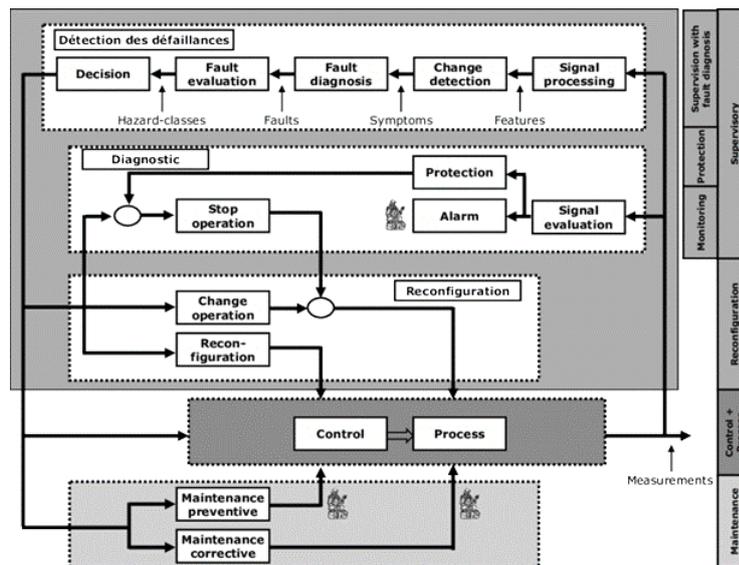


FIGURE 1.1 – Architecture d'un système de supervision

Elle permet :

- Le contrôle et la surveillance de l'exécution d'une opération ou d'un procédé (process).
- La visualisation en temps réel de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée.

- La centralisation des informations.
- Le prétraitement de ces informations.

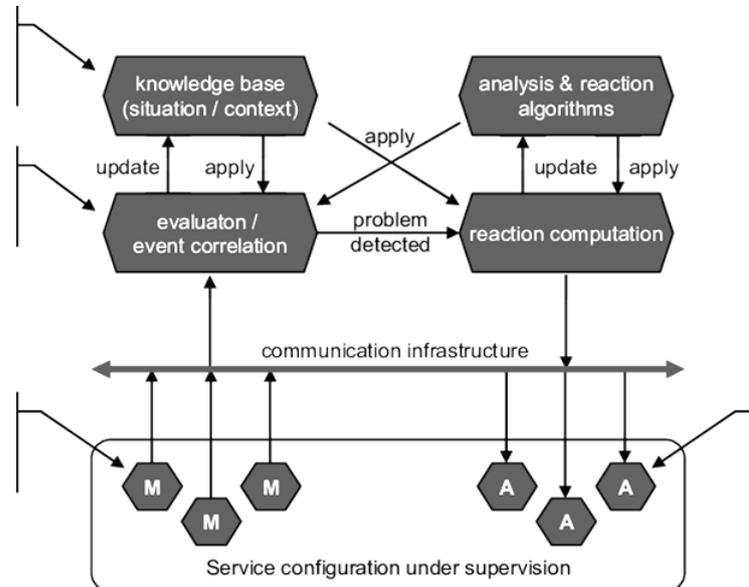


FIGURE 1.2 – Principe de la supervision

2 Historique

La transition de la boucle PC-PO (Poste de Conduite - Poste d'Opération) vers la boucle SCADA-PC-PO (Supervisory Control and Data Acquisition - Poste de Conduite - Poste d'Opération) est un pas important dans le domaine de l'automatisation industrielle et de la surveillance des processus. Cette évolution a été rendue possible grâce aux avancées technologiques et aux besoins croissants en termes de contrôle, de gestion et de visualisation des systèmes industriels, permettant ainsi une gestion plus efficace et plus flexible des processus industriels grâce à l'intégration de technologies informatiques avancées. Les étapes historiques de cette transition :

- Avant SCADA : avant l'avènement des systèmes SCADA, les systèmes de contrôle et de surveillance industriels étaient souvent basés sur des boucles PC-PO, où les opérateurs surveillaient et contrôlaient les processus

à partir de postes de conduite dédiés. Ces systèmes étaient souvent limités en termes de capacités de collecte de données, de capacités de diagnostic et de visualisation .

- Les débuts de SCADA : les premiers systèmes SCADA utilisaient souvent des équipements de télécommunication pour collecter des données à partir de capteurs et d'actuateurs répartis sur le terrain. Le concept de SCADA a émergé dans les années 1960, avec l'introduction des premiers systèmes de surveillance et de contrôle centralisés. Ces systèmes ont permis aux opérateurs de surveiller et de contrôler plusieurs processus à partir d'un seul emplacement centralisé.
- L'informatique industrielle : au fur et à mesure que les ordinateurs devenaient plus puissants et plus accessibles, l'informatique industrielle a gagné du terrain. Les ordinateurs sont utilisés dans les systèmes SCADA, offrant des capacités de traitement et de stockage de données importantes.
- L'intégration des PC dans la boucle SCADA : les PC ont été intégrés aux systèmes SCADA pour fournir des interfaces utilisateur graphiques plus conviviales, des fonctionnalités avancées de collecte et d'analyse de données, ainsi que la possibilité d'intégrer des systèmes d'information dans l'environnement de contrôle. Les opérateurs pouvaient désormais interagir avec les processus industriels en utilisant des écrans tactiles, par exemple
- Aujourd'hui, la boucle SCADA-PC-PO est devenue la norme dans de nombreuses industries. Les systèmes SCADA sont interconnectés avec des PC pour fournir un contrôle centralisé , une surveillance en temps réel et l'intégration avec d'autres systèmes d'entreprise. Les technologies telles que l'Internet des objets (IoT) et le cloud computing ont également contribué à l'évolution de ces systèmes.

3 Éléments du système SCADA

Un système SCADA se compose principalement de :

3.1 Le site central

Qui est la station de contrôle pour l'ensemble du système, fournissant normalement à l'utilisateur l'interface pour l'affichage des informations et le contrôle des sites éloignés.

3.2 MTU (Master Terminal Unit)

Il recueille les données provenant des RTU, les rend accessibles aux opérateurs via l'HMI et transmet les commandes nécessaires des opérateurs vers l'instrumentation de terrain. Il est utilisé pour la communication entre les équipements du système SCADA comme les capteurs, IHM, RTU dans les postes de travail de la salle de contrôle. Il est utilisé pour le contrôle et la surveillance en permanence en cas de défaillance du serveur afin d'assurer l'intégrité du système.

3.3 RTU (Remote Terminal Unit)

Il sert à collecter les informations à partir de l'instrumentation du terrain et les transmettre au MTU à travers le système de communication. Ces unités sont uti-

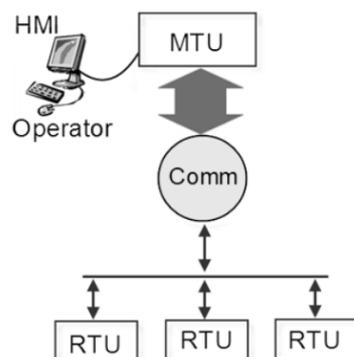


FIGURE 1.3 – MTU-RTU

lisées pour transmettre des données de télémétrie au système de supervision et recevoir les messages du MTU pour contrôler les objets connectés, elles sont également appelées unités de télémétrie de distance.

3.4 Système de communication

Le moyen de communication entre MTU et les différents RTU, la communication peut être assurée par le biais de l'Internet, réseaux sans fil ou câble, ou le réseau téléphonique public.

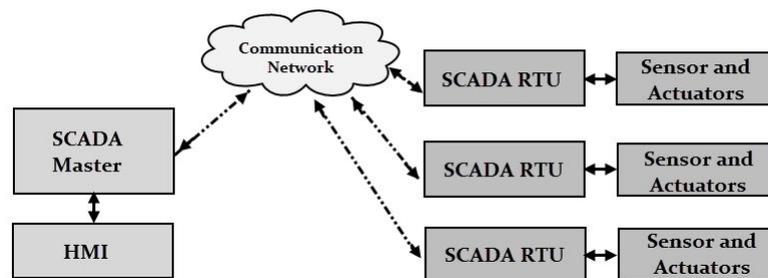


FIGURE 1.4 – Système de communication

4 Caractéristiques d'un système SCADA

4.1 Système d'exploitation

- Mono ou multi-utilisateurs
- Mono ou multi-tâches (traitement de la base de donnée, rafraîchissement des vues, alarmes, communications, édition...)
- Périodicité des tâches garanties ou non
- Interruption de tâches

4.2 Communications

- Type et nombre de cartes supportées
- Communications entre tâches

4.3 Supervision répartie

- Postes autonomes en réseau

- Répartition des tâches ou des variables entre plusieurs postes
- Postes clients d'un serveur multi-utilisateurs

5 Les composants de SCADA

Les composants de la supervision sont la base de données (DB) et l'interface Homme-Machine (IHM)

5.1 Base de données

- Elle reçoit et elle renvoie vers d'autres sources les données brutes.
- La source peut être n'importe quel type d'équipement comme l'automate programmable, une autre station de supervision sur un réseau local
- Elle maintient les valeurs internes générées.
- Elle convertit les données brutes en valeurs physiques significatives en fonction du comportement défini.
- Elle compare les valeurs analogiques avec les seuils d'alarmes et génère les alarmes.
- Elle effectue les vérifications d'écart sur les valeurs digitales.
- Elle enregistre les valeurs des variables.

5.2 Interface Homme-Machine IHM

Les IHM (interfaces homme-machine) présentent des informations graphiques aux opérateurs sous une forme synoptique. Ainsi l'opérateur peut voir une représentation schématique de la chaîne de production ou de l'usine qu'il contrôle.



FIGURE 1.5 – Exemple d'un système de supervision (IHM faite en TP)

6 Domaines d'application

Les systèmes SCADA peuvent être trouvés dans de nombreuses industries différentes, en particulier dans les endroits où la présence humaine est impraticable ou dangereuse. La raison derrière cela peut être due à de nombreux facteurs. Cela comprend le fait d'avoir une installation dans un site très éloigné qui est difficile à atteindre en temps opportun. Les industries qui appliquent les systèmes SCADA comprennent :

6.1 Pilotage de grandes installations industrielles automatisées

- Métallurgie (laminoir) production pétrolière (distillation).
- Production et stockage agroalimentaire (lait, céréales...).
- Production manufacturière (automobile, biens de consommation...).

6.2 Pilotage d'installations réparties

- Alimentation en eau potable.
- Traitement des eaux usées.
- Gestion des flux hydrauliques (canaux, rivières, barrages...).

- Gestion de tunnels (ventilation, sécurité).

6.3 Gestion technique de bâtiments et gestion technique centralisée (GTC)

- Gestion des moyens de chauffage et d'éclairage (économies d'énergie).
- Gestion des alarmes incendies.
- Contrôle d'accès, gestion des alarmes.

7 Avantages du SCADA

Parmi les avantages du SCADA, on peut citer :

- Le contrôle et l'assurance que toutes les performances désirées sont atteintes ; de visualiser les performances désirées du système à chaque instant. S'il y aurait une perte de performance, une alarme se déclencherait d'une manière automatique pour prévenir l'opérateur.
- Produire une alarme lorsqu'une faute se produit situer la faute et l'élément défectueux, ce qui facilite la tâche du diagnostic et de l'intervention de l'opérateur.
- Donne les informations nécessaires sur le système et aide l'opérateur à prendre la bonne décision, et ne pas se tromper dans son intervention.
- Réduit la tâche du personnel en les regroupant dans une salle de commande.
- Elimination ou réduction du nombre de visites aux sites éloignés. Avec une interface graphique et les réseaux de communication, on peut suivre l'état de l'installation à chaque instant, on réduit ainsi les visites de contrôles.

Chapitre 2

Composants d'un système de contrôle industriel.

Sommaire

1	Introduction	16
2	Définition d'un système automatisé	17
3	Automate Programmable Industriel (API)	18
4	Système de contrôle distribué – DCS	25
5	Système SCADA	26
6	PAC (Programmable Automation Controller)	28

1 Introduction

Un système de contrôle industriel (en anglais Industrial control system ICS) ou communément appelé système automatisé constitue un élément essentiel de nombreuses organisations, car il assure le contrôle automatisé de composants sur différents sites. Il existe des ICS de diverses natures et ces derniers peuvent prendre en charge un très grand nombre d'éléments au sein de diverses exploitations, de la production industrielle à la production et la distribution d'énergie. Ils regorgent d'avantages en termes d'efficacité, de qualité, d'analyse et, bien

sûr, de rendementUn systèmes de contrôle industriel : PLC (Programmable Logic Controller), DCS (Distributed Control Systems), SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), PAC (Programmable Automation Controller), RTU (Remote Terminal Unit), PC -based Control System.

2 Définition d'un système automatisé

Un système automatisé est un ensemble d'éléments organisés pour réaliser de manière autonome des opérations, qui exigeaient auparavant l'intervention humaine.

En fonction des consignes et du programme de gestion des tâches (implémenté dans un automate programmable ou réalisé par des relais (on parle de logique câblée)), la partie commande va commander les pré-actionneurs et renvoyer des informations au pupitre de signalisation. Les pré-actionneurs sont commandés par le bloc traitement des informations (partie commande) qui reçoit les consignes du pupitre de commande (opérateur) et les informations de la partie opérative sont transmises par les capteurs / détecteurs.

Un système automatisé se compose alors de trois parties indépendantes : PO (Partie Opérative), PC (Partie Commande) et l'IHM (Interface Homme-Machine).

- La Partie Opérative PO : C'est la partie qui agit sur la matière d'oeuvre afin de lui procurer de la valeur ajoutée Est le processus physique à automatiser. On y trouve les capteurs et les actionneurs. Les actionneurs (moteurs, vérins) agissent sur la partie mécanique du système qui agit à son tour sur la matière d'oeuvre. Les capteurs / détecteurs permettent d'acquérir les divers états du système.
- La Partie Commande PC : Est l'automatisme (Automates , Ordinateurs). Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les pré-actionneurs permettent de commander les actionneurs, ils assurent le transfert d'énergie entre la source de puissance (réseau électrique, pneumatique

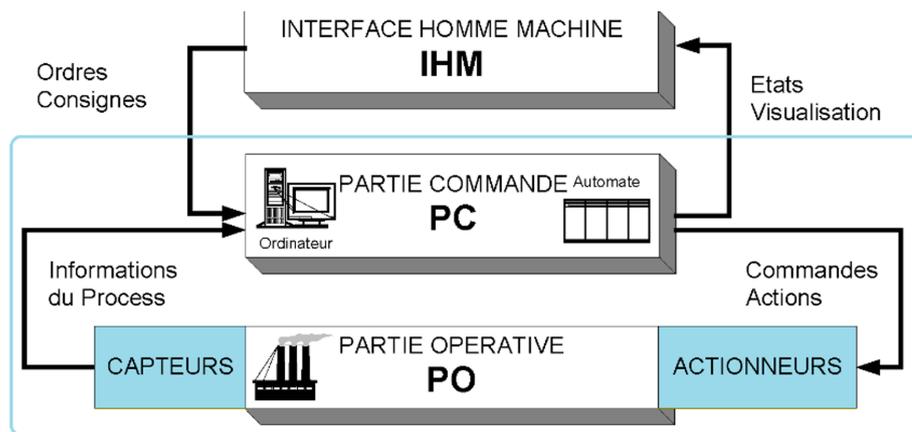


FIGURE 2.1 – Architecture d'un système automatisé

...) et les actionneurs.

- L'Interface Homme Machine est le système de présentation des informations du système automatisé permettant la visualisation du procédé, la prise en compte des consignes et ordres des opérateurs humains sur le procédé. Composé des pupitres de commande et de signalisation, il permet à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ cycle ...). Il permet également de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants, de terminal de dialogue ou d'interface homme-machine (IHM).

3 Automate Programmable Industriel (API)

3.1 Définition d'un API

L'API (Automate Programmable Industriel) est un appareil électronique programmable, adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande d'un système à partir d'informations logique, analogique ou numérique. Les API ou encore Programmable Logic Controller (PLC en anglais) font appel à un jeu d'instructions réduit, destiné à piloter en ambiance industrielle et en temps réel des procédés automatiques (industriels). Il peut être connecté directement aux capteurs et aux pré-actionneurs. Son ex-

exploitation ne nécessite pas une connaissance spécifique en informatique. Les API offrent de nombreux avantages par rapport aux dispositifs de commande câblés, comme :

- La simplicité de mise en œuvre (pas de langage de programmation complexe).
- La fiabilité.
- La souplesse d'adaptation (système évolutif et modulaire).
- L'Intégration dans un système de production (implantation aisée).
- La maintenance et le dépannage possible par des techniciens.

Les API ont une structure identique mais ils se différencient par :

- Le nombre d'E/S maximum qu'ils peuvent gérer.
- La rapidité de leur processeur central.

3.2 API modulaire

Ces automates sont intégrés dans les automatismes complexes où puissance, capacité de traitement et flexibilité sont nécessaires. Le processeur, l'alimentation et les interfaces d'entrées / sorties résident dans des unités séparées (modules) et sont fixées sur un ou plusieurs racks contenant le "fond de panier" (bus plus connecteurs).

3.3 API compacte

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes.

