الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Département : Génie électrique Et Informatique Industrielle

Mémoire de master en
Télécommunications
Electronique

Spécialité
Systèmes de télécommunications et réseaux
Systèmes embarqués

Etude sur l'utilisation du système SCADA dans les usines de production d'hydrocarbures

Réalisé par

ALLALI MOHAMED AMINE
BOULKABOUL OUAIL

Présent(e) et soutenue publiquement le (04/07/2022)

Composition du Jury :

Président	M. TOUFIK BOUDIAR	M.C.A	E.N.S.T
Promoteur	M. ABDELLAH KACI	M.C.A	E.N.S.T
Examinateur	Mme. DJAMILA BENDOUDA	M.C.B	E.N.S.T

Année universitaire 2021 –2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions dieu tout puissant d'avoir donné la force, le courage et la volonté de pouvoir mener à bien ce travail.

Nous aimerions exprimer toute notre gratitude à Monsieur ABDELLAH KACI, d'avoir accepté de nous encadrer dans notre mémoire de master. Nous le remercions pour son écoute attentive et ininterrompue, pour sa patience, et surtout pour sa confiance, ses remarques, sa bienveillance et ses conseils pertinents tout au long de la rédaction de ce mémoire.

Merci également au corps professoral et administratif du département de Génie Electrique et d'Informatique Industrielle de l'Ecole National Supérieure de Technologie pour leur enseignement riche et de qualité et leurs efforts pour offrir aux étudiants une formation à la pointe de la technologie.

Nous souhaitons remercier l'ensemble de membres de notre jury d'avoir accepté de juger et d'évaluer ce travail de fin d'étude, mais aussi pour avoir passé du temps dans la lecture de ce mémoire.

Nous tenons également à remercier nos familles et nos amis pour leur soutien inconditionnel et leur présence continue.

Enfin, nos sincères remerciements vont également à toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à la rédaction de ce mémoire.

Tables des matières

Remerciements

Tables des figures ..... *I*

Liste des abréviations ..... *II*

Introduction générale *1*

CHAPITRE I : Généralités sur les systèmes de supervision

I.1 Introduction *2*

I.2 Définition de supervision *2*

I.3 Supervision de production *2*

I.4 Principaux atouts des systèmes de supervision *3*

I.5 Définition du système SCADA *3*

I.6 Conclusion *4*

CHAPITRE II : Description du système SCADA

II.1 Introduction *5*

II.2 Comparaison des termes SCADA, DCS et PLC *5*

II.3 Les différents éléments du système SCADA *6*

II.3.1 Unité terminale distante (RTU) *6*

II.3.1.1 Processeur de contrôle (ou CPU) *7*

II.3.1.2 Interface(s) de communication *8*

II.3.1.3 PLC utilisé comme RTU *8*

II.3.2 La station maître (The master station) MTU *9*

II.3.3 Communication dans un système SCADA *10*

II.3.3.1 Les manières de communications *11*

II.3.3.2 Protocoles de communications *11*

II.3.3.3 Protocole de communication RS232 ..... *13*

II.4 Conclusion *14*

CHAPITRE III : SCADA dans la gestion de production des hydrocarbures

III.1 Introduction *15*

III.2 Les techniques Utilisée dans un système de supervision SCADA de production des Hydrocarbure *15*

III.2.1 Acquisition de données *15*

III.2.2 Surveillance *15*

III.2.3 Diagnostic *16*

III.2.4 Aide à la décision 16
III.2.5 Maintenance 16
III.3 Objectifs du système SCADA dans la production des hydrocarbures 16
III.4 Architecture générale du système SCADA 18
III.4.1 Premier niveau 18
III.4.2 Deuxième niveau 19
III.4.3 Troisième niveau 19
III.5 Conclusion 20
Conclusion générale 21
Bibliographie 22

Tables des figures

Figure 1 Schéma global de la supervision 2
Figure 2 Système SCADA classique 4
Figure 3 Communication des automates programmables (PLC) 6
Figure 4 Schéma général d'un MTU 10
Figure 5 Architecture de communication dans un système SCADA 11
Figure 6 Méthode de communication MODBUS 12
Figure 7 Architecture de communication de protocole DNP3 13
Figure 8 Communication avec RS-232 13
Figure 9 SCADA au niveau de puits.....18
Figure 10 Architecture générale du système SCADA 19

Liste des abréviations

Dans cette partie, un ensemble d'abréviations et d'acronymes sera utilisé et dont les significations sont comme suit :

- **SCADA :** Supervisor Control And Data Acquisition
- **RTU :** Remote Terminal Unit
- **MTU :** Master Terminal Unit
- **PLC :** Programmable Logic Controler
- **LAN :** local Area Network
- **WAN :** Wide Area Network
- **MAN :** Metropolitan Area Network
- **IHM :** Interface Homme-Machine
- **IED :** Intelligent Electronic Device
- **IOT :** Internet Of Things
- **DCS :** Distributed Control Cystem
- **CPU :** Central Processing Unit
- **VHF :** Very High Frequency
- **UHF :** Ultra High Frequency
- **DNP** : Distributed Network Protocol
- **MES :** Manufacturing Execution System
- **ERP** : Enterprise Resource Planning
- **FGS** : Field Gathering Station

Introduction générale

Les systèmes SCADA est très utilisée dans l'industrie de 4ème génération (Industrie 4.0), pour fournir des mécanismes de contrôle et d'acquisition des données de production.

Dans les usines de production des hydrocarbures et industriels modernes ont souvent besoin de télémétrie pour connecter les équipements et les systèmes séparés par de grandes distances. Cela peut aller de quelques mètres à des milliers de kilomètres. La télémétrie est utilisée pour envoyer des commandes, des programmes et recevoir des informations de surveillance à partir de ces emplacements distants. SCADA signifie télémétrie et acquisition de données combinées. Un système SCADA consiste à collecter des informations, à les transmettre à un site central, à effectuer toutes les analyses et vérifications nécessaires, puis superviser ces informations.

La performance des usines est déterminée par plusieurs paramètres, notamment l'efficacité, la qualité, la sécurité, la disponibilité, le coût et la productivité. Les systèmes de production doivent être efficaces et ne pas avoir beaucoup de problèmes techniques. Selon les décideurs de l'usine, ils investissent dans l'amélioration des unités de production car ils pensent que l'amélioration des performances de la machine favorise la continuité de fonctionnement. Les IHM de surveillance en temps réel et les connexions sans fil sont désormais indispensables pour cette industrie.

Dans ce mémoire, où on va faire une étude sur l'utilisation du système SCADA dans les usines de production d'hydrocarbures. Notre travail est divisé comme suit : Dans le premier chapitre, nous présentons des généralités sur les systèmes de supervision en générale et définir le système SCADA. Le chapitre suivant, nous décrivons le système SCADA et ses éléments. Le dernier chapitre, nous expliquons comment ce système est utilisé pour la gestion efficace de la production des hydrocarbures et proposer une architecture générique pour l'acquisition et la transmission des données pour assurer le contrôle de la production des hydrocarbures. Enfin, nous terminons par une conclusion générale.

CHAPITRE I

Généralités sur les systèmes de supervision

I.1 Introduction

L'industrie 4.0 est utilisée de manière interchangeable avec la quatrième révolution industrielle et représente une nouvelle étape dans l'organisation et le contrôle de la chaîne de valeur industrielle. [1]

La supervision est une technique importante dans les usines de production d'hydrocarbures. Dans ce présent chapitre, Nous allons présenter des généralités sur la supervision et définir le SCADA qu'est un système de supervision.

I.2 Définition de supervision

La supervision est une technique industrielle de surveillance et de contrôle informatique des processus de fabrication automatisés. Il s'agit de l'acquisition de données (mesures, alarmes, retour d'état de fonctionnement) et de paramètres de contrôle de processus qui sont généralement délégués à des PLCs.

I.3 Supervision de production

Au niveau de la supervision, toute description de processus qui fournit une connaissance préalable de ses caractéristiques et de ses fonctions constitue un modèle de processus. Cela permet de comparer l'évolution du processus réel en surveillant les valeurs mesurées avec la description théorique fournie par le modèle. [3]

Les résultats de cette comparaison détectent le bon ou le mauvais fonctionnement du processus. On peut considérer un modèle comme une méthode de validation du bon fonctionnement du procédé et de détermination des écarts par rapport aux conditions de fonctionnement attendues. La surveillance des processus traite les données disponibles en ligne pour obtenir leur statut opérationnel. [4]

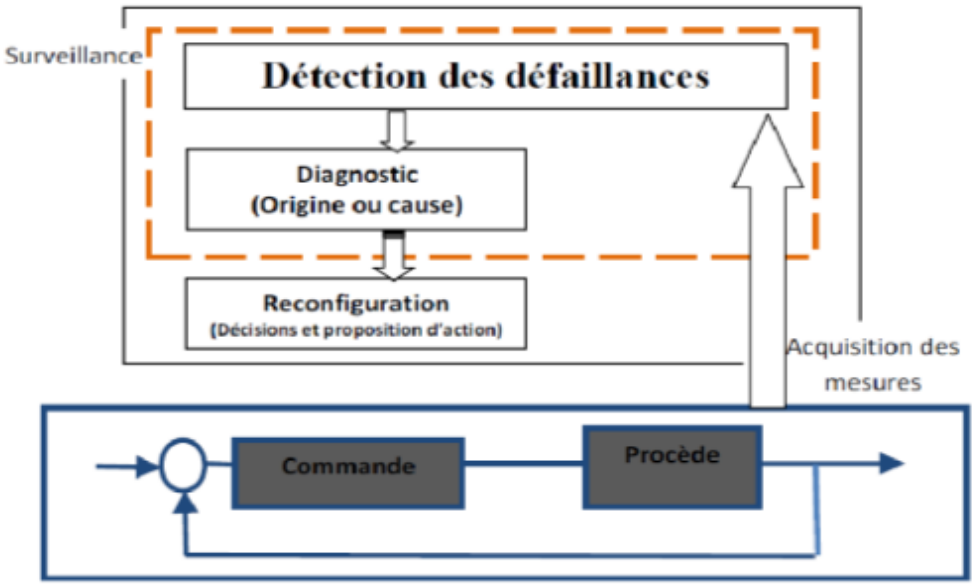


Figure 1 Schéma global de la supervision [4]

- ✓ La détection des défaillances : comprend l'identification des changements ou des écarts dans les mesures de processus par rapport au fonctionnement normal qui entraînent des symptômes.
- ✓ Le diagnostic : comprend la détermination de l'origine et/ou de la cause des symptômes qui peuvent être détectés. A ce stade, le système doit être capable de Décidez quand un processus est dans un état sain et quand des mesures correctives doivent être prises.
- ✓ La reconfiguration : L'action corrective correspond à l'étape de reconfiguration des commandes pour remettre le procédé en mode de fonctionnement normal

I.4 Principaux atouts des systèmes de supervision

Les outils de supervision s'adressent à tous les industriels qui ont besoin de contrôler et de visualiser leurs équipements.

Le principal outil d'un système de supervision est l'outil graphique qui fournit tout le nécessaire pour représenter les processus concerné. Le deuxième c'est la collecte des données en temps réel pour l'atteinte d'objectifs de production (quantité, qualité, traçabilité, sécurité…), ensuite les archiver dans une base de données pour les traiter.

Des traitements internes initiés par des déclencheurs multiples (temporels, changement d'état, équation combinatoire, ouverture d'une fenêtre…etc.) permettent d'appliquer des premiers niveaux de traitement informatique plus ou moins évolués.

La gestion de la sécurité pour le contrôle d'accès aux applications est généralement proposée. [5]

I.5 Définition du système SCADA

SCADA est un acronyme pour Supervision Control and Data Acquisition. Ce système est utilisé pour surveiller et contrôler une usine ou de l'équipement dans des industries telles que les télécommunications, l'énergie, le raffinage du pétrole et du gaz transport. Il englobe le transfert de données entre un centre SCADA ordinateur hôte et un certain nombre d'unités de terminal à distance (RTU) et/ou automate programmable (PLC), et l'hôte central et les terminaux de l'opérateur. Le SCADA recueille de l'information (en cas de fuite sur un pipeline), transfère l'information à un site central, puis avertit la station d'attache qu'une fuite a s'est produite, en effectuant les analyses et les contrôles nécessaires, comme déterminer si la fuite est critique, et d'afficher l'information de manière logique et organisée. Ce système peut être relativement simple, comme celui qui surveille les conditions environnementales d'une petite immeuble de bureaux, ou très complexe, comme un système qui surveille toutes les activités dans un centrale nucléaire ou l'activité d'un réseau d'aqueduc municipal.
Aujourd'hui, de nombreux systèmes sont surveillés en utilisant l'infrastructure de la zone locale de l'entreprise Réseau (LAN)/Réseau étendu (WAN). Les technologies sans fil sont maintenant largement déployées à des fins de surveillance. [6]

Les systèmes SCADA comprennent :

• Un ou plusieurs dispositifs d'interface de données de terrain, habituellement des RTU, ou PLC, qui interagissent avec des dispositifs de détection de champ et des boîtiers de commande locaux et des actionneurs de vannes.