3.4 Domaines d'utilisation des API

On utilise les API dans tous les secteurs industriels pour la commande des machines (convoyage, emballage ...), dans des chaînes de production (automobile, agroalimentaire ...) comme il peut également assurer des fonctions de régulation



FIGURE 2.2 – API modulaire/ compacte

de processus (métallurgie, chimie ...). Il est de plus en plus utilisé dans le domaine du bâtiment (tertiaire et industriel) pour le contrôle du chauffage, de l'éclairage, de la sécurité ou des alarmes.

3.5 Structure interne

Un API est composé de 3 grandes parties (comme un ordinateur) : Processeur, les mémoires et les interfaces d'entrées/Sorties.

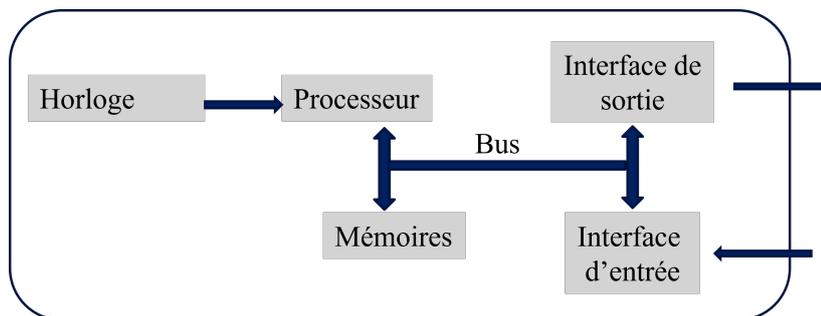


FIGURE 2.3 – Structure d'un API)

Processeur Le processeur ou unité centrale (UC), a pour rôle principal le traitement des instructions qui constituent le programme de fonctionnement de l'application. Ce programme se trouve dans une mémoire de commande ou mémoire système. Il réalise toutes les fonctions logiques et séquentielles (les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul PID, etc..). à partir d'un programme contenu dans sa mémoire :

- Gestion des entrées/sorties.

- Surveillance et diagnostic de l'automate par une série de tests lancés à la mise sous tension ou cycliquement en cours de fonctionnement.
- Dialogue avec le terminal de programmation, aussi bien pour l'écriture et la mise au point du programme qu'en cours d'exploitation pour des réglages ou des vérifications des données.

Interface d'entrée La structure de l'interface d'entrées/sorties est composée principalement d'un optocoupleur. Il est utilisé pour isoler électriquement deux parties électroniques ou électriques entre elles (on parle d'isolation galvanique). Quand les tensions mises en jeu ne sont pas compatibles de part et d'autre (exemple : sortie logique d'un montage alimenté en 5V devant être raccordée à l'entrée logique d'un montage alimenté en 24V).

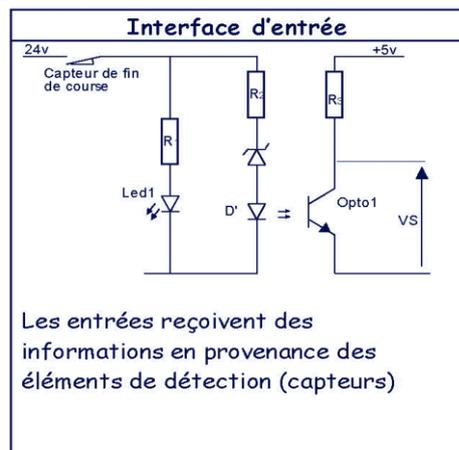


FIGURE 2.4 – Interface d'entrée)

- Led 1 signale que l'entrée de l'API est actionnée.
- Led D' de l'optocoupleur Opto1 s'éclaire.
- Le phototransistor de l'optocoupleur devient passant.
- La tension $V_s=0v$.

Lors de l'activation d'une entrée de l'automate, l'interface d'entrée envoie un '0' logique et un '1' lors de la désactivation (contact ouvert).

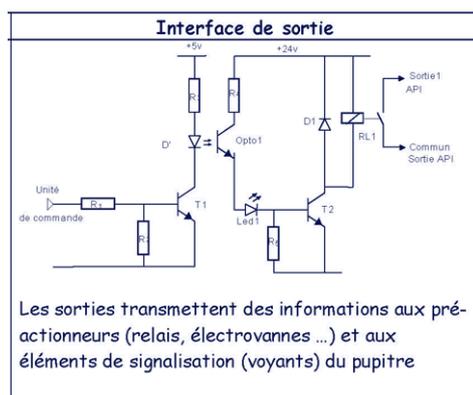


FIGURE 2.5 – Interface de sortie)

Interface de sortie

- L'unité de commande envoie un '1' logique (5v).
- T1 devient passant, la Led D' s'éclaire.
- Le phototransistor T' de l'opto-coupleur Opt1 devient passant.
- La Led1 s'éclaire.
- T2 devient passant.
- La bobine RL1 sous tension commande la fermeture de contact de sortie Q0,1.

Les mémoires utilisées dans les automates programmables

Les mémoires vives (mémoire volatiles) : ce sont des mémoires à accès aléatoire « Random Access Memory (RAM) ». Ces mémoires nécessitent une batterie. Utilisation : Ecriture et stockage des données.

Les mémoires mortes sont à lecture seule : Les informations ne sont pas perdues lors de la coupure de l'alimentation des circuits. Ce sont des mémoires programmes. On peut citer les types suivants :

ROM « Read Only Memory » :

Elle est programmée par le constructeur et son programme ne peut être modifié.

PROM « Programmable ROM » : Elle est livrée non enregistrée par le fabricant. Lorsque celle-ci est programmée, on ne peut pas l'effacer.

EPROM « Erasable PROM » : C'est une mémoire PROM effaçable par un rayonnement ultraviolet intense.

EEPROM « Electrically EPROM » : C'est une mémoire PROM programmable plusieurs fois et effaçable électriquement.

Mémoire Flash : C'est une mémoire EEPROM rapide en programmation. L'utilisateur peut effacer un bloc de cases ou toute la mémoire.

La mémoire morte est destinée à la mémorisation du programme après la phase de mise au point. La mémoire programme est contenue dans une ou plusieurs cartouches qui viennent s'insérer sur le module processeur ou sur un module d'extension mémoire.

Temporisateur Le temporisateur est un élément très important dans un système automatisé. C'est un circuit électronique qui permet de mettre en route un système pendant un certain temps, ou qui permet de le mettre en route au bout d'un certain temps. Le temporisateur est un circuit très utilisé.

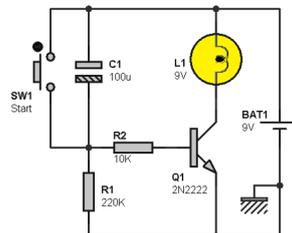


FIGURE 2.6 – Schéma d'un temporisateur)

Exemples d'utilisations

Allumer une lampe pendant trois heures à partir du moment où la nuit tombe ;

Allumer une lampe dans une cage d'escalier pendant 5 minutes à partir du moment où un usager appui sur un bouton poussoir ;

Laisser allumée une ampoule de plafonnier de voiture pendant 1 minute, à partir du moment où les portes sont fermées ;

Retarder la production d'un événement, par exemple déclencher une sirène au bout de 15 seconde si aucun code valide n'est tapé.

Principe de fonctionnement A la mise sous tension du montage, le condensateur C1 est déchargé et se comporte donc comme un court-circuit. Un courant s'établit donc au niveau de la base du transistor Q1, via C1 et R2, et le transistor conduit, provoquant l'allumage de la lampe L1. Puis le condensateur se charge lentement au travers de R1, ce qui conduit à une diminution lente du potentiel au point commun R1 / C1, puisque le courant circulant dans R1 diminue petit à petit. Au bout d'un certain temps, la tension aux bornes de R1 est trop faible pour maintenir la conduction de Q1 : Q1 se bloque et la lampe s'éteint. Pour redémarrer le processus, il suffit d'appuyer sur le bouton poussoir SW1, ce qui décharge d'un coup le condensateur C1, qui peut alors recommencer son cycle de charge. Ce circuit est certes très simple, mais présente deux petits inconvénients, qui n'en sont pas forcément toujours L'IHM est composée d'un ensemble de vues :

- Les vues de conduite, dont le contenu doit être étudié pour répondre parfaitement et exclusivement aux besoins d'un opérateur dans l'accomplissement d'une tâche (surveillance, démarrage, réglage, etc...)
- Les vues de contexte qui représentent les composants process d'une partie de l'installation. Elles sont destinées à faciliter le diagnostic et notamment à l'étude de l'incidence d'un événement sur son environnement proche.
- Les vues de diagnostic d'un composant process qui représentent les différents organes constituant un composant process.
- Les vues de détails d'un organe qui permettent le réglage des différentes fonctions d'automatisme.

Pour obtenir une temporisation de quelques secondes seulement, il faut utiliser un condensateur de forte valeur.

La transition lampe allumée / lampe éteinte n'est pas franche, la durée de l'extinction dépend de la valeur de la résistance de base R2. Si la valeur de R2 est trop faible, le courant de base pourra être trop important au moment de l'appui sur le bouton poussoir, et le transistor peut griller. Si la valeur de R2 est trop grande, la temporisation sera allongée mais le courant de base de Q2 sera probablement insuffisant et la lampe ne s'allumera pas entièrement.

GRAFCET Le GRAFCET est appliqué exclusivement aux automates. Il permet de décrire d'une façon très claire toutes les fonctions séquentielles d'un automatisme industriel. Le Grafcet représente l'évolution d'un cycle comprenant des étapes et des transitions. On distingue principalement :

- Le GRAFCET de niveau 1 (PO) qui peut être lu par des automaticiens et mécaniciens. Ce grafcet peut être confondu avec le grafcet du point de vue système.
- Le GRAFCET de niveau 2 (PC), plus détaillé, plutôt réservé aux seuls automaticiens. Ce GRAFCET de niveau 2 permet également, grâce à son formalisme rigoureux, la traduction automatique en langage machine lors de la programmation des automates programmables notamment.

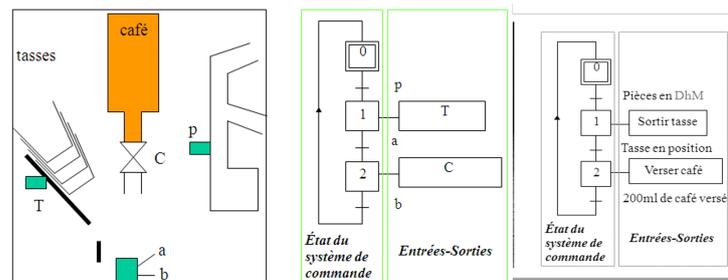


FIGURE 2.7 – Grafcets de niveaux 2/1)

4 Système de contrôle distribué – DCS

Un système intégré de contrôle commande ou DCS (Distributed Control System) est un outil combinant à la fois un système de contrôle et une interface utilisateur. Ces équipements sont surtout utilisés dans des industries ayant des procédés continus (métallurgie, chimie, ciment, ...) ou de traitements par lots (agro-alimentaire, pharmacie, ...).

Un exemple de système DCS est une raffinerie de pétrole où il existe un grand nombre de systèmes de contrôle tels que des contrôleurs de débit qui sont des contrôleurs en boucle fermée par lesquels les vannes sont actionnées afin d'obte-

nir des valeurs bien définies.

Les fonctionnalités les plus importantes de ces systèmes sont leur grande fiabilité et leur aptitude à gérer des régulations complexes. Ils sont généralement équipés d'outils de configuration et de développement très sophistiqués permettant de mettre en œuvre des programmes complexes adaptés aux contraintes des métiers.

5 Système SCADA

Le système SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) également appelé Supervision Industrielle, une application SCADA désigne un système logiciel destiné à contrôler un procédé. Parfois relativement simple, le procédé est piloté par une application directement embarquée dans une machine industrielle ou un équipement technique.

Les systèmes SCADA jouent un rôle crucial dans la gestion et le contrôle des processus industriels complexes en fournissant des informations en temps réel, des capacités de contrôle à distance et des fonctions d'analyse des données. Ils contribuent à améliorer l'efficacité opérationnelle, la sécurité et la fiabilité des installations industrielles et des infrastructures critiques.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) est donc un système informatisé utilisé pour surveiller et contrôler des processus industriels et des installations critiques. Il est largement utilisé dans de nombreux secteurs, notamment l'industrie, la production chimique, l'énergie, les transports et pharmaceutique, et d'autres domaines où il est nécessaire de superviser et de contrôler des systèmes complexes à distance. Voici quelques éléments clés concernant les systèmes SCADA :

- Supervision : Les systèmes SCADA permettent aux opérateurs de surveiller en temps réel les données provenant de capteurs, d'instruments et de dispositifs situés sur le terrain. Ces données sont généralement affichées sous forme de graphiques, de tableaux de bord ou de diagrammes

pour faciliter la prise de décision.

- Interface utilisateur : Les opérateurs utilisent des interfaces homme-machine (IHM) pour interagir avec le système SCADA. Ces interfaces sont généralement conçues sur des ordinateurs. Elles sont , généralement représentées avec des graphiques et des alarmes clairs pour aider les opérateurs à prendre des décisions.
- Contrôle : En plus de la surveillance, les systèmes SCADA permettent également de prendre des mesures de contrôle sur les processus surveillés. Les opérateurs peuvent utiliser l'interface SCADA pour ajuster des paramètres, activer ou désactiver des dispositifs ou d'autres actions pour réguler le système.
- Acquisition de données : Les systèmes SCADA collectent des données à partir de capteurs et d'instruments qui sont sur le terrain. Ces données comprennent des mesures de niveau, de débit, de qualité, température, de pression, etc. Les capteurs envoient ces données à l'unité centrale du SCADA pour traitement.
- Communication : Les systèmes SCADA utilisent généralement des réseaux de communication pour collecter des données à distance et pour envoyer des commandes aux dispositifs sur le terrain. Ces réseaux peuvent être filaires ou sans fil, et ils sont conçus pour assurer une connectivité fiable.
- Alarmes : Les systèmes SCADA peuvent générer des alarmes en cas de conditions anormales ou de défaillances dans les processus surveillés. Les opérateurs sont avertis en temps réel des problèmes, ce qui leur permet de réagir rapidement pour minimiser les risques et les perturbations.
- Historique des données : Les systèmes SCADA enregistrent généralement des données historiques sur les processus, ce qui permet aux opérateurs et aux gestionnaires de suivre les tendances, de générer des rapports et d'analyser les performances passées.

6 PAC (Programmable Automation Controller)

Un contrôleur PAC (Programmable Automation Controller) est un dispositif utilisé dans le domaine de l'automatisation industrielle et de la gestion des processus. Il s'agit d'un système électronique programmable conçu pour contrôler, surveiller et automatiser divers équipements et processus dans des environnements industriels, commerciaux et autres. Les contrôleurs PAC sont couramment utilisés dans des applications industrielles telles que la gestion des procédés de la fabrication, le contrôle de machines automatisées, la gestion des systèmes de chauffage, la surveillance des infrastructures critiques, et bien d'autres. Ils sont utilisés pour leur capacité de traitement, leur polyvalence et leur adaptabilité. Les fonctions d'un contrôleur PAC sont :

- Programmabilité : Les contrôleurs PAC sont programmables, ce qui signifie que les utilisateurs peuvent créer des programmes personnalisés pour effectuer des tâches spécifiques de contrôle et de surveillance. La programmation peut se faire à l'aide de langages de programmation comme le ladder logic, le langage C, ou des logiciels de programmation dédiés.
- Traitement de données : Ils sont équipés de capacités de traitement de données avancées, ce qui leur permet de traiter des données en temps réel, d'effectuer des calculs complexes et de prendre des décisions en fonction des informations reçues des capteurs.
- Redondance et fiabilité : Certains contrôleurs PAC sont conçus pour offrir des fonctionnalités de redondance, ce qui signifie qu'ils peuvent basculer automatiquement vers une unité de secours en cas de défaillance, garantissant ainsi une haute disponibilité et une fiabilité élevée.
- Entrées/Sorties (E/S) : Les contrôleurs PAC sont équipés d'un certain nombre d'entrées et de sorties numériques et analogiques. Ces E/S permettent au contrôleur de collecter des données à partir de capteurs et de commander des actionneurs pour effectuer des actions précises.
- Connectivité : Les contrôleurs PAC sont généralement dotés de multiples

options de connectivité, y compris des ports Ethernet, des ports série, des interfaces de communication industrielle (comme Modbus, Profibus, etc.), ce qui leur permet de communiquer avec d'autres dispositifs et systèmes au sein de l'installation.

- Interface utilisateur : Ils peuvent être dotés d'une interface utilisateur, généralement via un écran tactile ou un logiciel de supervision, qui permet aux opérateurs de surveiller et de contrôler les processus de manière intuitive.