• Système de communication utilisé pour transférer des données entre les dispositifs d'interface de données de terrain et les unités de contrôle et les ordinateurs de l'hôte central SCADA. Le système peut être radio, téléphone, câble, satellite, etc., ou toute combinaison de ceux-ci.

• Un ou plusieurs serveurs de l'ordinateur hôte central (parfois appelés Centre SCADA, Station maître ou Master Terminal Unit (MTU))

Un ensemble de logiciels standard et/ou personnalisés (appelés interface homme-machine IHM) utilisés pour fournir l'hôte central SCADA et l'application terminal de l'opérateur, soutenir le système de communication, et surveiller et contrôler les dispositifs d'interface de données de terrain situés à distance.

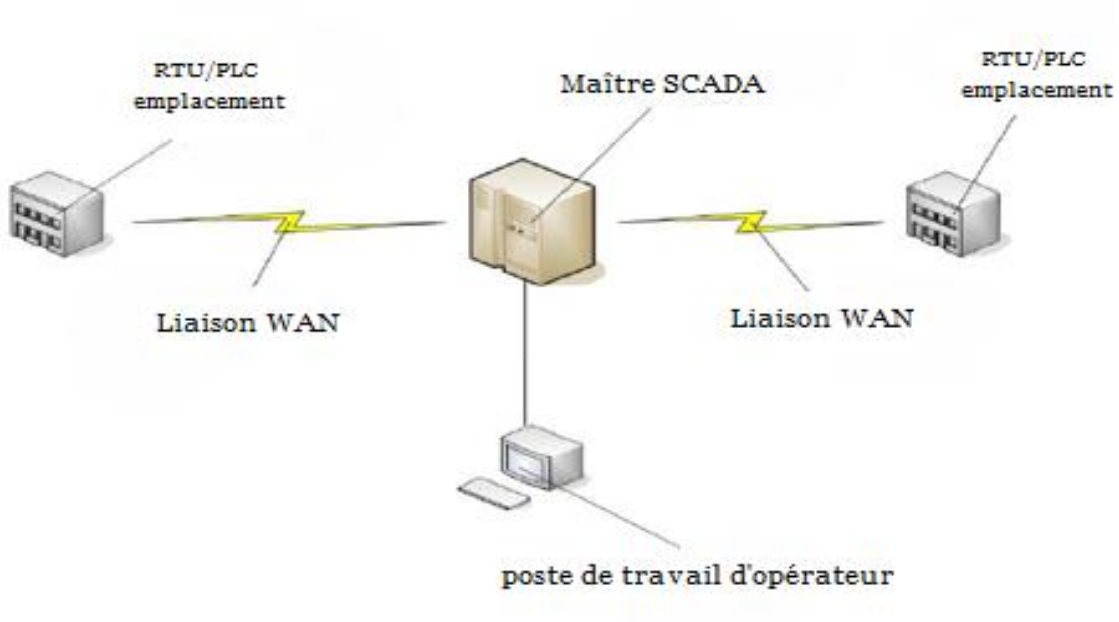


Figure 2 Système SCADA classique [2]

I.6 Conclusion

Le cœur de notre thème étant lié directement au nouveau moyen de SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) qui est la supervision à distance nous avons consacré ce chapitre à la présentation de cette technologie, son origine.

Dans ce chapitre, nous avons présenté des généralités sur les systèmes de supervision. Le chapitre suivant sera consacré à la description de fonctionnement du système SCADA qu'est un système de supervision, leurs éléments et la communication dans ce système.

CHAPITRE II

Description du système SCADA

II.1 Introduction

SCADA désigne la combinaison de la télémétrie et de l'acquisition de données. SCADA englobe la collecte des informations, leur transfert vers le site central, effectuer toutes les analyses et contrôles nécessaires, puis afficher ces informations sur un nombre d'écrans ou d'affichages de l'opérateur.

Les premiers systèmes « SCADA » ont utilisé l'acquisition de données par des panneaux de compteurs, des feux et des enregistreurs à bandes. L'opérateur actionne manuellement différents boutons de commande ont exercé la surveillance. Ces dispositifs étaient et sont encore utilisés effectuer le contrôle de surveillance et l'acquisition de données sur les centrales, les usines et la production d'électricité installations.

Dans ce chapitre, nous allons définir et expliquer ce système et ses différents éléments.

II.2 Comparaison des termes SCADA, DCS et PLC

Le mot télémétrie désigne le transfert de données de mesure à distance à une station centrale de contrôle sur une liaison de communication. Ces données de mesure sont normalement collectées en temps réel (mais pas nécessairement transférées en temps réel). Les termes SCADA, DCS et PLC sont toutes des applications du concept de télémétrie.

Comme pour les systèmes SCADA, les systèmes de contrôle distribués (DCS) sont généralement utilisés dans les usines et situés dans une zone plus restreinte. Ils utilisent un moyen de communication à haut débit, tels que le réseau local LAN (Local area network). [6]

- ✓ Un système SCADA (ou système de contrôle de surveillance et d'acquisition de données) signifie un système consistant en un certain nombre d'unités terminales distantes (ou RTU) collectant des données de terrain connectées retour à une station maître via un système de communication. La station données acquises et permet également à l'opérateur d'effectuer des tâches de télécommande. SCADA a la connotation de fonctionnement à distance.

Aujourd'hui, la fiabilité du matériel est moins problématique, mais la complexité croissante des logiciels engendre de nouveaux défis. Il convient de noter en passant que de nombreux opérateurs jugent un système SCADA non seulement par le bon fonctionnement des RTU, des liaisons de communication et du poste maître (tous relevant du système SCADA) mais aussi par les dispositifs de terrain (capteurs et dispositifs de contrôle).

- ✓ Dans un DCS, les fonctions d'acquisition et de contrôle des données sont exécutées par un certain nombre d'unités à base de microprocesseur distribué situé à proximité des dispositifs contrôlés à partir duquel les données sont

recueillies. Les systèmes DCS ont évolué pour devenir des systèmes offrant une capacité de contrôle analogique (p. ex., boucle) très sophistiquée. Une interface homme-machine est prévue pour permettre facilement la configuration des systèmes et le contrôle de l'opérateur.

- ✓ Depuis la fin des années 1970, les automates ont remplacé les relais câblés avec une combinaison de logiciels logique à relais et des modules de sortie entrée électronique à l'état solide. Ils sont souvent utilisés dans la mise en œuvre d'une RTU d'un système SCADA car ils offrent une solution matérielle standard, dont le prix est très économique.

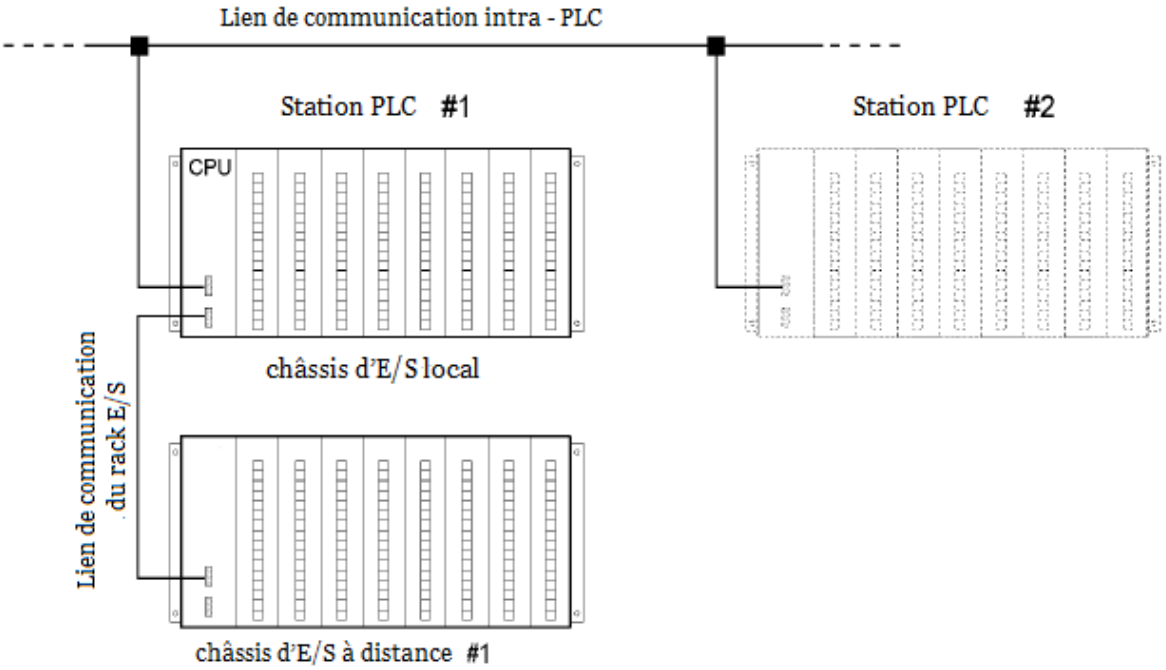


Figure 3 Communication des automates programmables (PLC) [6]

Les DCS et les PLC intelligents comme des variantes ou des composants du concept de base SCADA.

II.3 Les différents éléments du système SCADA

II.3.1 Unité terminale distante (RTU)

Une RTU (parfois appelée unité de télémesure à distance), comme son titre l'indique, est une unité autonome d'acquisition et de contrôle des données, généralement basée sur un microprocesseur, qui surveille et contrôle l'équipement à un endroit éloigné de la station centrale. Sa tâche principale est de contrôler et d'acquérir des données de l'équipement de traitement à distance et de transférer ces données vers une station centrale. Elle a généralement aussi la possibilité d'avoir ses programmes de configuration et de contrôle téléchargés dynamiquement à partir d'une station centrale.

Il y a aussi une installation à configurer localement par certaines unités de programmation RTU.

Bien que le RTU communique traditionnellement avec une station centrale, il est également possible de communiquer entre pairs avec d'autres RTU. Le RTU peut également servir de station relais (parfois appelée station de stockage et d'acheminement) vers un autre RTU, qui peut ne pas être accessible depuis la station centrale.

Les modules matériels de RTU comprennent :

• Processeur de contrôle et mémoire associée.

• Entrées/Sorties analogiques.

• Entrées/Sorties numériques.

• Interface(s) de communication.

• Alimentation électrique.

II.3.1.1 Processeur de contrôle (ou CPU)

Il s'agit généralement d'un microprocesseur (16 ou 32 bits). Capacité de mémoire totale de 256 Kbyte (extensible à 4 Mbyte)

Un processeur mathématique est un ajout utile pour tout calcul mathématique complexe. Ceci est parfois appelé un coprocesseur.

Ports de communication – généralement deux ou trois ports RS-232/RS-422/RS-485 pour :

• Interface avec le terminal de diagnostic.

• Interface avec le poste de l'opérateur.

• Liaison de communication avec le site central (p. ex. par modem).

Les LED de diagnostic fournies sur l'unité de commande facilitent le dépannage et le diagnostic des problèmes (tels que la défaillance de l'unité centrale/défaillance du module E/S, etc.).

Une autre composante, qui est fournie avec différents niveaux de précision, est une horloge en temps réel avec calendrier complet. L'horloge en temps réel est utile pour l'horodatage précis des événements.

Une minuterie de surveillance est également nécessaire pour vérifier que le programme RTU est exécuté régulièrement. Le programme RTU réinitialise régulièrement le temps de surveillance.

II.3.1.2 Interface(s) de communication

Le RTU doit être suffisamment flexible pour gérer plusieurs supports de communication comme :

• RS-232 : (Recommended Standard 232) est un protocole standard utilisé pour la communication en série, il est utilisé pour connecter l'ordinateur et ses périphériques (par exemple : modem) pour permettre l'échange de données en série entre eux.

En télécommunication, le processus d'envoi séquentiel de données sur un bus d'ordinateur est appelé communication série, ce qui signifie que les données seront transmises bit par bit.

• Lignes téléphoniques commutées/lignes fixes dédiées.

• Satellite.

• Radio par l'intermédiaire de canaux partagés/VHF/UHF/900 MHz.

II.3.1.3 PLC utilisé comme RTU

Un PLC ou un contrôleur logique programmable est un dispositif à semi-conducteurs informatisé qui contrôle l'équipement et les processus industriels. Il a d'abord été conçu pour exécuter les fonctions logiques exécutées par des relais, des commutateurs à tambour et des minuteries/compteurs mécaniques. Le contrôle analogique est maintenant une partie standard du fonctionnement du PLC.