Chapitre 3

Architecture d'un SCADA

Sommaire

1	Architecture d'un SCADA	30
2	Position de SCADA sur la pyramide CIM	32
3	Techniques de transmission dans un système SCADA	34
4	Types de transmission	35
5	Les différentes topologies	36
6	Le protocole Modbus	37
7	Principe général	38
8	Transmission série asynchrone	39
9	Transmission série synchrone	39
10	Les principaux supports utilisés	42
11	Types de transmission	44
12	Application Modbus	45

1 Architecture d'un SCADA

Les premiers systèmes SCADA sont apparus dans les années 1960. Pour la première fois, il devenait possible d'actionner une commande de terrain (une vanne par exemple) depuis un centre de contrôle à distance, plutôt que par une in-

tervention manuelle sur site. Aujourd'hui, les dispositifs SCADA ont intégré de nombreuses avancées technologiques (réseau électrique, informatique...) et sont devenus omniprésents sur les installations à caractère industriel. De ce fait, leur

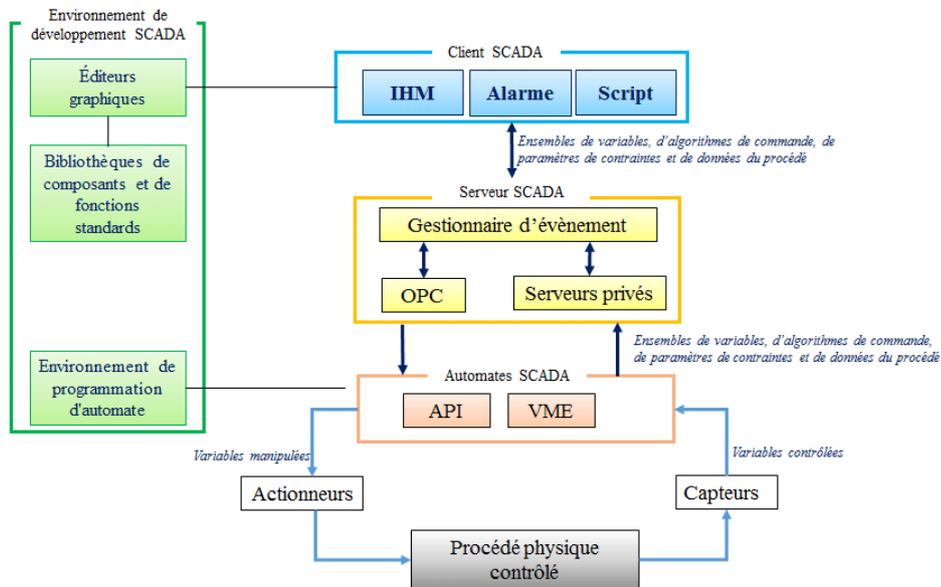


FIGURE 3.1 – Architecture d'un SCADA

fiabilité et leur protection sont également devenues des enjeux importants. L'évolution de SCADA a connu 3 générations :

1.1 Première génération (monolithique)

Dans la première génération, le concept d'informatique était appliqué par une unité centrale. Les réseaux n'existaient pas et chaque système centralisé était seul, ainsi le système SCADA était autonome avec pratiquement aucune connexion à un autre système.

1.2 Deuxième génération (distribuée)

La deuxième génération a profité des développements dans le domaine de la miniaturisation et de la technologie des réseaux locaux pour répartir le traitement

entre plusieurs stations reliées par un réseau local et partager l'information en temps réel.

1.3 Troisième génération (en réseau)

La génération actuelle adopte une architecture réseau, qui est étroitement lié à l'architecture distribuée sauf que l'architecture réseau offre une ouverture à un environnement autre que celui conditionné par le fournisseur. L'amélioration majeure dans la troisième génération vient de l'utilisation des protocoles WAN comme le protocole internet (IP) pour la communication entre la station maitre et les équipements de communication.

2 Position de SCADA sur la pyramide CIM

Un système de contrôle industriel doit répondre à certaines exigences :

- Définir et implanter les interfaces hommes/machines permettant la conduite et le pilotage de la production (supervision)
- Définir, implanter les règles de commande d'un système à partir de la connaissance du comportement dynamique du procédé à automatiser et des objectifs à atteindre
- Définir et implanter un système d'information permettant les échanges entre le système automatisé et les systèmes de gestion de l'entreprise (MES (Manufacturing execution system)).

Le SCADA se situe généralement dans la couche de contrôle en temps réel de la pyramide CIM, où il surveille et contrôle les processus de production. Les données collectées par le SCADA sont ensuite utilisées par les systèmes MES pour optimiser les opérations de fabrication, tandis que les données MES peuvent être intégrées aux systèmes ERP pour une gestion globale de l'entreprise. Ce positionnement hiérarchique des systèmes permet une coordination efficace des opérations de production et de la gestion globale de l'entreprise.

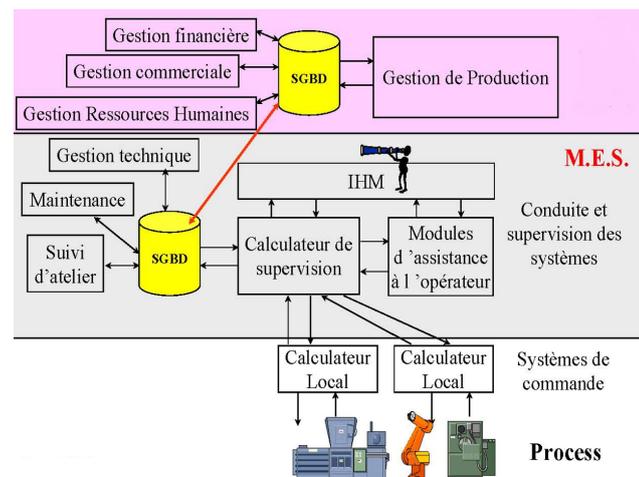


FIGURE 3.2 – SCADA avec MES

Le positionnement du SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) dans la pyramide CIM (Computer Integrated Manufacturing) est un concept qui aide à comprendre comment les différents systèmes de contrôle et de gestion s'articulent dans un environnement de fabrication. La pyramide CIM est un modèle conceptuel qui divise les systèmes de gestion de la production en différentes couches en fonction de leur fonctionnalité et de leur niveau de contrôle. Les trois couches principales de la pyramide CIM sont les suivantes, du bas vers le haut :

- Couche de contrôle en temps réel :

Cette couche est située à la base de la pyramide. Elle comprend les systèmes de contrôle en temps réel tels que les automates programmables industriels (API) et les systèmes de contrôle de processus industriels. Le SCADA est souvent associé à cette couche car il est principalement responsable de la surveillance, du contrôle et de l'acquisition de données en temps réel des processus de production.

- Couche MES (Manufacturing Execution System) :

Cette couche se situe au-dessus de la couche de contrôle en temps réel. Les systèmes MES sont responsables de la gestion et de l'optimisation des opérations de fabrication. Ils traitent les données en provenance de la couche de contrôle en temps réel pour prendre des décisions opérationnelles telles

que la planification de la production, le suivi des ordres de travail, la gestion des stocks, etc. Les MES sont des systèmes intermédiaires entre le SCADA et les systèmes de planification à plus long terme tels que les ERP.

— Couche ERP (Enterprise Resource Planning) :

Cette couche se trouve au sommet de la pyramide CIM. Les systèmes ERP sont responsables de la gestion globale de l'entreprise, y compris la gestion financière, la gestion des ressources humaines, la gestion de la chaîne d'approvisionnement, etc.

Ils intègrent les données de l'ensemble de l'entreprise pour faciliter la prise de décisions stratégiques. Les données provenant des systèmes MES peuvent remonter jusqu'à la couche ERP pour une meilleure coordination entre la production et les autres fonctions de l'entreprise.



FIGURE 3.3 – Pyramide CIM

3 Techniques de transmission dans un système SCADA

Les informations peuvent être transmises sous forme analogique : évolution continue de la valeur ou sous forme numérique : évolution discontinue de la valeur (échantillonnage)



FIGURE 3.4 – Techniques de transmission

4 Types de transmission

4.1 Transmission série

La liaison nécessite en général 3 fils : émission, réception et masse. Les bits d'un

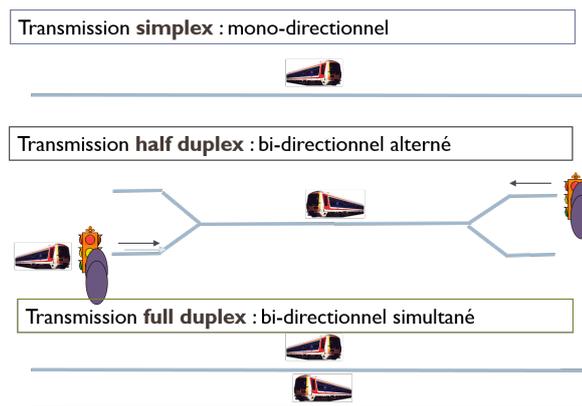


FIGURE 3.5 – Transmission série

octet sont transmis les uns à la suite des autres.

Transmission série synchrone Les informations sont transmises de façon continue. Un signal de synchronisation est transmis en parallèle aux signaux de données

Transmission série asynchrone Les informations peuvent être transmises de façon irrégulière, cependant l'intervalle de temps entre 2 bits est fixe. Des bits de synchronisation (START, STOP) encadrent les informations de données.

4.2 Transmission parallèle

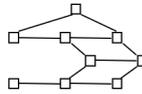
Les bits d'un octet sont transmis simultanément. Utilisé pour des courtes distances, chaque canal ayant tendance à perturber ses voisins la qualité du signal se dégrade rapidement.

5 Les différentes topologies

TOPOLOGIE **POINT A POINT** (entre 2 unités en communication)



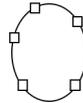
TOPOLOGIE **MAILLEE** (les équipements sont reliés entre eux pour former une toile d'araignée. Pour atteindre un noeud, plusieurs chemins sont possibles)



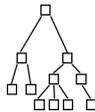
TOPOLOGIE EN **ETOILE** (plusieurs unités communiquent par leur propre ligne avec une unité dite Centrale)



TOPOLOGIE EN **ANNEAU** (toutes les unités sont montées en série dans une boucle fermée. => les communications doivent traverser toutes les unités pour arriver au récepteur)



TOPOLOGIE EN **ARBRE** (c'est une variante de la topologie en étoile)



TOPOLOGIE **BUS** (le réseau se compose d'une ligne principale à laquelle toutes les unités sont connectées)



Maître - Esclave Le MAITRE est l'entité qui accorde l'accès au médium. L'ESCLAVE est l'entité qui accède au médium après sollicitation du maître.

Client - Serveur Le CLIENT est une entité demandant un service sur le réseau. Le SERVEUR est l'entité qui répond à une demande d'un client.

Producteur - Consommateur Le PRODUCTEUR est une entité (unique) qui fournit une information. Le CONSOMMATEUR est une entité qui l'utilise (plusieurs entités peuvent utiliser la même information).

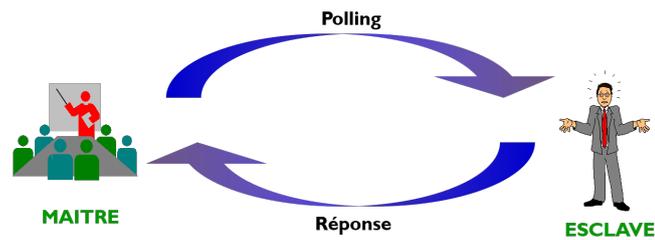


FIGURE 3.6 – Maître - Esclave

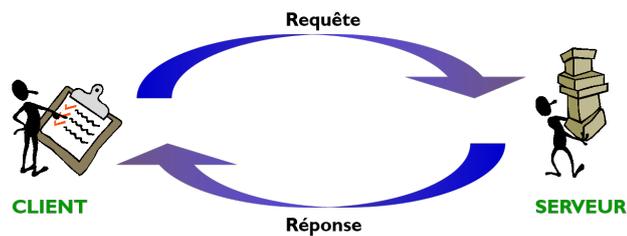


FIGURE 3.7 – Client - Serveur

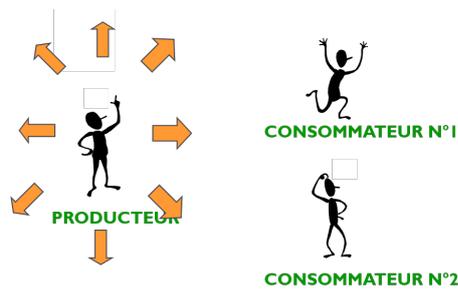


FIGURE 3.8 – Producteur - Consommateur

6 Le protocole Modbus

Le bus Modbus répond aux architectures Maître/Esclave. Il a été créé par la société Modicon pour interconnecter les automates programmables. Ce protocole a rencontré beaucoup de succès depuis sa création du fait de sa simplicité et de sa bonne fiabilité.

Domaines d'utilisation Manufacturier, Infrastructures, Énergie, Bâtiment.

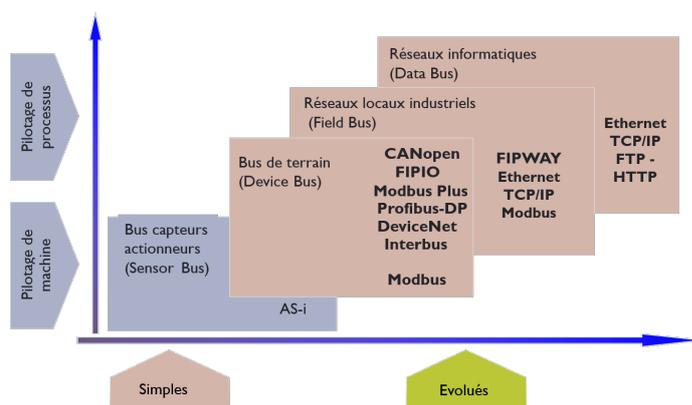


FIGURE 3.9 – Positionnement des principaux réseaux et bus

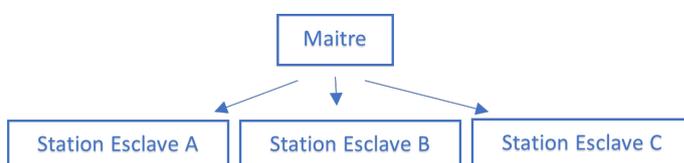


FIGURE 3.10 – Principe de Modbus

Applications

- Échanges automate-périphérie décentralisée.
- Échanges IHM (supervision) - automate.

7 Principe général

Le bus est composé d'une station Maître et de stations esclaves. Seule la station Maître peut être à l'initiative de l'échange (la communication directe entre stations Esclaves n'est pas réalisable). Le maître peut s'adresser aux esclaves individuellement ou envoyer un message de diffusion générale à tous les esclaves. Les esclaves renvoient un message (réponse) aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Les requêtes de diffusion générale n'attendent pas de réponses en retour. Un seul équipement peut émettre sur la ligne à tout moment. Le maître gère l'échange et seul lui peut prendre l'initiative. Il interroge chacun des esclaves successivement. Aucun esclave ne peut envoyer de message à moins qu'il ne soit

invité à le faire. Le maître répète la question lorsqu'un échange est incorrect et déclare l'esclave interrogé absent si aucune réponse n'est reçue dans un délai donné. Si un esclave ne comprend pas un message, il envoie une réponse d'exception au maître. Le maître peut réitérer ou non la requête.

8 Transmission série asynchrone

En environnement industriel, on préfère utiliser la transmission Série asynchrone, plus simple à mettre en oeuvre et moins coûteuse. La ligne peut ne comporter qu'un fil; on en utilise en général 3 : émission; réception; masse. Les éléments binaires d'informations (bits) d'un mot ou caractère sont alors envoyés successivement les uns après les autres (sérialisation) au rythme d'un signal d'horloge.

- Les informations peuvent être émises de façon irrégulières, cependant l'intervalle de temps entre 2 bits est fixe.
- Des bits de synchronisation (START et STOP) encadrent les informations de données.

Le récepteur effectue l'opération inverse : transformation Série / parallèle à partir de son horloge ayant la même fréquence que celle de l'émetteur.

9 Transmission série synchrone

Pour une transmission synchrone, c'est la réception du signal d'horloge sur un fil séparé ou contenu dans les données (code Manchester)

- Les informations sont transmises de façon continue.
- Un signal de synchronisation est transmis en parallèle aux signaux de données et lance exploitation des données par le récepteur.

Le bus Modbus RS485 peut accueillir 32 noeuds : 1 maître et jusqu'à 31 esclaves. RS485 est une liaison série, de type asynchrone, différentielle qui permet un débit élevé (jusqu'à 10 Mégabits/secondes) sur une distance importante (jus-

qu'à 1200 mètres). Elle dispose de 2 bornes d'émission polarisées notées Tx(+),

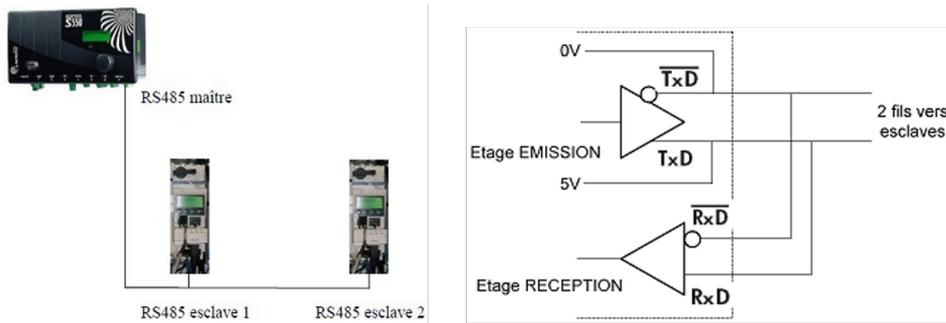
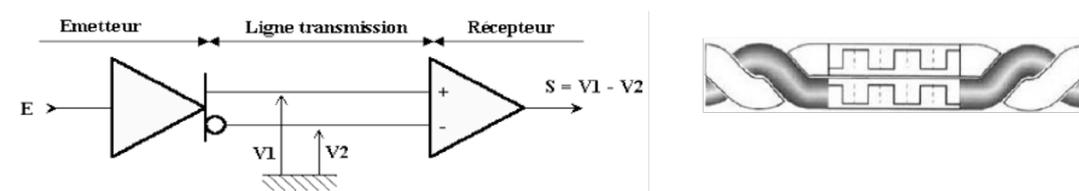


FIGURE 3.11 – Le bus Modbus RS485

Tx(-) ou et de 2 bornes de réception polarisées notées Rx(+), Rx(-) ou .