L'avantage d'un PLC par rapport aux offres de RTU de divers fabricants est qu'il peut être utilisé dans un rôle général et peut facilement être mis en place pour une variété de fonctions différentes. [6]

La construction réelle d'un PLC peut varier considérablement et ne diffère pas nécessairement beaucoup de la généralisation sur la discussion de la RTU standard.

Les PLCs sont populaires pour les raisons suivantes : [6]

• Solution économique

PLC est une solution plus économique qu'une solution de relais câblé fabriquée par RTU.

• Polyvalence et flexibilité

Les PLCs peuvent facilement faire modifier leur logique ou leur matériel pour répondre aux exigences modifiées en matière de contrôle.

• Facilité de conception et d'installation

Les PLCs ont facilité la conception et l'installation des systèmes SCADA en mettant l'accent sur les logiciels

• Plus fiable

Lorsqu'ils sont correctement installés, les PLCs sont une solution beaucoup plus fiable qu'une solution de relais câblée traditionnelle ou des RTU de courte durée.

• Contrôle sophistiqué

Les PLCs permettent un contrôle beaucoup plus sophistiqué (principalement en raison de la capacité du logiciel) que les RTU.

• Compacité physique

Les PLCs prennent beaucoup moins de place que les solutions alternatives.

• Facilité de dépannage et de diagnostic

Les logiciels et les rapports clairs des problèmes permettent un diagnostic facile et rapide des problèmes matériels/micro logiciels/logiciels sur le système ainsi que l'identification des problèmes avec le système de processus et d'automatisation.

II.3.2 La station maître (The master station) MTU

La station centrale/principale peut être représentée comme ayant une ou plusieurs stations d'opérateur (connectées avec un réseau local) connectées à un système de communication composé d'un modem et d'un récepteur/émetteur radio. Il est possible d'utiliser un système de ligne fixe à la place du système radio, dans ce cas le modem sera directement relié à la ligne fixe.

Normalement, il n'y a pas de modules d'entrée/sortie reliés directement aux stations centrales, bien qu'il puisse y avoir une RTU située à proximité de la salle de commande principale.

Les caractéristiques qui devraient être disponibles sont les suivantes :

• Interface opérateur pour afficher l'état des RTU et activer le contrôle opérateur

• Journalisation des données des RTU

• Alarmes concernant les données de la RTU

Un poste maître a deux fonctions principales :

• Obtenir périodiquement des données de terrain auprès des RTU et des stations submaster.

• Contrôler les dispositifs à distance par le poste de l'opérateur.

Il peut également être nécessaire de mettre en place une station submaster. Il s'agit de contrôler les sites dans une région spécifique. La station submaster a les fonctions suivantes :

• Acquérir des données auprès des RTU de la région.

• Enregistrer et afficher ces données sur une station opérateur locale.

• Transmettre les données vers la station principale.

• Transmettre les demandes de contrôle de la station principale aux RTU de sa région

La station maître possède les fonctions suivantes :

- Établissement des communications avec une station de communication (Figure 5)

*Configurer chaque RTU avec une station de programmation (Figure 4).

*Initialiser chaque RTU avec les paramètres d'entrée/sortie.

*Télécharger les programmes de contrôle et d'acquisition de données à la RTU.

- Fonctionnement de la liaison de communication

*S'il s'agit d'un arrangement maître esclave, sonder chaque RTU pour obtenir des données et écrire à RTU.

*Enregistrer les alarmes et les événements sur un espace de stockage.

*Relier automatiquement les entrées et les sorties aux différentes RTU.

- Diagnostics

*Fournir des informations diagnostiques précises sur la défaillance de la RTU et les problèmes possibles.

*Prévoir les problèmes potentiels tels que les surcharges de données.

Dans la station maître, généralement la communication entre le modem et la station de communication est assuré avec le protocole RS232. La figure ci-dessous montre le schéma d'un MTU général et les différents postes opérateurs (ils sont connectés au même réseau local) :

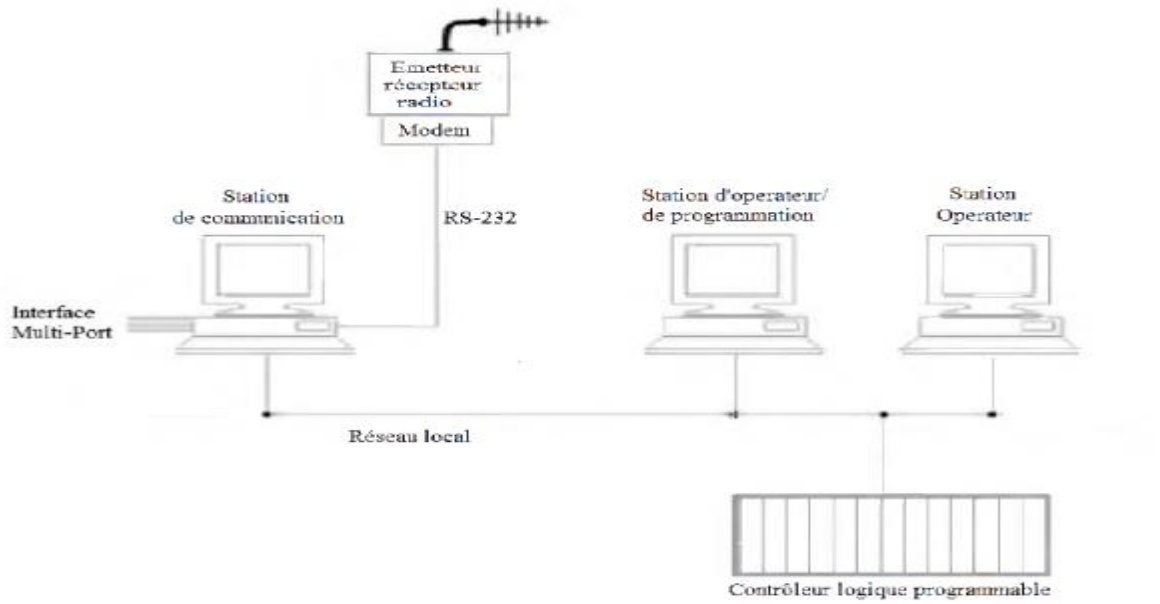


Figure 4 Schéma général d'un MTU [6]

II.3.3 Communication dans un système SCADA

Il existe différentes méthodes de communication pour un système SCADA, la communication point à point, c'est la liaison entre deux nœuds (un nœud maître et un autre nœud esclave), la seconde méthode se compose d'un nœud maître et de plusieurs multipoints des nœuds esclaves. Une architecture des différents types de communication est montrée sur la figure suivante :