9.1 Liaison symétrique (ou différentielle)

Une liaison symétrique comporte deux conducteurs actifs par sens de transfert. L'émetteur possède un amplificateur différentiel qui va transmettre les états logiques à la double ligne de transmission sous forme de deux tensions $V+$ et $V-$ ou $V-$ et $V+$ selon le niveau logique. Le récepteur est un montage à amplificateur opérationnel, il n'est donc concerné que par la différence de tension entre les deux fils de ligne. La liaison symétrique ou différentielle permet de transmettre



E	V1	V2	S
0	-V	+V	-2V
1	+V	-V	+2V

FIGURE 3.12 – Liaison symétrique (ou différentielle)

des données sur de grandes distances à des vitesses élevées. Elle est peu sensible

E	V1	V2	Parasites	S
0	-V	+V	Vp	$(-V + Vp) - (+V + Vp) = -2V$
1	+V	-V	Vp	$(+V + Vp) - (-V + Vp) = +2V$

aux parasites induits , ceux-ci affectent les deux fils de la ligne et se trouvent inhibés par l'entrée différentielle du récepteur. Sensibilité aux champs magnétiques :

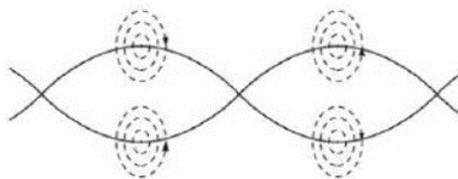


FIGURE 3.13 – Les câbles torsadés

Les câbles torsadés sont moins sensibles aux champs magnétiques car les tensions induites par les variations de flux s'annulent mutuellement.

Différences majeures avec la norme RS232 La norme RS485, contrairement à la norme RS232, ne définit que les caractéristiques électriques de la couche physique. Les principales différences sont le medium de communication (une paire

	RS232	RS485
Connexion	Point à point	Bus
Couplage électrique	Mode asymétrique	Mode symétrique
Support physique	2 fils de données + masse	1 paire torsadée
Type de liaison	Full duplex	Half duplex
Débit maximum	20 kb/s	10 Mb/s
Portée typique	10in	1 km

FIGURE 3.14 – Norme RS485 et norme RS232

torsadée), un mode de tensions différentielles, et la possibilité de travailler en réseau (et non en mode point à point).

10 Les principaux supports utilisés

Les supports de transmission ou MEDIUMs influent sur :

- Vitesse
- Distance
- Immunité électro-magnétique

Les mediums les plus utilisés sont :

La paire de fils torsadés : Le plus simple à mettre en oeuvre, et le moins cher. C'est le plus utilisé sur les bus de terrain.



Le câble coaxial : Il se compose d'un conducteur en cuivre, entouré d'un écran mis à la terre. Entre les deux, une couche isolante de matériau plastique. Le



câble coaxial a d'excellentes propriétés électriques et se prête aux transmissions à grande vitesse

La fibre optique : Ce n'est plus un câble en cuivre qui porte les signaux électriques mais une fibre optique. Une fibre optique est un fil de verre extrêmement

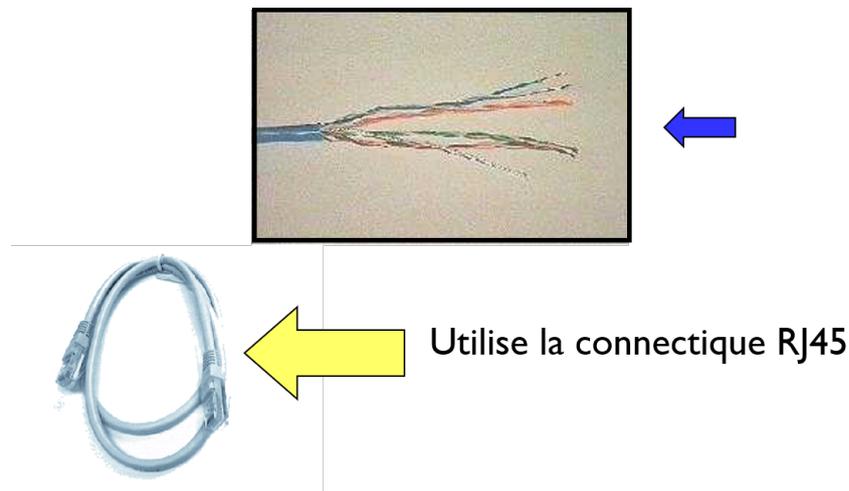


fin, puisqu'il mesure environ un dixième d'un cheveu humain. Il a la capacité de conduire la lumière et est utilisé pour transmettre des données numériques.

10.1 La paire torsadée

De plus en plus utilisée même en 100 Mbps

UTP - Paires isolées de fils de cuivre réunis en torsade. Multiples paires à co-



dage couleur, enrobées dans une chemise en plastique. Plus rapide que le câble coaxial.

STP - Paires indissociables enveloppées dans un blindage avec feuille d'aluminium

Catégorie 5 (Cat 5) - La plus courante dans les réseaux informatiques

Cat 5 = 100 Mbps (en cours de spécification)

Cat 3 = 10 Mbps

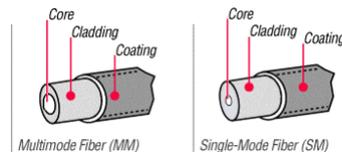
10.2 La fibre optique

La fibre optique est appréciée pour son aspect sécuritaire (absence de courants électriques), son faible encombrement et son immunité aux bruits et aux interférences électromagnétiques. Elles permettent d'avoir des plus grandes longueurs de segment (max 2 km). Elles servent souvent d'artères. La fibre optique comprend trois parties :

Coeur - Support du trajet de la lumière verre ou plastique

Gaine - Tube en verre qui ramène par réflexion toute lumière parasite dans le cœur

Revêtement protecteur - Protège le cœur et la gaine optique La fibre multimode



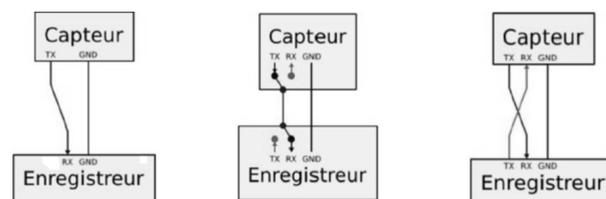
est la plus utilisée car moins chère, et plus facile à mettre en œuvre.

11 Types de transmission

Transmission simple : mono-directionnelle ou Unidirectionnelle, les données sont transmises dans un seul sens.

Transmission half-duplex : bi-directionnelle alternée ou bidirectionnelle. La transmission est possible dans les 2 sens, mais pas simultanément.

Transmission full-duplex : bi-directionnelle simultanée. Les données sont reçues ou transmises simultanément dans les 2 sens. Deux systèmes interconnectés

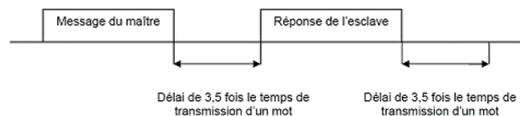


sont capables d'émettre et de recevoir simultanément

12 Application Modbus

12.1 Transmission d'un message

Avant et après chaque message, il doit y avoir un silence équivalent à 3,5 fois le temps de transmission d'un mot. L'ensemble du message doit être transmis de



manière continue.

12.2 Trame MODBUS ASCII(American Standard Code for Information Interchange)

Le mode ASCII permet d'avoir des intervalles de plus d'une seconde entre les différents caractères sans que cela ne génère d'erreurs, alors que le mode RTU permet un débit plus élevé pour une même vitesse de transmission.

Mode RTU (Remote Terminal Unit : Unité terminale distante) La trame ne comporte ni octet d'en-tête de message, ni octets de fin de message. CRC16 : pa-

START 	Adresse	Fonction 	Données 	CRC16	END
Silence	1 octet	1 octet	n octets	2 octets	Silence

ramètre de contrôle polynomial (cyclical redundancy check).

La détection de fin de trame est réalisée sur un silence supérieur ou égal à 3 caractères. La taille maximale des données est de 256 octets.

Elle contient un code fonction indiquant à l'esclave adressé le type d'action demandé. Les données contiennent des informations complémentaires dont l'esclave a besoin pour exécuter cette fonction. Le mot de contrôle permet à l'esclave

Code	Nature des fonctions MODBUS	TSX 37
H'01'	Lecture de n bits de sortie consécutifs	*
H'02'	Lecture de n bits de sortie consécutifs	*
H'03'	Lecture de n mots de sortie consécutifs	*
H'04'	Lecture de n mots consécutifs d'entrée	*
H'05'	Ecriture de 1 bit de sortie	*
H'06'	Ecriture de 1 mot de sortie	*
H'07'	Lecture du statut d'exception	
H'08'	Accès aux compteurs de diagnostic	
H'09'	Téléchargement, télé déchargement et mode de marche	
H'0A'	Demande de CR de fonctionnement	
H'0B'	Lecture du compteur d'événements	*
H'0C'	Lecture des événements de connexion	*
H'0D'	Téléchargement, télé déchargement et mode de marche	
H'0E'	Demande de CR de fonctionnement	
H'0F'	Ecriture de n bits de sortie	*
H'10'	Ecriture de n mots de sortie	*
H'11'	Lecture d'identification	*
H'12'	Téléchargement, télé déchargement et mode de marche	
H'13'	Reset de l'esclave après erreur non recouverte	

de s'assurer de l'intégralité du contenu de la question. MODBUS offre des fonctions différentes. Elles se caractérisent par un code fonction sur un octet (en hexadécimal). Tous les équipements ne supportent pas tous les codes fonction.

Exemple de lecture d'un mot sur l'esclave 1 Numéro d'esclave : 1

Fonction : 3

Adresse du mot à lire : 800

Nombre de mots à lire : 1

CRC : - 31356

Parité : 1

111101001111100

000010110000011

+1.....

000010110000100

0584

La trame qui sera envoyée est la suivante :

01 03 0320 0001 8584

Chapitre 4

IHM dans les systèmes SCADA

Sommaire

1	Définition d'une IHM	47
2	Vues d'une IHM	49
3	Philosophie de programmation	50
4	Types d'IHM de supervision	50
5	Quelques règles de conception	51
6	L'IHM de supervision dans le milieu industriel	52
7	Normes internationales TI	55

1 Définition d'une IHM

Les Interfaces Homme-Machine (IHM) ou en anglais (HMI) sont des dispositifs qui permettent aux utilisateurs de communiquer avec des machines, des logiciels ou des appareils électroniques. L'une des fonctions principales des IHM est de présenter des informations de manière conviviale et compréhensible.

Les IHM sont conçues pour présenter des informations de manière à ce que les utilisateurs puissent interagir efficacement avec les systèmes informatiques ou les dispositifs électroniques. Une conception appropriée de l'IHM est essentielle pour garantir que les informations sont présentées de manière claire, intuitive et

conviviale pour les utilisateurs.

- Graphiques : Les graphiques, tels que les diagrammes, les histogrammes, les images, les cartes sont utilisés pour représenter visuellement des données et des informations. Les symboles, les couleurs et les formes sont souvent utilisés pour améliorer la compréhension.
- Icônes et Symboles : Les icônes et les symboles sont couramment utilisés pour représenter des fonctions ou des actions spécifiques.
- Sons : En plus de la représentation visuelle, les IHM peuvent utiliser des sons et des signaux sonores pour transmettre des informations ou des alertes aux utilisateurs.
- Écrans et Interfaces Graphiques : Les écrans d'ordinateur, les écrans tactiles, les interfaces graphiques et les panneaux de commande sont des exemples courants d'IHM. Ils affichent des informations sous forme de texte, de graphiques, d'icônes et de boutons, permettant aux utilisateurs d'interagir avec les systèmes.
- Texte : Les IHM affichent souvent des informations sous forme de texte. Cela peut inclure des instructions, des menus, des rapports, des alertes, etc. Le texte est généralement présenté dans une police lisible et avec un contraste approprié pour une meilleure lisibilité.
- Interactions Multitouches : Les écrans tactiles permettent souvent des interactions multitouches, ce qui signifie que les utilisateurs peuvent effectuer des gestes, comme pincer, étirer ou faire glisser, pour interagir avec les informations affichées.
- Réponses en Temps Réel : Les IHM peuvent fournir des informations en temps réel, telles que des mises à jour en direct, des données en temps réel provenant de capteurs ou d'autres sources, ce qui permet aux utilisateurs de prendre des décisions basées sur des informations actualisées.
- Personnalisation : Les IHM peuvent être personnalisées pour répondre aux besoins et aux préférences individuels des utilisateurs. Cela peut inclure le choix de la langue, la disposition de l'écran, la taille du texte, etc.

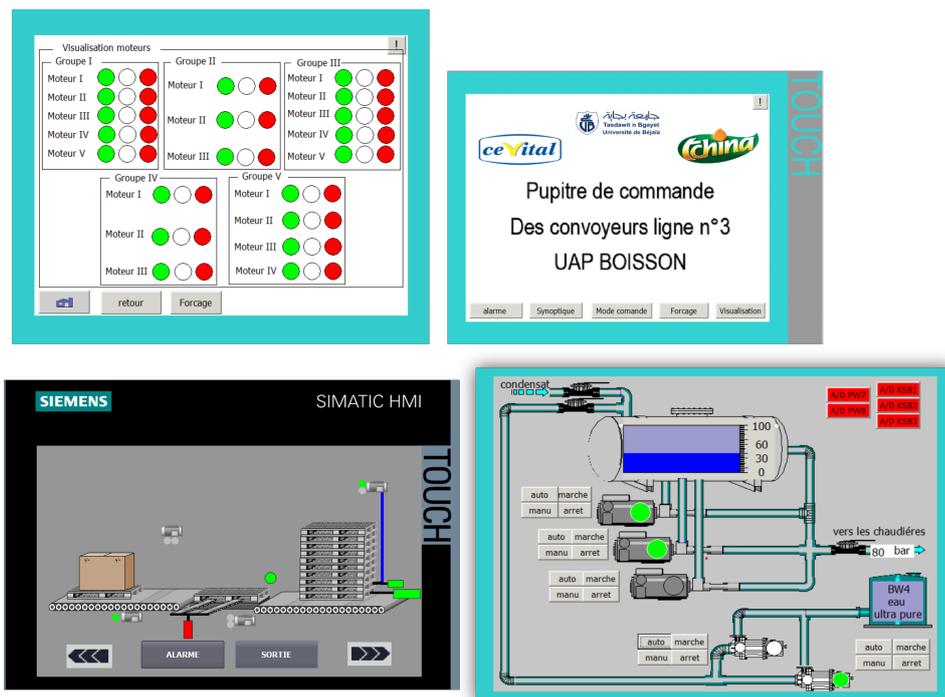


FIGURE 4.1 – Exemples d'IHM faites en TP (ou PFE)

2 Vues d'une IHM

L'IHM est composée d'un ensemble de vues :

- Les vues de conduite, dont le contenu doit être étudié pour répondre parfaitement et exclusivement aux besoins d'un opérateur dans l'accomplissement d'une tâche (surveillance, démarrage, réglage, etc...)
- Les vues de contexte qui représentent les composants process d'une partie de l'installation. Elles sont destinées à faciliter le diagnostic et notamment à l'étude de l'incidence d'un événement sur son environnement proche.
- Les vues de diagnostic d'un composant process qui représentent les différents organes constituant un composant process.
- Les vues de détails d'un organe qui permettent le réglage des différentes fonctions d'automatisme.

3 Philosophie de programmation

- Pas de ROUGE si l'opérateur voit du rouge c'est qu'il y a un défaut.
- Pas de JAUNE, si l'opérateur voit du jaune, attention il s'agit des conséquences d'un défaut.
- Si un objet est encadré il ne sera pas commandable.
- Si le cadre est rouge c'est l'objet qui est en défaut, s'il est jaune c'est un autre objet qui est en défaut mais qui provoque l'asservissement de l'objet encadré en jaune.
- Le BLEU représente les points commandables par l'opérateur.
- Tout objet visualisé sur l'écran permet d'accéder à des informations complémentaires, il suffit de le sélectionner avec la souris.

4 Types d'IHM de supervision

4.1 IHM de supervision basique

Ce type d'IHM de supervision est assez simpliste dans sa conception, au niveau de ses graphismes et de ses fonctionnalités.

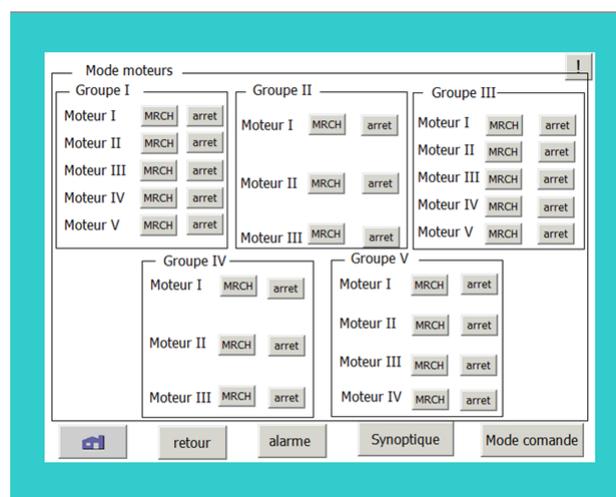


FIGURE 4.2 – Supervision basique (vue tirée d'un PFE)

Elle permet de bien situer les points clés de l'installation à "superviser".

4.2 IHM de supervision par menus

Dans ce type d'IHMde supervision, les menus de navigation ont une importance prépondérante. L'opérateur puisse effectuer rapidement un maximum d'actions

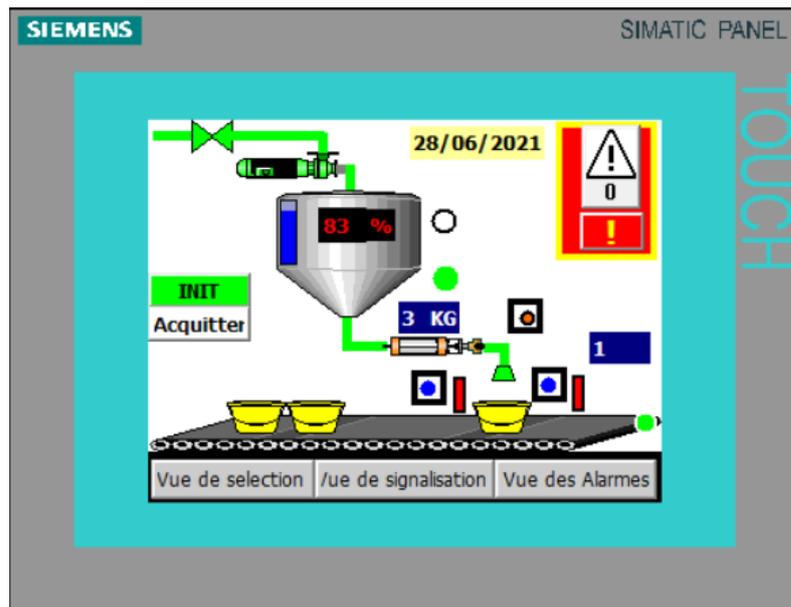


FIGURE 4.3 – Supervision par menus (vue tirée d'un PFE)

ou accéder, en un minimum de temps, à différents écrans successivement.

4.3 Supervision par écrans

La priorité est donnée au visuel, c'est à dire que le synoptique de l'installation occupe quasiment tout l'écran. La qualité de graphisme bien supérieure aux autres types de supervision.

5 Quelques règles de conception

Les caractéristiques physiques et psychophysiologiques : lisibilité suffisante, pas d'informations fournies uniquement sur la base d'un changement de couleur,

emplacement compatible avec la dispersion des tailles de la population, signaux sonores de fréquence suffisamment basse, les informations le plus fréquemment consultées doivent se trouver dans les zones le plus souvent parcourues par l'œil. Une analyse approfondie de la nature de la tâche et de l'activité doit permettre de préciser les contours de la présentation des informations et de l'IHM. Il s'agit de proposer une représentation pertinente des différents états de fonctionnement du dispositif technique : en mode de fonctionnement normal, en mode dégradé et en situation d'incident.

6 L'IHM de supervision dans le milieu industriel

La supervision a donc pour objectif de contrôler l'exécution d'une opération ou d'un travail effectué par d'autres sans rentrer dans les détails de cette exécution. En fonctionnement normal, son rôle est de prendre en temps réel les dernières décisions exigées par la flexibilité décisionnelle. En fonctionnement anormal (pré-

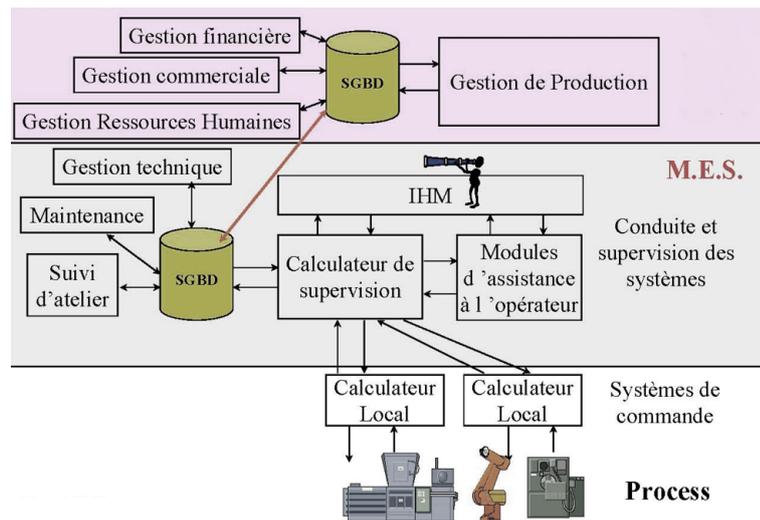


FIGURE 4.4 – Supervision en milieu industriel

sence de défaillance), la supervision va prendre toutes les décisions nécessaires pour le retour vers un fonctionnement normal. (SGBD : système de gestion de base de données).

6.1 Rôle de la supervision dans une entreprise

- Aide à la conduite : Visualisation, concentrateur de données et maintenance
- Systèmes complexes et distribués
- Améliorer la productivité
- Flexibilité : optimisation de la conduite et nourrir la traçabilité

6.2 Principales catégories de procédés industriels

Les procédés continus Les procédés ne s'arrêtent pas, ils tournent 24/24 et toute l'année (difficulté de stockage des produits intermédiaires). Les traitements

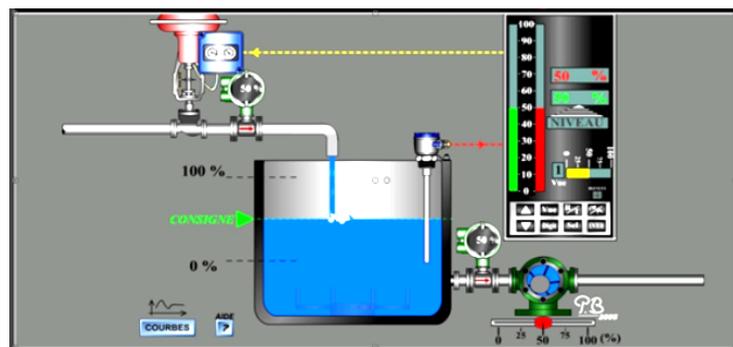


FIGURE 4.5 – Système continu

effectués sont de type chauffage, refroidissement, malaxage, etc. Ces procédés ne nécessitent pas beaucoup de postes de travail. Cimenterie, alimentaire, chimie, traitement de minéraux, etc.

Les procédés manufacturiers Essentiellement destinés à des opérations d'usinage, d'assemblage et de transformations de matériaux. Les matériaux en cours de transformation peuvent être stockés pour une durée déterminée à n'importe quel point du cycle de fabrication. Ce sont des procédés très consommateurs de postes de travail.

Fonctions de la supervision Le système de supervision doit remplir une fonction hybride de pilotage (le contrôle de ses performances grâce à des tableaux de bord) et de surveillance (la fonction d'observer les activités). L'interconnexion des différents services d'un système industriel. En situation normale, le système de supervision présente sur les synoptiques une ou plusieurs vues de synthèse sur le système industriel. Une ou plusieurs vues spécialisées sur la phase de l'activité principale en cours et sur les éléments essentiels du système concerné.

Les modules de contrôle du système automatisé génèrent des alarmes selon une hiérarchie qui est propre à chaque système. Les alarmes sont retransmises sur les écrans de contrôle de l'opérateur en même temps qu'elles sont tracées dans un journal qui enregistre tous les événements significatifs survenus sur le système. Le degré d'élaboration de ces alarmes dépend beaucoup des systèmes et de l'ef-

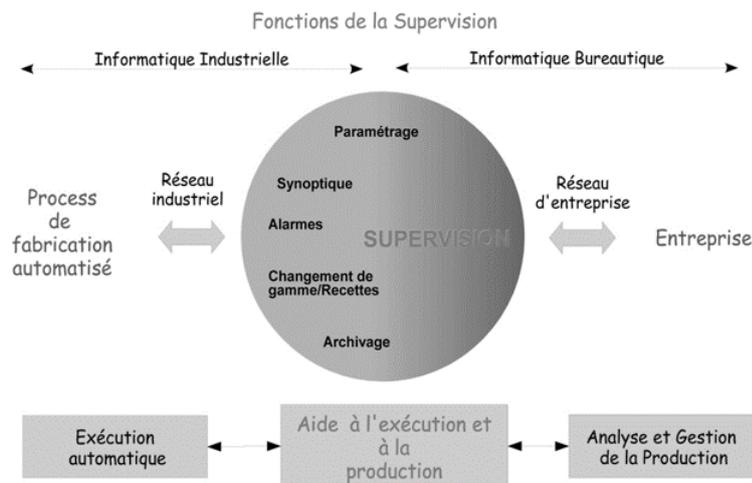


FIGURE 4.6 – Fonctions de la supervision

fort de modélisation préalable à l'automatisation du système. On peut réunir ces fonctions en 5 catégories : paramétrage, changement de recette, synoptique, archivage et alarmes.

Paramétrage est la fonction qui permet de modifier et d'adapter les paramètres du système.

Changement des gammes/recettes cette fonction permet de changer les valeurs des composants (des ingrédients par exemple) et des quantités, des durées...

Archivage cette fonction permet d'enregistrer et de sauvegarder les données, les résultats dans des banques de données et/ou les représenter sur des graphiques ou des courbes ou des tableaux.

Synoptique est la fonction essentielle de la supervision, elle fournit une représentation synthétique, dynamique et instantanée de l'ensemble des moyens de production de l'unité.

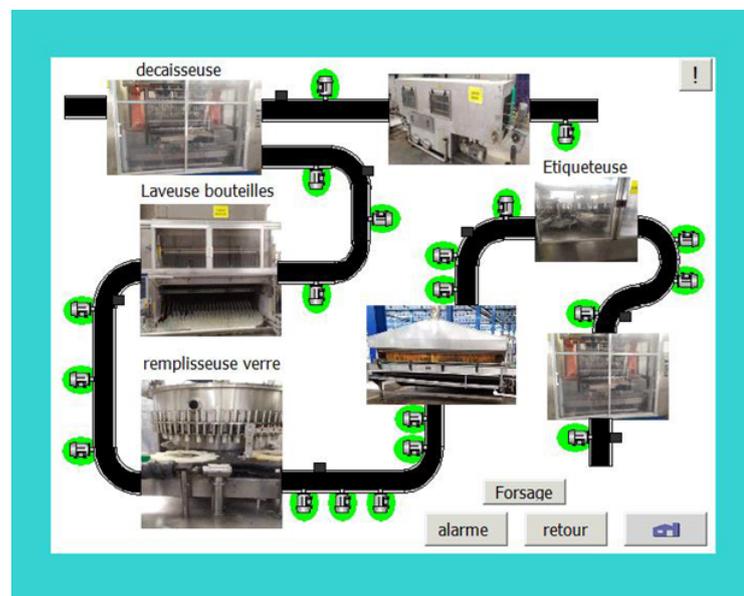


FIGURE 4.7 – Fonction synoptique (tirée d'un PFE)

7 Normes internationales TI

Les normes assurent une certaine rigueur dans l'industrie de la conception et de l'ingénierie comme l'industrie pharmaceutique, la pétrochimie, la production chimique. Plusieurs normes internationales pour la schématisation des tuyauteries et de l'instrumentation (TI) sont utilisées à l'échelle internationale. On peut citer :

- ISO 10628 : Elle définit les symboles de base nécessaires à la représentation des composants, les pompes, les valves, les tuyauteries ainsi que les règles pour leur liaison sur le schéma.
- DIN 28004 : Il s'agit d'une norme allemande qui spécifie les règles pour la création de schémas TI
- BS 5070 : C'est une norme britannique qui couvre la schématisation des tuyauteries et de l'instrumentation.
- ISO 15519 : principalement utilisée dans la schématisation des instruments de mesure utilisés dans les systèmes de régulation et de contrôle des processus industriels.
- ANSI/ISA-5.1 : c'est un standard américain de la Société internationale des automatismes (ISA) qui est largement utilisé dans l'industrie des procédés. Il définit les symboles pour les schémas de procédé et de contrôle, y compris les schémas TI.
- JIS B 0102 : c'est une norme japonaise mais qui est également utilisée dans certaines industries internationales.

L'utilisation spécifique de ces normes peut varier d'un pays à l'autre et d'une industrie à l'autre. Il est donc, important de s'assurer que les normes soient utilisées selon le secteur industriel et la localisation géographique

Chapitre 5

Logiciels de supervision et sécurité des systèmes SCADA

Sommaire

1	Définition	57
2	Présentation de TIA Portal	58
3	SIMATIC WinCC Flexible	63
4	Sécurité de SCADA	66

1 Définition

Les logiciels de supervision, également appelés logiciels de surveillance ou de surveillance, sont des outils informatiques conçus pour surveiller et gérer divers systèmes, réseaux, applications ou dispositifs. Ils sont couramment utilisés dans les environnements informatiques, industriels et de télécommunications pour assurer le bon fonctionnement des systèmes et détecter rapidement les problèmes ou les anomalies. Ils permettent :

- L'assistance de l'opérateur dans ses actions de commande du processus de production (interface IHM)
- La visualisation de l'état et de l'évolution d'une installation automatisée

- de contrôle de processus, avec une mise en évidence des anomalies(alarmes)
- La collecte d’informations en temps réel sur des processus depuis des sites distants et leur archivage
 - L’aide de l’opérateur dans son travail (séquence d’actions, recette) et dans ses décisions (propositions de paramètres signalisation de valeurs en défaut, aide à la résolution d’un problème.
 - Fournir des données pour l’atteinte d’objectifs de production (quantité, qualité).

Les vidéos de démonstration et de prise en main des logiciels wincc et TiaPortal sont postées sur l’espace de cours. En TP, la programmation se fera avec TiaPortal de Siemens (version 11 ou 13). Les logiciels de supervision sont une classe de programmes applicatifs dédiés.

Logiciel	Constructeur
WinCC	Siemens
Tia Portal	
RS View	Rockwell Software
Cimplicity	GE Fanuc
Monitor-PRO	Schnieder
Logiciel	Editeur
In Touch	Wonderware
Wizcon	PC Soft Intl
PCVue	Arc Informatique
Panorama	Europ Supervision
Fix32	Intellution
Induscreen	Ordinal
Cimview	AspenTech

FIGURE 5.1 – Logiciels de supervision

2 Présentation de TIA Portal

TIA Portal V16 (ou autre) est la plateforme « Totally Integrated Automation Portal » est le nouvel environnement de travail de Siemens qui permet de mettre

en oeuvre des solutions d'automatisation avec un système d'ingénierie intégré comprenant les logiciels SIMATIC STEP7 V16 et SIMATIC WinCC V16.

2.1 Description du logiciel STEP7 V16

La programmation est un ensemble d'activités qui permettent l'écriture des programmes informatiques en utilisant un langage de programmation à l'aide d'un logiciel. Avec STEP7 professionnel les fonctions suivantes peuvent être utilisées pour automatiser une installation :

- La création et la gestion de projet.
- La configuration, le paramétrage de matériel et de la communication.
- La gestion des mnémoniques.
- La création d'un programme.
- Le chargement de programme dans des systèmes cibles.
- Le teste de l'installation d'automatisation.
- Le diagnostic lors de la perturbation de l'installation

Langage de programmation sous STEP7 V16 Le STEP7 domine le marché des langages de programmation avec ces langages :

- Liste d'instructions (IL : Instruction List) : Langage textuel de même nature que l'assembleur, particulièrement adapté aux applications de petites tailles, très peu utilisé par les automaticiens.
- Langage littéral structuré (ST : Structured text) : Langage informatique de même nature que le Pascal, peu utilisé par les automaticiens.
- Blocs fonctionnels (FBD : fonction bloc diagram) : Langage graphique où des fonctions sont représentés par des rectangles avec les entrées à gauche et les sorties à droite. Les blocs sont programmés (bibliothèque) ou programmable, utilisé par les automaticiens.
- Langages à contacts (LD : Ladder diagram) : développé pour les électriciens. Il utilise les symboles tel que : contacts, relais et blocs fonctionnel et s'organise en réseau. C'est le langage le plus utilisé par les automaticiens.

Les opérations utilisables en STEP7 V16 Opérations combinatoires sur bits.

- Temporisation.
- Opérations de comptages.
- Opérations de saut.
- Opérations de comparaison.
- Opérations de chargement, transfert.
- Opérations de conversions.
- Opérations arithmétiques, logiques.
- Opérations sur blocs.