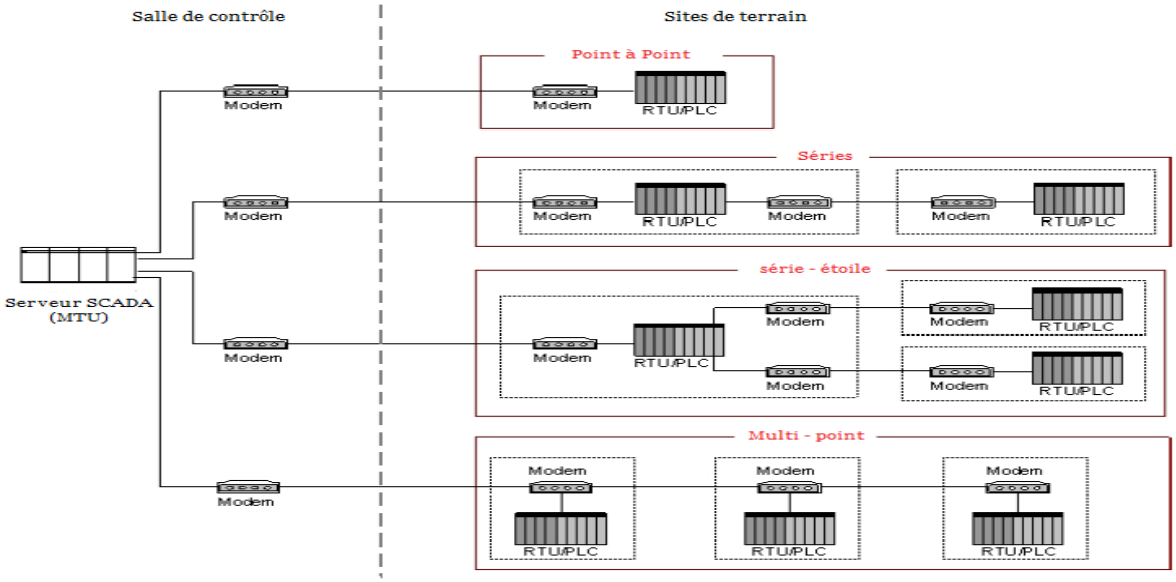


Figure 5 Architecture de communication dans un système SCADA [7]

II.3.3.1 Les manières de communications

La communication peut être divisée en deux manières :

II.3.3.1.1 Approche Maitre-Esclave

Cette méthode peut être utilisée pour les systèmes de communication configurés en mode point à point ou multipoint, où l'hôte a un contrôle total sur le système de communication Comme il gère régulièrement les demandes de transfert de données des différents esclaves, ces derniers ne peuvent prendre l'initiative et ne peuvent que répondre aux requêtes du maître.

II.3.3.1.2 Approche pair à pair (peer to peer)

Cette méthode est adaptée à la communication entre une RTU et une autre RTU, elle est basée sur la capacité de chaque nœud du réseau à communiquer directement avec un autre nœud, sauf qu'il doit avoir le contrôle d'accès et les conflits du réseau, autrement dit, il doit être au début écouter avant de communiquer.

II.3.3.2 Protocoles de communications

Les protocoles de communication dans l'environnement SCADA ont évolué avec la nécessité d'envoyer et de recevoir des données souvent considérées comme critiques en temps réel sur de longues distances. Cette vision a conduit à plusieurs protocoles, dont nous développerons les plus couramment utilisés qui sont MODBUS et DNP3.

II.3.3.2.1 Protocole MODBUS

Le protocole MODBUS est un protocole de transfert de données qui gère le dialogue entre un maître et plusieurs stations (esclaves) dans une structure hiérarchisée (Figure 6), il permet de lire et d'écrire certaines valeurs.

- ✓ Le maître est le seul à pouvoir émettre des requêtes vers les stations.
- ✓ Les stations répondent au maître.

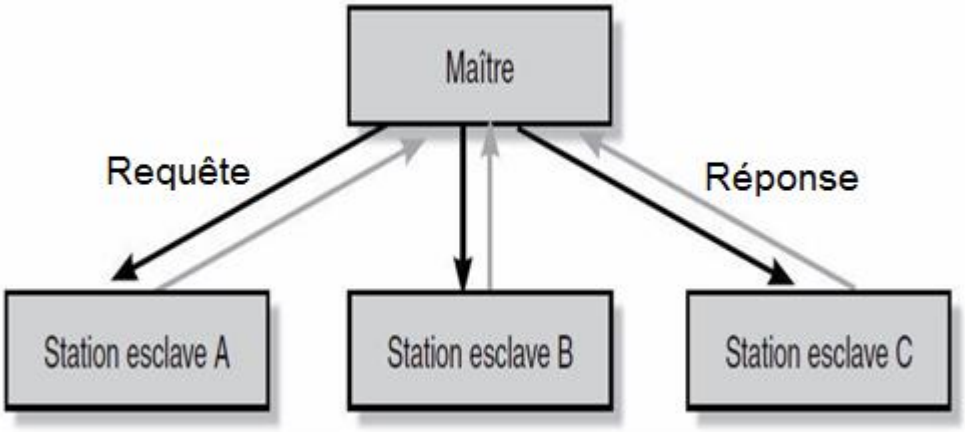


Figure 6 Méthode de communication MODBUS [8]

Une trame MODBUS comporte les champs suivants :

Adresse	Code Fonction	Données	CRC

*Adresse : n° d'esclave MODBUS (1 octet).

*Code fonction : définit le type d'échange (1 octet).

*Données (n octets) : contient les données relatives à la fonction. Pour une lecture : adresse et nombre de données à lire. Pour une écriture : adresse, nombre de valeurs et valeurs à écrire.

*CRC : champ de contrôle (2 octets).

Les trames sont généralement présentées en format hexadécimal.