Principes de conception d'un programme En fonctionnement, deux programmes différents s'exécutent dans une CPU, le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ce dernier sera organisé en blocs :

- Bloc d'organisation (OB) : ces blocs sont utilisés pour l'organisation interne du programme. Ils définissent l'ordre dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB, dans ce cas, les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.
- Bloc fonctionnel (FB) : ils sont subordonnés aux blocs d'organisations. Un bloc de données DB est attribué au FB lors de son appellation, pour accéder aux données de ce DB par des appels depuis le FB. Ce dernier peut être attribué à différent DB.
- Bloc de données (DB) : sont employés afin de tenir à disposition de l'espace mémoire pour les variables de données. Il y a deux catégories de blocs de données : les DB globaux ou tous les OB, FB et FC peuvent lire des données enregistrer et écrire eux-mêmes des données dans le DB.

Mnémoniques Dans un programme STEP7, on utilise des opérands (E/S, mémentos, des compteurs, temporisation, des blocs de données et des blocs fonctionnels) on peut accéder à ces opérands par adressage absolue dans un pro-

gramme. Toute fois la lisibilité de notre programme sera grandement améliorée et bien documentée si on fait appel à des mnémoniques. Il est alors possible d'accéder aux opérandes de notre programme utilisateur via ces mnémoniques.

Mémentos Ils sont des éléments électroniques bistables servant à mémoriser l'état logiques (0 et 1), Ils sont utilisés pour les opérations internes de l'automate pour lesquels l'émission d'un signal n'est pas nécessaire

Vue du portail et vue du projet Lorsque l'on lance TIA Portal, l'environnement de travail se décompose en deux types de vue :

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

Vue du portail La vue du portail offre une vue orientée sur les tâches des outils. Vous pouvez y décider rapidement ce que vous souhaitez faire et appeler l'outil requis pour la tâche correspondante. Si nécessaire, un basculement automatique dans la vue du projet a lieu pour la tâche sélectionnée.

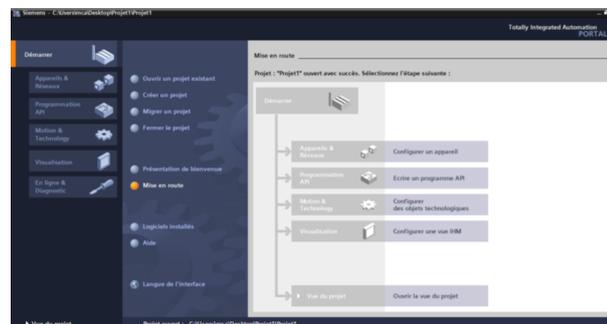


FIGURE 5.2 – Vue détaillée du portail

Vue du projet La vue du projet correspond à une vue structurée de l'ensemble des composants du projet

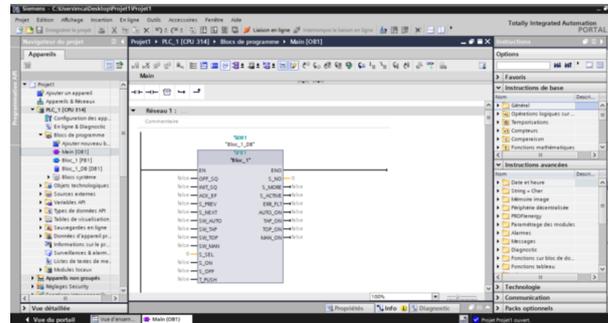


FIGURE 5.3 – Vue détaillée du projet

2.2 Supervision sous WinCC V16

C'est une technique industrielle de suivi et de pilotage informatique de procédés de fabrications automatisés. La supervision concerne l'acquisition des données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et des paramètres de commande des processus généralement confiés à des automates programmables. Dans l'informatique la supervision est la surveillance du bon fonctionnement d'un système ou d'une activité car elle permet de surveiller, rapporter et alerter les fonctionnements normaux des systèmes informatiques. Pour pouvoir réaliser une supervision il est nécessaire d'utiliser un logiciel de supervision. Il existe plusieurs à présent qui se sont développés par différentes communautés

Avantages de la supervision On supervise pour avoir :

- Un meilleur suivi en temps-réel du processus.
- Une gestion plus efficace de la sécurité.
- Une plus grande flexibilité.
- Une maîtrise plus précise des coûts de productions.

Description du Win CC V16 Win CC (TIA Portal) est un logiciel d'ingénierie pour la configuration de SIMATIC Panels, de PC industriels SIMATIC et de PC standard avec le logiciel de visualisation WinCC Runtime Advanced ou avec le système SCADA WinCC Runtime Professional . Il s'agit d'un système HMI (Human Machine Interface) qui permet à l'opérateur de visualiser, de surveiller le déroulement d'un processus commandé par une CPU et intervenir par le biais d'un pupitre opérateur, c'est pourquoi il est appelé interface (processus) entre l'homme (opérateur) et la machine.

Configuration d'une vue IHM L'interface TIA PORTAL V15 nous permet de créer des vues dans le but de contrôler et de commander notre installation. Lors de la création des vues, on dispose d'objets prédéfinis permettant d'afficher des procédures et de définir des valeurs de processus.

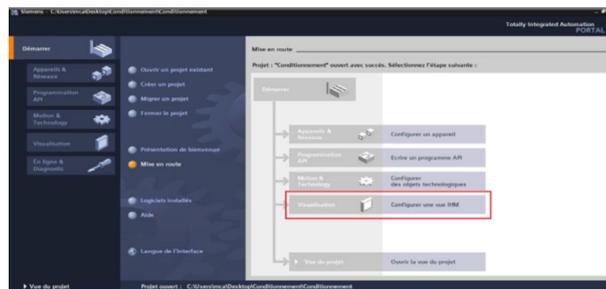


FIGURE 5.4 – Configurer une vue IHM

3 SIMATIC WinCC Flexible

SIMATIC WinCC (Windows Control Centre) FLEXIBLE est un logiciel de siemens qui permet de créer des systèmes de supervision graphiques (des interfaces homme-machine). Il permet ainsi de programmer les panels de supervision de siemens et de visualiser en temps réel l'état de processus et de la commander et d'assurer le diagnostic du procédé, tout en facilitant les tâches de conduite et de surveillance aux exploitants. La fenêtre de travail dans le WinCC se compose



FIGURE 5.5 – Fenêtre de travail dans le WinCC

de :

- La zone de travail : elle sert à éditer les objets du projet. Tous les éléments de WinCC flexible sont disposés autour de la zone de travail.
- La fenêtre de projet : Tous les éléments et tous les éditeurs disponibles d'un projet sont affichés sous forme d'arborescence dans la fenêtre du projet et peuvent être ouverts à partir de cette fenêtre.
- La boîte d'outils : Cette zone nous offre la possibilité d'importer les éléments de base nécessaires pour la création des vues (bouton, champ graphique, champ de texte...). Elle contient en outre des bibliothèques d'objets et collection de blocs d'affichage prêts à l'emploi.
- La fenêtre de propriétés : Elle permet d'éditer les propriétés des objets, par exemple, la couleur des objets de vue, affectation des variables aux objets.

Éléments de WinCC flexible L'interface WinCC flexible est équipée de plusieurs éléments qui nous ont permis de concevoir notre projet dont : WinCC flexible Engineering system : est le logiciel avec lequel on peut réaliser toutes tâches de configuration requises. L'édition WinCC flexible détermine les pupitres opérateurs de la gamme SIMATIC HMI pouvant être configurés.

- WinCC flexible Runtime : c'est le logiciel de visualisations de processus. Dans Runtime, on exécute le projet en mode processus.
- Options WinCC : elles permettent d'étendre les fonctionnalités de base de WinCC flexible.

Création de l'IHM Pour réaliser une interface graphique dans WinCC flexible on doit procéder aux étapes suivantes :

- Création d'un nouveau projet : Au démarrage de WinCC flexible, une fenêtre « WinCC flexible Advanced » s'ouvre. Dans notre cas, nous avons choisi de « créer un projet vide ».

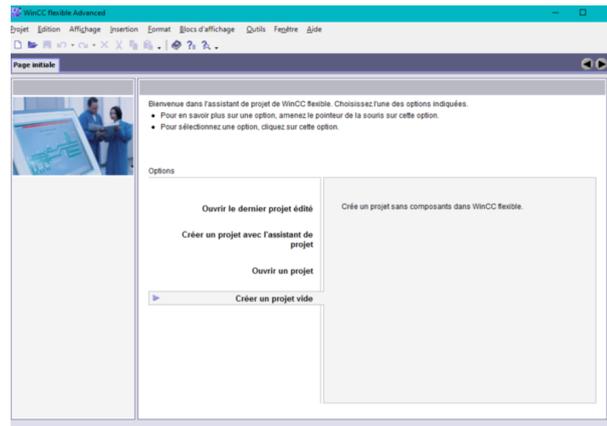


FIGURE 5.6 – Création de l'IHM

- Sélection de pupitre : Après la création d'un nouveau projet, une nouvelle fenêtre s'ouvre pour le choix de pupitre à utiliser pour notre application.

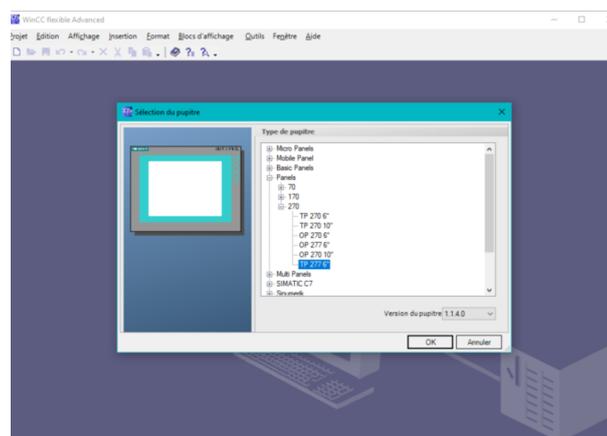


FIGURE 5.7 – Sélection de pupitre

Présentation d'u pupitre opérateur Le pupitre de type TP277 6", il offre de nombreuses possibilités d'application, une performance élevée et un excellent

rapport qualité-prix. Il est paramétrable à partir de WinCC flexible, Parfaitement compatible au niveau des dimensions d'encastrement. Le TP 277 6" dispose des caractéristiques suivantes :

- Interfaces MPI/DP, Ethernet, PROFINET et PROFIBUS.
- Ecran TFT 256 Couleurs, résolution (320 x 240 Pixel).
- Scripte et Archive.
- Stockage des données sur cartes MMC, archive, recette, Backup/Restore
- Buffer rémanent des messages.

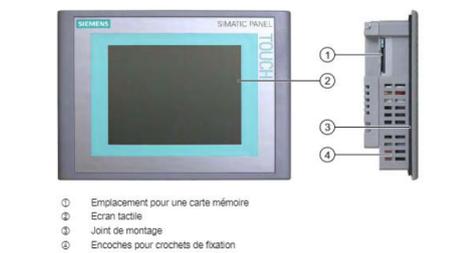


FIGURE 5.8 – Le pupitre TP277 6

4 Sécurité de SCADA

4.1 Définition

La sécurité des systèmes SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) est d'une importance cruciale car ces systèmes sont utilisés pour surveiller et contrôler des processus industriels critiques, tels que la production d'énergie, les infrastructures de transport et bien d'autres. Une erreur de sécurité dans un système SCADA pourrait avoir des conséquences graves, y compris des perturbations majeures, des dommages matériels et même des risques pour la sécurité humaine.

On peut citer les précautions suivantes :

- Isolation réseau : Isoler les systèmes SCADA des réseaux non sécurisés et d'Internet est fondamental. L'utilisation de réseaux privés virtuels (VPN) ou de pare-feu peut aider à restreindre l'accès aux systèmes SCADA.

- Gestion des droits d'accès : Appliquer une gestion rigoureuse des droits d'accès pour s'assurer que seuls les utilisateurs autorisés ont accès aux systèmes SCADA. L'authentification forte (comme l'utilisation de cartes à puce) peut également être mise en place pour renforcer la sécurité.
- Mises à jour et correctifs : Maintenir les systèmes SCADA à jour en appliquant régulièrement les correctifs de sécurité fournis par les fabricants. Cela réduit les vulnérabilités potentielles.
- Surveillance continue : Mettre en place des mécanismes de surveillance en temps réel pour détecter les activités suspectes ou les violations de sécurité. Des journaux d'audit doivent être générés et surveillés.
- Sécurité physique : Protéger physiquement les équipements SCADA en limitant l'accès aux locaux où ils sont situés. Des caméras de sécurité et des systèmes d'alarme peuvent être utilisés pour renforcer la sécurité physique.
- Formation du personnel : Sensibiliser et former le personnel à la sécurité des systèmes SCADA est essentiel. Les employés doivent être conscients des menaces potentielles et des meilleures pratiques de sécurité.
- Gestion des vulnérabilités : Mettre en place un processus de gestion des vulnérabilités pour évaluer, prioriser et corriger les vulnérabilités identifiées dans les systèmes SCADA.
- Plan de réponse aux incidents : Élaborer un plan de réponse aux incidents pour faire face aux attaques potentielles. Ce plan devrait inclure des procédures pour isoler rapidement les systèmes compromis et pour restaurer les opérations normales.
- Cryptographie : Utiliser des mécanismes de chiffrement pour protéger les communications entre les composants du système SCADA, notamment entre les capteurs, les actionneurs et les postes de commande.
- Tests de pénétration : Réaliser des tests de pénétration réguliers pour évaluer la résistance du système SCADA aux attaques. Cela permet de découvrir et de corriger les vulnérabilités avant qu'elles ne soient exploitées par

des attaquants.

On parle parfois de sûreté, à savoir :

- Sûreté de communication (détection des pannes, recouvrement des erreurs, mode de repli, redondance)
- Sûreté du matériel de traitement (coupure d'alimentation, fiabilité du système d'exploitation)
- Sûreté du logiciel de supervision
- Sûreté des commandes (contrôle d'accès aux vues, protection des variables)

4.2 Traitement des alarmes

- Hiérarchie et priorité des alarmes
- Datation
- Occurrence multiple
- Acquiescement par des postes multiples

Alarme Calcule en Temps réel les conditions de déclenchement des alarmes, affiche l'ensemble des alarmes selon les règles de priorité et assure l'enregistrement de toutes les étapes de traitement de l'alarme.

Les alarmes peuvent avoir 5 états possibles :

Valeur	Cause
Au repos	L'alarme est au repos
Disparue et non acquittée	L'alarme a disparu et n'a pas été acquittée par l'opérateur
Présente et non acquittée	L'alarme est présente et n'a pas été acquittée par l'opérateur
Présente et acquittée	L'alarme est présente et a été acquittée par l'opérateur
Masquée(invalidée)	Mise hors service par un opérateur ou invalidée

Chapitre 6

Etude d'un exemple illustratif

Sommaire

1	Principe de fonctionnement	69
2	Cahier de charges	70
3	Création et Configuration de IHM :	72

1 Principe de fonctionnement

Le système étudié est un palettiseur. C' est un équipement dans le conditionnement des sacs de sucre sa fonction consiste à placer des colis de marchandises sur un support. Les opérations exécutées par un palettiseur sont : Prélever les produits, former les couches et déposer les couches une après l'autre sur la palette. Les fardeaux de sucres contenant 10 sacs de 1KG arrivent à travers un convoyeur, dès qu'ils sont captés par la photocellule, le tapis commence à orienter les fardeaux aux différentes positions :

- 1ère position : pack de 6 fardeaux.
- o 2ème position : pack de 6 fardeaux.
- o 3ème position : pack de 3 fardeaux inversés.
- La barrière au niveau du pré-formateur descend pour permettre aux packs

de sucres de glissés vers le pousseur, puis la barrière remonte pour bloquer les nouveaux fardeaux qui seront acheminés.

- Le pousseur est plaqué contre le 1er contact fin de course et en position basse à l'état initial. Il pousse la première phase au 2ème fin de course (table de déchargement).
- Le presseur frontal et les presseurs latéraux sortent et pressent la couche.
- La table de déchargement s'ouvre en maintenant le lot pressé puis le pousseur remonte grâce à ses deux vérins, et se retire vers sa position initiale, puis les presseurs reprennent leurs positions initiales. Et la table de déchargement se referme.
- L'ascenseur descend au niveau lentement jusqu'à une position intermédiaire et remonte jusqu'à ce qu'elle soit captée par la photo cellule et reprend le cycle jusqu'à ce que le nombre de couches soit atteint pour évacuer la palette pleine.