II.3.3.2.2 Protocole DNP3

DNP3 (ou Distributed Network Protocol Version 3) est une norme de télécommunications qui définit les communications entre les stations maîtres, les unités de télémétrie à distance (RTU) et autres les dispositifs électroniques intelligents (IED). Il a été conçu pour assurer l'interopérabilité entre les systèmes des industries de l'électricité, du pétrole et du gaz, de l'eau/des eaux usées et de la sécurité. [9]

Il a été conçu spécifiquement pour les applications SCADA (contrôle de surveillance et acquisition de données). Cela implique l'acquisition d'informations et l'envoi de commandes de contrôle entre des dispositifs informatiques physiquement séparés. Il est conçu pour transmettre des paquets de données relativement petits de manière fiable avec les messages impliqués arrivant dans une séquence déterministe. Une architecture de différents types de communication pour ce protocole dans la figure (figure 7) suivante :

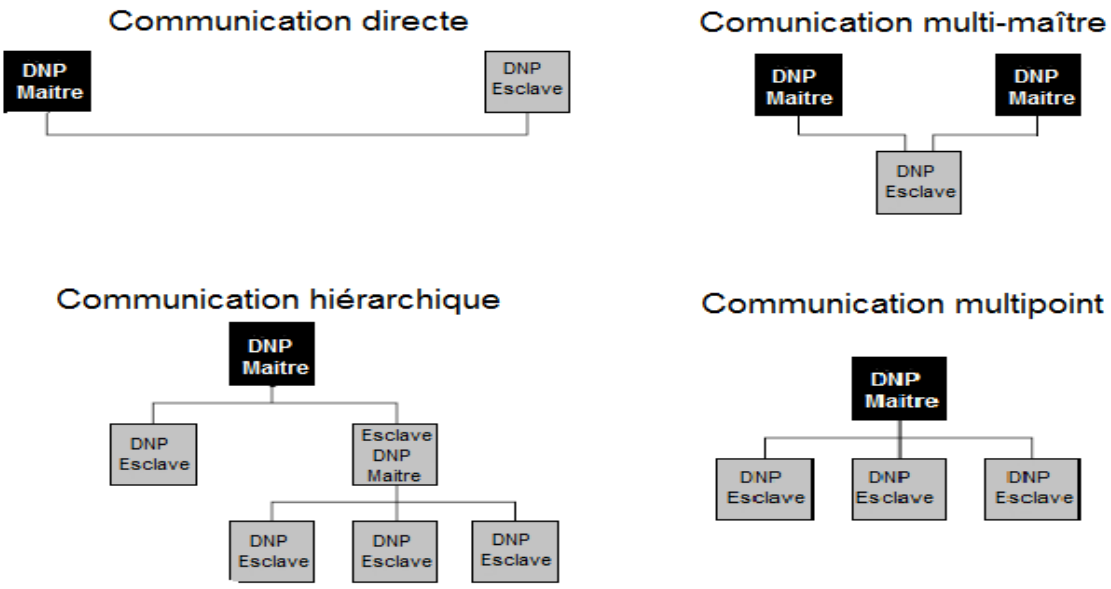


Figure 7 Architecture de communication de protocole DNP3 [9]

II.3.3.3 Protocole de communication RS232

RS232 (Recomended Standard) est un type de communication utilisé pour la communication en série, il est utilisé pour connecter l'ordinateur et ses périphériques pour permettre l'échange de données en série entre eux. Comme il obtient la tension pour le chemin utilisé pour l'échange de données entre les appareils. Il est utilisé dans la communication en série pour connecter l'équipement de transmission de données (DTE) et l'équipement de communication de données (DCE).

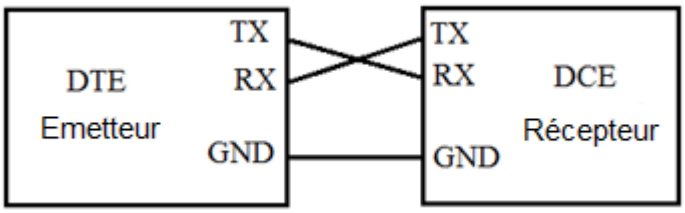


Figure 8 Communication avec RS-232 [13]

RS232 travaille sur la communication bidirectionnelle qui échange des données entre eux. Il y a deux appareils connectés l'un à l'autre, (DTE) l'équipement de transmission de données et (DCE) l'équipement de communication de données qui a les broches comme TXD (émission), RXD (réception), et RTS & CTS. Maintenant, à partir de la source DTE, le RTS (REQUEST TO SEND) génère la demande d'envoi des données. Ensuite, de l'autre côté DCE, le CTS (CLEAR TO SEND), efface le chemin pour recevoir les données. Après avoir définir un chemin, il donnera un signal à RTS de la source DTE pour envoyer le signal. Ensuite, les bits sont transmis de DTE à DCE. Maintenant, à partir de la source DCE, la requête peut être générée par RTS, et le CTS de DTE efface le chemin pour recevoir les données et donne un signal pour envoyer les données.

Applications de la communication RS232 :

* La communication série RS232 est utilisée dans le PC pour connecter le avec les modems, les radios .... etc.

* Il est également utilisé dans les s PLC car il est beaucoup moins cher.

* Il est toujours utilisé par certaines cartes de microcontrôleur.

* Il est utilisé dans une liaison qui contient un seul maître et un seul esclave dans une distance de 15m maximum. [13]

II.4 Conclusion

Ce chapitre qui est là, pour décrire le fonctionnement du système SCADA dans la production des hydrocarbures. On a déterminé les différents éléments de ce système qui sont RTU, MTU et la communication et ses protocoles comme protocole MODBUS et DNP3.

Dans le chapitre suivant, nous allons expliquer comment SCADA est utilisé pour la gestion efficace de la production des hydrocarbures ainsi de proposer une architecture générique pour l'acquisition et transmission de données pour contrôler la production des hydrocarbures.

CHAPITRE III

SCADA dans la gestion de production des hydrocarbures

III.1 Introduction

Les progrès réalisés dans l'instrumentation et les unités terminales distantes (RTU)/(PLC) ont rendu les solutions de contrôle des processus dans de nombreuses industries faciles à gérer et à utiliser en utilisant les avantages d'un système SCADA.

SCADA est populaire dans plusieurs applications comme les industries de procédés, le pétrole et le gaz, la production d'électricité, la distribution et les services publics, le contrôle de l'eau et des déchets, l'agriculture/irrigation, la fabrication, les systèmes de transport, et ainsi de suite [9]

Dans ce chapitre, nous allons étudier un système SCADA installé dans une usine de production des hydrocarbures. Ce chapitre nous permettra de présenter le rôle et l'utilisation des outils de supervision (SCADA) pour la gestion de la production d'hydrocarbure.

III.2 Les techniques Utilisée dans un système de supervision SCADA de production des Hydrocarbure

III.2.1 Acquisition de données

Dans la grande majorité des applications, le système d'acquisition de données (DAQ) est conçu non seulement pour acquérir des données, mais aussi pour y donner suite. En définissant les systèmes DAQ, il est donc utile d'étendre cette définition pour inclure les aspects de contrôle du système total. [10]

Dans la production des Hydrocarbure Les mesures sont physiques, Les plus courantes sont :

- Les pressions.
- Les températures.
- Les niveaux.
- Les débits.