2 Cahier de charges

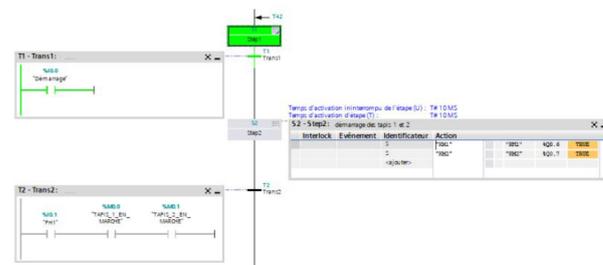
- Comptage et formation de la première couche :
Le comptage est assuré par la photocellule PH2, avec une première ligne en position 1 en activant V1 et en désactivant V2 de 6 fardeaux. Puis le tapis d'entrée change de position vers la position 2 en activant V1 et V2 et forme une deuxième ligne de 6 fardeaux. Puis le tapis d'entrée change de position vers la position 3 en désactivant V1 et en maintenant V2 actif et active aussi l'inverseur de fardeaux INV_L3 et forme 3 fardeaux inversés.
- Evacuation de la première couche vers l'ascenseur : Une fois que la première couche est formée, le bloqueur de couche descend avec le vérin V3 et le tapis 3 se lance pour libérer le pré-formateur avec le contacteur KM3. Puis le pousseur est en position basse en activant les vérins V4 et V5, et s'avance vers l'ascenseur avec le contacteur AV_KM4 . Puis les presseurs latéraux et le presseur frontal s'avancent pour bloquer la couche avant l'ou-

ouverture des portes de l'ascenseur, les presseurs latéraux sont commandés en activant les deux vérins V6 et V7 et le presseur frontal par le contacteur AV_KM5 . Une fois que la première couche est formée, le bloqueur de couche descend avec le vérin V3 et le tapis 3 se lance pour libérer le pré-formateur avec le contacteur KM3. Puis le pousseur est en position basse en activant les vérins V4 et V5, et s'avance vers l'ascenseur avec le contacteur AV_KM4). Puis les presseurs latéraux et le presseur frontal s'avancent pour bloquer la couche avant l'ouverture des portes de l'ascenseur, les presseurs latéraux sont commandés en activant les deux vérins V6 et V7 et le presseur frontal par le contacteur AV_KM5 .

- Une fois que la première couche est formée, le bloqueur de couche descend avec le vérin V3 et le tapis 3 se lance pour libérer le pré-formateur avec le contacteur KM3. Puis le pousseur est en position basse en activant les vérins V4 et V5, et s'avance vers l'ascenseur avec le contacteur AV_KM4 . Puis les presseurs latéraux et le presseur frontal s'avancent pour bloquer la couche avant l'ouverture des portes de l'ascenseur, les presseurs latéraux sont commandés en activant les deux vérins V6 et V7 et le presseur frontal par le contacteur AV_KM5 .
- Formation de la deuxième couche : La deuxième couche est formée de la même manière que la première couche mais avec un motif différent dans cette deuxième couche le vérin INV_L3 est désactivé et on active le INV_L1 et on aura un motif inversé une ligne de 3 en première position, puis une ligne de 6 dans la 2ème et 3ème position.
- Déchargement de la palette vers le convoyeur de sortie : Une fois le nombre de couches atteintes, L'ascenseur descend avec BAS_KM7 , puis deux bras en acier sortent en activant V9, et la palette est remontée avec $HAUT_KM8$, et déplacée à droite vers le tapis du convoyeur de sortie avec $DROITE_KM9$, Puis redescendue avec BAS_KM8 , et est relâchée sur le tapis en désactivant V9. Puis le bras de guidage reprend sa position initiale $HAUT_KM8$ et $GAUCHE_KM9$ puis BAS_KM8 .

- Tapis convoyeur de sortie : Le tapis du convoyeur de sortie est commandé par le contacteur KM10.
- Magasin palettes vide : Les palettes vides sont stockées dans le magasin et empilées l'une sur l'autre. Les palettes sont bloquées à partir de la deuxième palette en activant V10, puis sont remontées légèrement pour pouvoir débloquer la première palette avec $HAUT_KM11$, puis la palette est poussée en activant V9 jusqu'à l'ascenseur avec le capteur PRE_PALL . Puis le moteur et les vérins V9 et V10 reprennent leurs positions initiales en désactivant V9, puis BAS_KM11 et en désactivant V10 pour relâcher les palettes et $HAUT_KM11$ jusqu'à la deuxième position
- Alarmes : A chaque fois qu'un réseau est activé l'alarme se déclenche et affiche un message d'erreur sur le tableau des alarmes.

Programmation Ci dessous l'exemple du programme(Arrivée des fardeaux), les autres programmes seront vue en présentiel. L'arrivée des fardeaux est détectée par la photocellule PH1, et les tapis 1 et 2 sont commandés par les contacteurs KM1 et KM2.

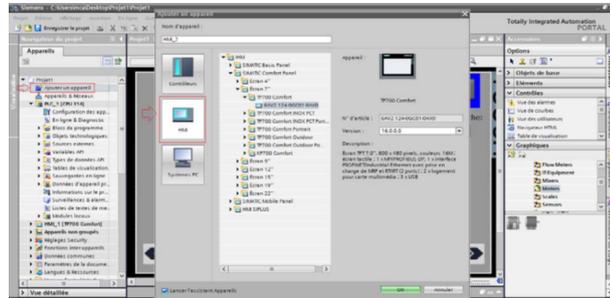


3 Création et Configuration de IHM :

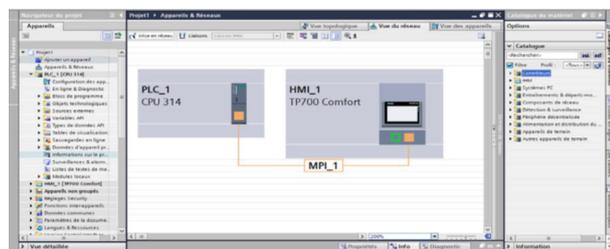
Création de l'IHM

- Ajouter une IHM : L'interface homme machine est une partie intégrante dans le logiciel TIA PORTAL, Pour ajouter l'appareil IHM dans un projet,

il faut suivre la procédure ci-dessous : (Navigateur du projet; « nom de votre projet »; Ajouter un appareil; HMI)



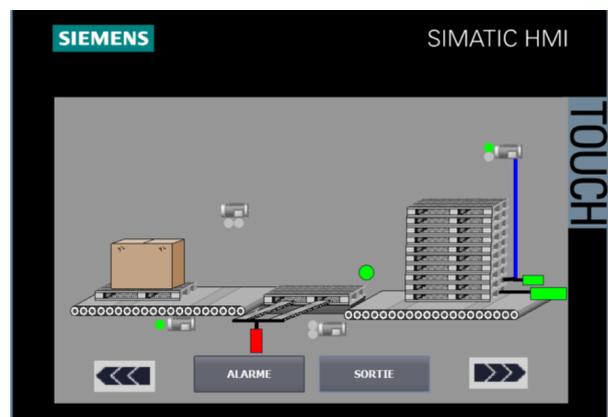
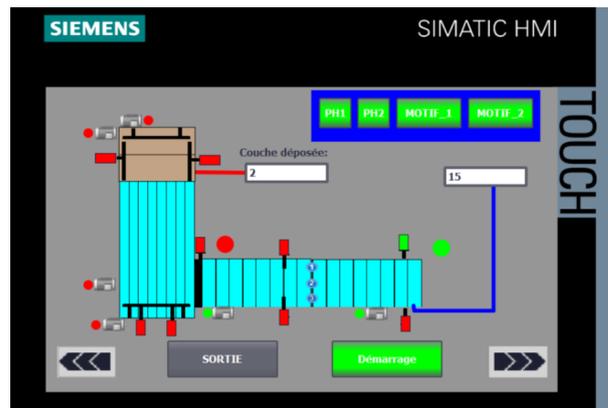
— Création Liaison IHM et PLC



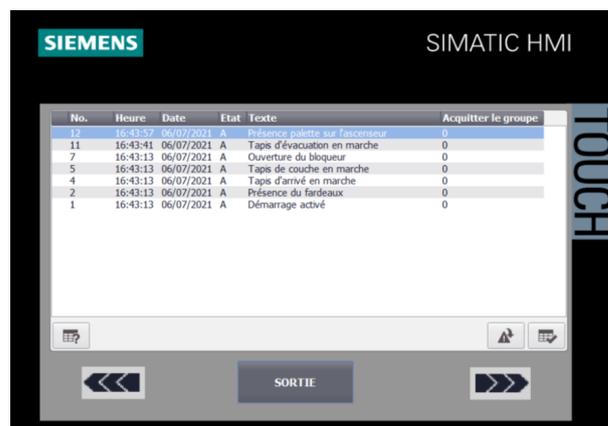
Variables IHM du système Dans Runtime, les valeurs de process sont transmises par des variables. Les valeurs de process sont des données enregistrées dans la mémoire de l'un des automates connectés

alarme	Word	HMI_Liaison_1	PLC_1	ALARME
AV_KM4	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	AV_KM4
AV_KM5	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	AV_KM5
bas_KM11	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	bas_KM11
bas_KM8	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	bas_KM8
COMPTEUR	Counter	HMI_Liaison_1	PLC_1	COMPTEUR
COMPTEUR_COUCHE	Counter	HMI_Liaison_1	PLC_1	COMPTEUR_COUCHE
Démarrage	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	Démarrage
droite_KM9	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	droite_KM9
gauche_KM9	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	gauche_KM9
haut_KM11	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	haut_KM11
haut_KM8	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	haut_KM8
INV_L1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	INV_L1
INV_L3	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	INV_L3
KM1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	KM1
KM10	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	KM10
KM2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	KM2
KM8	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	KM8
MOTIF_1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	MOTIF_1
MOTIF_2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	MOTIF_2
ouvert_KM6	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	ouvert_KM6
PH1	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	PH1
PH2	Bool	HMI_Liaison_1	PLC_1	PH2

Vue synoptique du processus Ces deux vues représentent la vue globale du système et la vue d'évacuation de la palette. Une simulation du palettiseur se fera en ligne.



Vue Alarmes Le pupitre opérateur déclenche une alarme lorsqu'un certain bit est mis à 1 dans l'automate. Pour cela, nous avons configuré des alarmes TOR dans notre logiciel TIAPORTAL.

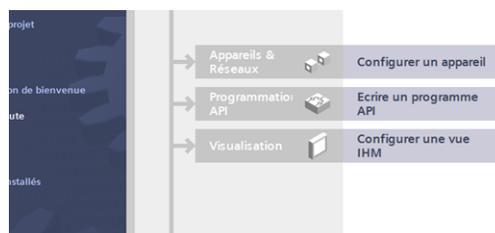


Travaux pratiques

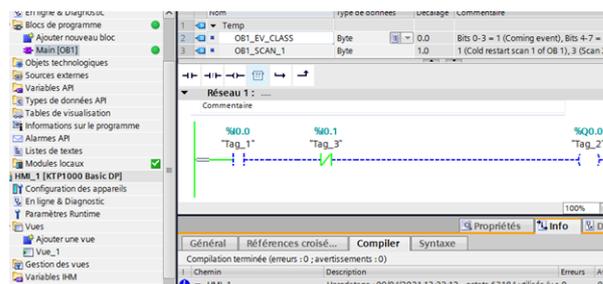
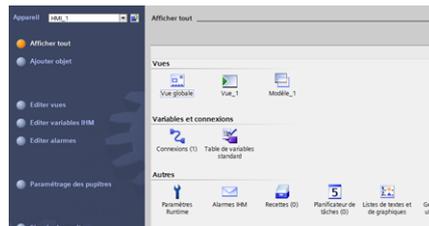
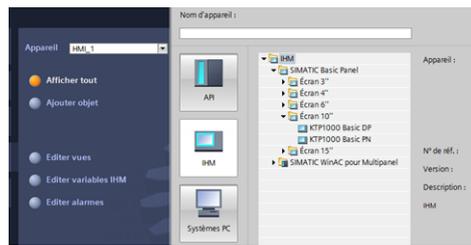
TP1 :Initiation à la supervision/Thème : Commande d'un moteur

But du TP Dans ce TP, nous allons s'initier à la conception d'une interface Homme-Machine (IHM) en intégrant les variables d'un programme Step7 et en réalisant une liaison entre l'API et l'interface. L'objectif est donc de réaliser un programme en LADDER (CONT) et de lui associer un IHM dans le but de superviser le fonctionnement par écran de commande. La station Simatic-300 va piloter l'automatisme de notre exemple avec la CPU-312C et la simulation sur PLCSIM (MPI). L'écran est le KTP1000 Basic DP 10" Logiciels : Simatic manager step7, wincc, TiaPortal

NB : Compte rendu : Non. La notation se fera durant la séance de TP sur la base des manipulations et des résultats pratiques. Créer un nouveau projet et choisir (configurer une vue IHM) Choisir un écran de supervision, soit L'écran KTP1000



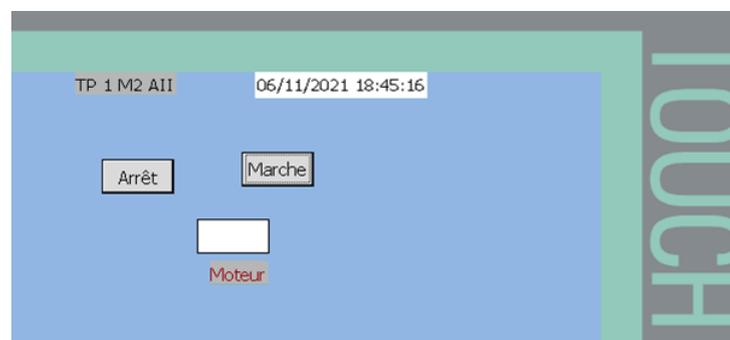
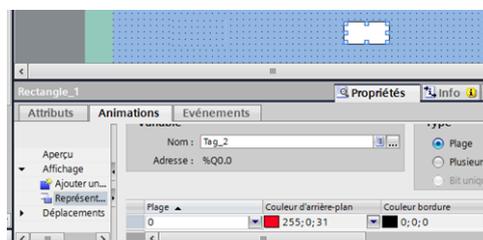
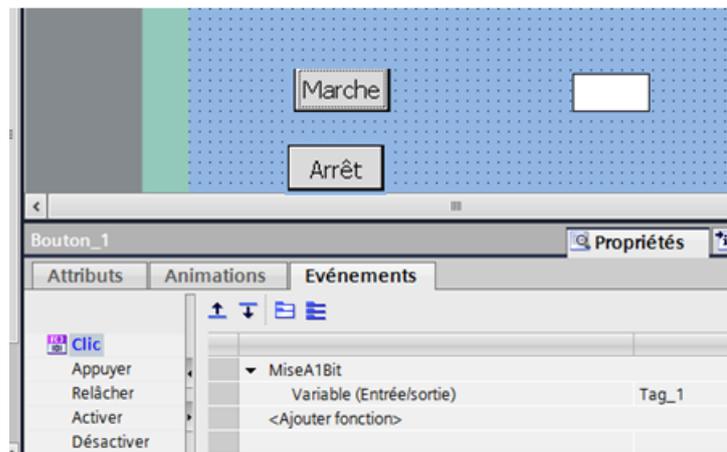
Basic DP 10" Valider votre choix et afficher tout et appuyer sur vue 1 Compléter votre IHM avec les éléments (2 boutons et un rectangle) Ajouter à votre projet un appareil, API avec la CPU 312C et programmer le réseau suivant Affecter les variables de votre programme aux boutons et au rectangle en appuyant sur (clic)



et respectivement la fonction (mise à 1) et Tag 2 pour le 1 er bouton et la fonction (RAZ) et Tag 2 pour le 2ème bouton. Même chose avec le rectangle, dans animations, affichage, représentation affecter la variable Tag 2 et 0 pour la rouge, cocher (plusieurs bits) et clignotant (oui) Charger le programme et simuler. La commande se fera par l'IHM via les boutons.

TP2 : IHM de supervision/Thème : Système de remplissage

Important Le TP doit être fait avec la plus grande minutie, le grafcet doit répondre au cahier de charges, l'IHM doit s'approcher le plus possible du système réel. Aucun résultat dupliqué ne sera accepté et le binôme concerné sera sanc-

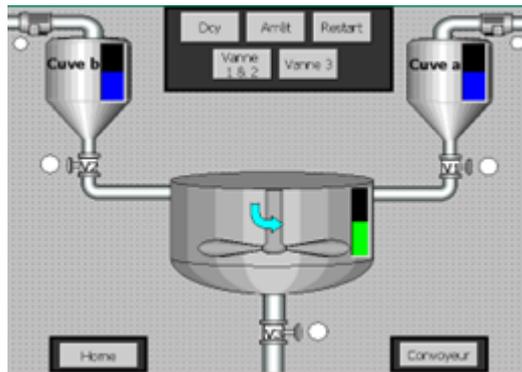


tionné.

NB : Compte rendu : Oui. La notation se fera sur durant la séance de TP sur la base des manipulations et des résultats pratiques et du contenu du compte-rendu.

But du TP Concevoir une interface homme-machine (IHM) à l'aide du logiciel Tia Portal. Pour créer une interface graphique, nous allons prendre un exemple un système de remplissage de barils qui se compose de 2 parties : la partie cuve a et b ainsi que la partie convoyeur (voir la présentation des étudiants 2018 – 2019 :

Mini-projet / Derradji et Dris disponible sur l'espace de cours). NB : Certaines diapos ont été supprimées pour vous permettre donner vos résultats et interprétations.



Cahier de charges

- On appuie sur DCY1 .
- M1 et M2 commencent à remplir respectivement les cuves a et b.
- A tout moment on peut arrêter le remplissage en appuyant sur « arrêt ».
- En ouvrant les vannes 1 et 2, M1 et M2 s'arrêtent automatiquement, et le mélangeur se remplit.
- Dès que le mélangeur est rempli, M3 démarre pendant T secondes
- Après T secondes, M3 s'arrête.

- Après l'arrêt de M3, on peut ouvrir la vanne 3 pour évacuer le mélange.
- Le convoyeur ne démarrer pas tant que le nombre de barils voulu n'a pas été donné.
- Après avoir entré le nombre de barils voulu, on appuie sur DCY2 pour démarrer le convoyeur.
- Le baril arrive à la zone de remplissage, le convoyeur s'arrête.
- Le baril se remplit, le convoyeur redémarre.
- Dès que le baril est rempli, un baril vide apparaît pour refaire le même cycle.
- Le convoyeur s'arrête quand il a atteint la consigne donnée.

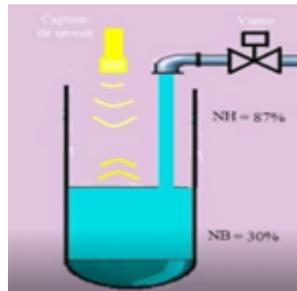
A faire

1. Décrire brièvement le fonctionnement de ce système de remplissage
2. Donner le grafcet correspondant
3. Donner le programme
4. Concevoir l'IHM correspondante

TP3 : Conception d'un système SCADA/Thème : Contrôle d'un niveau d'eau et commande d'une porte de garage

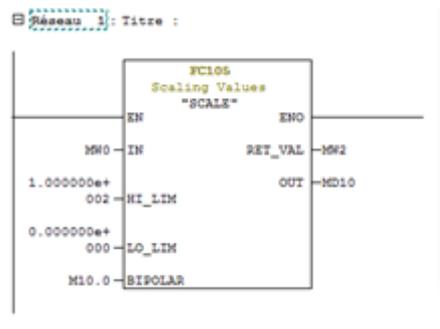
But du TP L'Objectif de ce TP est de programmer un système SCADA : Logiciels : Simatic manager step7, wincc, TiaPortal **NB** : Compte rendu : Oui. La notation se fera sur durant la séance de TP sur la base des manipulations et des résultats pratiques et du compte rendu. Ce TP doit se faire en binômes ou monômes (pas de trinômes)

Manipulation 1 Contrôle de niveau d'un liquide. station Simatic 300 va piloter l'automatisme de notre exemple avec la CPU 314C et la simulation sur PLCSIM (MPI). L'écran est le KTP1000 Basic DP 10". Pour la programmation, le modue



'Scale' doit être utilisé ainsi que des comparateurs. Le compte-rendu doit contenir :

- Introduction
- Cahier de charges
- Programmation en LADDER
- Résultats de simulation



Manipulation 2 Commande d'un garage automatique

Le garage automatique, appelé aussi garage électrique permet d'allier les aspects pratique, esthétique et sécuritaire en même temps. En quelques secondes, le garage s'ouvre et se referme sans aucun effort et sans avoir à sortir de son véhicule. L'objectif de cette manipulation est de concevoir un programme (CONT ou GRAPH) qui permettra de commander un « garage automatique » sans qu'une intervention humaine ne soit nécessaire, du moins, pas d'une manière directe mais via une télécommande. IL est aussi demandé d'élaborer son cahier de charges détaillé en précisant les variables utilisées et son grafcet PO et PC, concevoir l'IHM

correspondante et simuler.



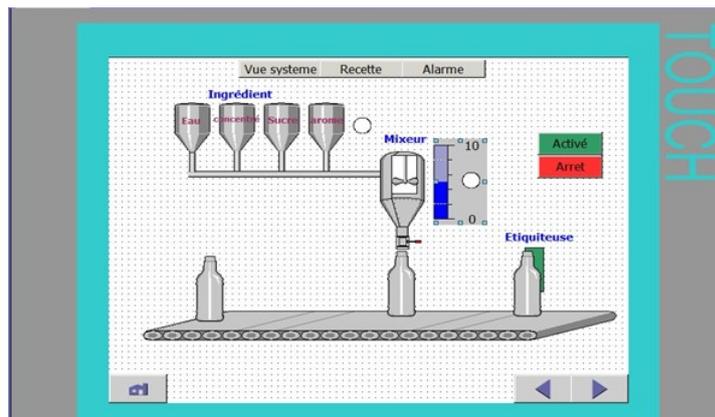
TP4 : IHM de supervision sur TiaPortal/Système de production industrielle

But du TP Le but de ce TP est de concevoir une interface homme-machine (IHM) à l'aide du logiciel TIA Portal. Pour créer une interface graphique, nous allons prendre un exemple de l'installation de production du jus. L'objectif est donc de permettre aux étudiants de s'initier à la supervision industrielle sur TIA portal.

NB : Compte rendu : Oui. La notation se fera sur durant la séance de TP sur la base des manipulations et des résultats pratiques et du contenu du compte-rendu.

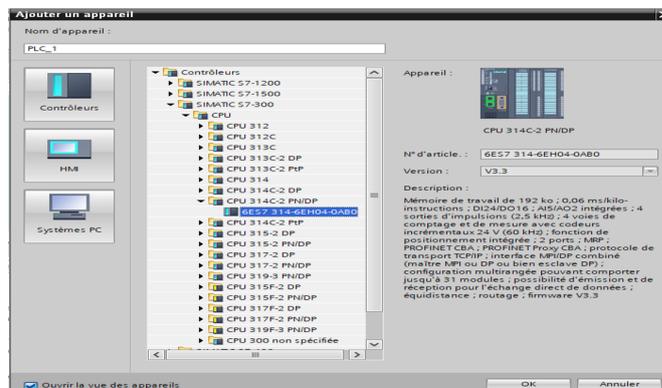
Maipulation Réaliser un programme en LADDER (CONT) et de lui associer un IHM dans le but est de superviser la production du jus. Les ingrédients nécessaires se trouvent dans quatre cuves. Ils sont dosés dans des mélangeurs puis transvasés. Un pupitre opérateur est installé sur la machine de production de jus de fruits et sert à la commander. La station Simatic-300 va piloter l'automatisme de notre exemple avec la CPU-314-C-2 PN/NP et la simulation sur PLCSIM (MPI). L'écran est le KTP1000 Basic DP 10''.

La figure suivante montre un aperçu de l'installation de production qu'on doit réaliser :

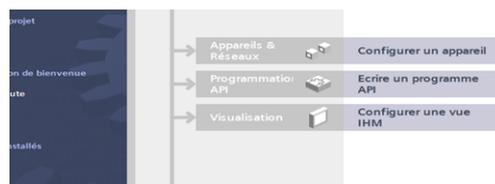


Création d'un projet

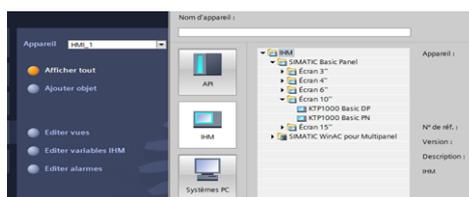
1. Démarrez Tia Portal.
2. Aller à la rubrique ajouter un appareil, et choisissez la station Simatic-300 en utilisant avec la CPU-314-C-2 PN/NP) afin de réaliser le programme de ce système en langage LADDER



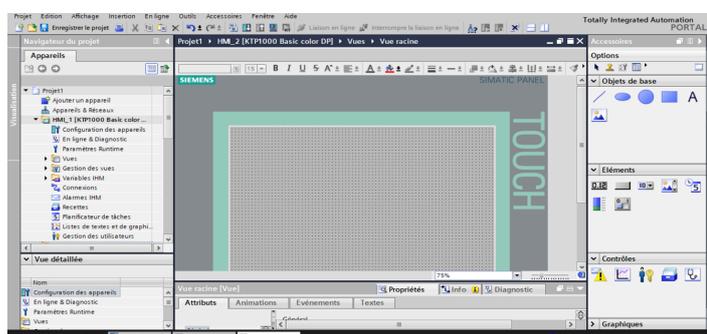
3. Créer un nouveau projet et choisir (configurer une vue IHM).



4. Choisir un écran de supervision, soit L'écran KTP1000 Basic DP 10"



5. Entrez les informations relatives au projet. Cliquez sur « Terminer » le projet sera directement ouvert dans WinCC flexible Après avoir validé votre choix et afficher tout et appuyer sur vue1.



Création de l'interface

Dans la fenêtre 'outils' au côté droit, cliquez sur ' Graphique ' et ouvrez

1. « Conveyors Misc » et insérez un tapis roulant.
2. « tanks » et tank4.
3. «Pipes» et insérez long vertical pipe.
4. « tanks » et insérez tank with rivets2.
5. « mixers » et insérez mixer blade.
 - a Animation du mixeur
 - o Insérez un rectangle dans objet simple et déposer sur lui le mixeur.
 - o Cliquez sur le rectangle et la fenêtre de propriété s'affiche
 - o Cliquez sur animation puis représentation

- o Associer une variable en cliquant sur 'variable' puis 'nouveau', choisissez le nom de la variable : « Mixeur ».
- b Animation de la vanne mixeur**
- o Insérez un rectangle dans objet simple et déposer sur lui la vanne.
 - o Cliquez sur le rectangle et la fenêtre de propriété s'affiche
 - o Cliquez sur animation puis représentation
 - o Vanne Mixeur et type booléen
6. Le dossier de Graphiques WinCC flexible insérez Glass bottle (no cap).
- a Animation de la 1ère bouteille**
- o Cliquez sur la bouteille et la fenêtre de propriétés s'affiche
 - o Cliquez sur animation puis déplacement horizontal
 - o Associer une variable en cliquant sur 'variable' puis 'nouveau' choisissez le nom de la variable : Position-bout type Int.
 - o Cliquez sur visibilité et entrez une variable : visibilité-B1 et type Booléen.
- b Animation de la 2ème bouteille**
- o Sélectionnez la 2ème bouteille placée à la destination finale de la 1ere bouteille.
 - o Sélectionnez visibilité et entrez une variable : « visibilité-B2» de type booléen.
- c Animation de la 3ème bouteille**
- o Sélectionnez la 3ème bouteille et placez-la à proximité de l'étiquetteuse.
 - o Associer une variable : « Position-bout1 » et le type « int».
 - o Sélectionnez visibilité et entrez une variable : « visibilité-B3», de type booléen.
-

Dans la fenêtre 'outils', cliquez sur 'objet simple' et insérez

1. Un Bargraphe
 - o Dans la fenêtre des propriétés entrez '10' pour la valeur max.
 - o Associez à la valeur x du processus la variable : « compteur », de type « Real ».
Deux cercles pour présenter les témoins de control lumineux.
 - o Pour animer les témoins, cliquez sur clignotement dans la fenêtre des propriétés.
 - o Puis animation et entrez la variable : « variable8 » et « variable9 », de type booléen.
 - o Choisissez le type « bit » et entrez '0' et '1' comme plage de valeurs pour la variable et sélectionnez une autre couleur pour l'arrière-plan pour la plage '1'.
 2. Un rectangle pour représenter l'étiqueteuse et choisissez le vert pour l'arrière-plan et on associe la variable : « étiqueteuse » de type « bool ».
 3. Un champ E/S dans objet simple pour le compteur de bouteille et choisissez la variable : « compteur »
 4. Deux boutons pour mettre en marche ou Arrêt.
 - o Choisissez la couleur verte pour « Activé » et rouge pour « Arrêt »
 - o Dans la fenêtre des propriétés, cliquez sur « événement » puis « clic »
 - o Dans la liste de fonction cliquez sur « Edition Bit », choisissez « PositionnerBit » puis la variable : « Activation » de type « boolean »
 5. deux boutons
 - o On leur associe « Vue système » et « Alarme »
 - o Dans la fenêtre des propriétés cliquez sur « événement » puis « clic »
 - o Dans la liste de fonction cliquez sur « Vue » après « ajouter Vue » puis choisissez « Vue systeme ».
 - o Et pour les boutons « Alarme » choisissez « message ».
-

Configuration des alarmes

1. Dans la fenêtre du projet, sélectionnez « gestion des alarme » et ajouter « alarme TOR »
2. Entrez pour le texte « vanne-mixeur » puis sélectionnez « Erreur »
3. Pour la variable de déclenchement, insérez la variable « Alarme » de type « word »

Pour la configuration de l'affichage d'alarme

1. Créez une nouvelle vue et entrez le nom « message »
2. Dans la fenêtre à outils, sélectionnez « objet complexe » et ajoutez « vue des alarmes »
3. Dans la fenêtre des propriétés, sélectionnez « événement d'alarme » dans « général » Réalisation du programme en Ladder

Après la création de votre projet et la configuration votre IHM, réaliser le programme en langage LADDER de votre système et simuler le projet.

Résumé

Un système automatisé comprend une partie opérative (PO) et une partie commande (PC) qui dialoguent ensemble.

IHM (ou La console) , l'interface ou l'écran de supervision est une partie d'un système automatisé.

La PO regroupe l'ensemble des opérateurs techniques qui assurent et contrôlent la production des effets utiles pour lesquels le système automatisé a été conçu. C'est la PO qui agit directement sur la matière d'oeuvre pour lui apporter sa valeur ajoutée.

Un système de contrôle industriel doit répondre à certaines exigences Définir et implanter les interfaces hommes/machines permettant la conduite et le pilotage de la production (supervision) Définir, implanter les règles de commande d'un système à partir de la connaissance du comportement dynamique du procédé à automatiser et des objectifs à atteindre Définir et implanter un système d'information permettant les échanges entre le système automatisé et les systèmes de gestion de l'entreprise

La PC est composée généralement d'Automates Programmables Industriels (API), μ -ordinateurs industriels ou des cartes électroniques à μ p ou à μ -contrôleurs. Elle est destinée à traiter les informations afin d'assurer les fonctionnalités suivantes : traitement (logiciel)et dialogue (avec pupitre, console,...)

Sans les superviseurs

- Parcours de l'installation.
- Surveillance directe de procédé.
- L'opérateur se base sur des indices informels (bruits du moteur, température...).
- Pupitre classique.
- Panneaux synoptiques.

Avec les superviseurs

- Flexibilité de mode de présentation de l'information (courbes, graphiques, animations, fond,...).
- Mémorisation des variables de procédé.
- Perception de l'information en temps réel.
- Traitement des alarmes.

Fonctionnalités d'un système SCADA L'objectif du système SCADA est de mener une conduite réactive de processus. On peut citer les fonctionnalités suivantes :

- L'envoi de consignes vers le procédé dans le but de provoquer son évolution.
 - L'acquisition de mesures ou de comptes rendus permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets escomptés.
 - L'acquisition de mesures ou d'informations permettant de reconstituer l'état réel du procédé et/ou du produit.
 - La recherche des causes de l'apparition d'un fonctionnement ne correspondant plus à ce qui est attendu.
 - L'envoi vers le procédé d'ordres prioritaires permettant de déclencher des procédures de sécurité (arrêts d'urgence par exemple)
 - La recherche des conséquences de l'apparition d'un fonctionnement non
-

prévu ou non contrôlé

- L'élaboration de solutions permettant de pallier le fonctionnement non prévu
 - La modification des modèles utilisés pendant le fonctionnement prévu pour revenir à ce fonctionnement : changement de la commande, réinitialisations, relaxation de contraintes, etc.,
 - La collaboration avec les opérateurs humains pour les prises de décision critiques, pour le recueil d'informations non accessibles directement et pour l'explication de la solution curative envisagée ou appliquée.
-

Bibliographie

1. Ronald L. Krutz *Securing SCADA Systems*, Wiley, 2005.
 2. Stuart A. Boye, *Scada : Supervisory Control And Data Acquisition*, ISA ;
Édition : 4th Revised edition, 2009.
 3. Robert Radvanovsky et Jacob Brodsky, *Handbook of SCADA/Control Systems Security*, Second Edition, CRC Press ; 2016
 4. William Shaw, *Cybersecurity for Scada Systems*, PennWell Books, 2006.
 5. William Bolton, « *Les automates programmables industriels* », 2e éd, Dunod, 2015.
 6. *Guide des solutions d'automatisme*, Publications techniques, Schneider, 2008
 7. John R. Hackworth and Frederick D. Hackworth, Jr. *Programmable Logic Controllers : Programming Methods and Applications*, Ed, Prentice Hall, 2004.
 8. L. A. Bryan, E. A. Bryan, *Programmable Controllers Theory and Implementation : Theory and Implementation*, Amer Technical Pub ; 2 Sub edition, 2003.
 9. Madhuchhand Mitra and Samarjit Sengupta, *Programmable Logic Controllers and Industrial Automation : An Introduction*, Penram International Publishing, 2009.
 10. Frank Petruzella *Programmable Logic Controllers 5th Edition*, McGraw-Hill Education ; 5 edition, 2016.
-

-
11. Max Rabiee Programmable Logic Controllers : Hardware and Programming 3rd Edition, Goodheart-Willcox ; 3 edition, 2012.
 12. William Bolton Programmable Logic Controllers, Sixth Edition 6th Edition, Newnes ; 6 edition, 2015.
 13. C.Dridi, A.Kasri, Automatisation et supervision d'une remplisseuse semi-automatique au niveau de COJEK CEVITAL, mémoire de master2 automatique encadré par Dr.Bellahsene (UAMB) et L.Ayadi (COJEK CEVITAL) 2021
 14. S.Bouaich, M.Azzoug, Automatisation et Supervision des convoyeurs au niveau de Cevital, mémoire de master2 automatique encadré par Dr.Bellahsene (UAMB) et Farid Sebane (CEVITAL) 2021
 15. A.Benchegra, K.Amzal, Automatisation du système de commande du terminal OHANET au niveau de Sonatrach, mémoire de master2 automatique encadré par Dr.Bellahsene (UAMB) et Farah Faris (Sonatrach) 2022
-