Ces signaux de champ sont traités et stockés dans le RTU qui est relié aux dispositifs de terrain tels que les interrupteurs de fin de course, les pressostats et les transmetteurs de température et de pression dans plusieurs stations :

- PUITS DE PRODUCTION
- STATIONS D'INJECTION DE GAZ
- STATIONS D'INJECTION D'eau

III.2.2 Surveillance

La surveillance utilise les données du système pour représenter l'état opérationnel, puis détecte les changements. La surveillance intervient pendant la phase d'exploitation, bien qu'elle soit prise en compte dès la phase de conception [11]. Il est utilisé pour filtrer les signaux et les événements des processus et des contrôles afin

d'établir l'état du système. En fonctionnement normal, il envoie un rapport de filtrage à la commande. Il permet également de détecter et de diagnostiquer les pannes et les erreurs du système. En cas de panne, il avertit le module de maintenance et de supervision. [14]

III.2.3 Diagnostic

Le diagnostic consiste à deux phases principales : la première, trouver la défaillance de système par rapport des symptômes par la détection. La deuxième phase détermine la cause profonde de la panne et analyse ses conséquences. [14]

III.2.4 Aide à la décision

Dans les cas complexes, même les superviseurs qualifiés trouvent des difficultés dans la prise des décisions, car cette situation nécessite plusieurs réactions au même temps et plus rapide que le reflex de l'opérateur.

L'aide à la décision a pour but d'aider le superviseur à prendre la meilleure décision dans n'importe quelle situation en lui proposant une liste des choix pouvant restaurer l'état optimal du système.

Dans un système d'aide à la décision, le superviseur contrôle toujours l'état du système, parce que le système d'aide à la décision n'agit jamais, mais il fournit des informations et conseils. Donc le système ne calcule pas les valeurs spécifiées, mais propose une ligne de conduite à suivre. [14]

III.2.5 Maintenance

La maintenance est l'étape qui survient généralement après l'étape de décision et consiste à maintenir ou à restaurer les performances d'un composant ou d'un système de manière globale, afin d'accomplir les tâches requises, ces activités sont une combinaison d'activités techniques, managériales et administratives. [14]

III.3 Objectifs du système SCADA dans la production des hydrocarbures

- **La réduction des pertes en production brut dans le réseau de collectes, causées par un temps d'intervention très long du fait des informations, qui arrivent en retard**

Les systèmes SCADA permettent aux travailleurs de contrôler l'équipement plus rapidement, plus facilement et en toute sécurité à l'aide d'une IHM. Plutôt que d'avoir à contrôler chaque pièce de machinerie manuellement, les travailleurs peuvent les gérer à distance et souvent contrôler plusieurs pièces d'équipement à partir d'un seul endroit. Les gestionnaires, même ceux qui ne sont pas présents sur le site à ce moment-là, bénéficient également de cette option. [12]

- **La préservation du parc automobile affecté à la collecte des données des puits**

Les systèmes SCADA permettent aux travailleurs d'utiliser l'IHM pour contrôler l'équipement plus rapidement, plus facilement et en toute sécurité. Au lieu de contrôler manuellement chaque machine, les travailleurs peuvent la gérer à distance et souvent contrôler plusieurs appareils à partir d'un seul endroit. Les gestionnaires peuvent également bénéficier de cette option même lorsqu'ils ne sont pas sur place.

- **Accroître l'efficacité**

Les systèmes SCADA vous permettent de rationaliser les processus grâce à l'automatisation et à des outils conviviaux. Les données fournies par SCADA vous permettent d'identifier les opportunités d'amélioration de l'efficacité opérationnelle, qui peuvent être utilisées pour apporter des changements de processus à long terme ou même répondre aux changements de conditions en temps réel.

- **Réduction des coûts d'ingénierie et de déploiement**

Les applications SCADA avancées fournissent des modèles graphiques, des assistants et des outils faciles à reconnaître, ainsi que d'autres éléments préconfigurés permettant aux ingénieurs de créer rapidement des projets d'automatisation et d'ajuster les paramètres même sans expérience en programmation. De plus, vous pouvez facilement maintenir et étendre les applications existantes en cas de besoin. La possibilité d'automatiser les processus d'ingénierie permet aux utilisateurs, en particulier aux intégrateurs de systèmes et aux fabricants d'équipement d'origine (OEM), de mettre en œuvre des projets complexes avec une efficacité et une précision accrues. [12]

- **Amélioration de la visibilité et la conformité des processus**

L'un des principaux avantages de l'utilisation du logiciel SCADA est une visibilité opérationnelle accrue. Le logiciel vous fournit des informations en temps réel sur vos opérations et vous permet de les visualiser facilement à l'aide d'une IHM. Le logiciel SCADA peut également aider à générer des rapports et à analyser les données.

- **Réduction des risques liés à la gestion et à l'exploitation des actifs distants**

Un système SCADA de haute qualité facilite la collecte, la gestion, l'analyse et l'accès à vos données opérationnelles. Il enregistre automatiquement les données et fournit un emplacement de stockage centralisé. En outre, il peut transférer des données vers d'autres systèmes, tels que MES et ERP, si nécessaire. Pour cela, il dispose d'une série de pilotes et d'interfaces ouvertes. [12]

III.4 Architecture générale du système SCADA

Le système SCADA réalisé dans la production des hydrocarbures permettra une gestion moderne, notamment en temps réel, des installations actuelles et futures, susceptibles d'augmenter au fur et à mesure de l'évolution du site, grâce à une configuration hiérarchique divisée en trois niveaux, qui communiquent entre eux avec une philosophie maître – esclave.

III.4.1 Premier niveau

Correspond au puits équipé de RTU (Remote Terminal Unit). Il s'agit de l'unité d'acquisition située dans les sites distants.

Divers paramètres sont mesurés sur des sites distants (puits) à l'aide de transmetteurs intelligents (capteurs équipés de microprocesseurs), dont le rôle est de convertir la grandeur physique mesurée en électricité (signal de 4 à 20 mA). Ce signal est circulé vers la RTU. [14]

Le panneau solaire est intégré au-dessus de l'armoire. La RTU est constituée de plusieurs cartes électroniques logées dans un coffret. Une antenne YAGI est utilisée pour l'émission et la réception et est située au-dessus de la tour radio.

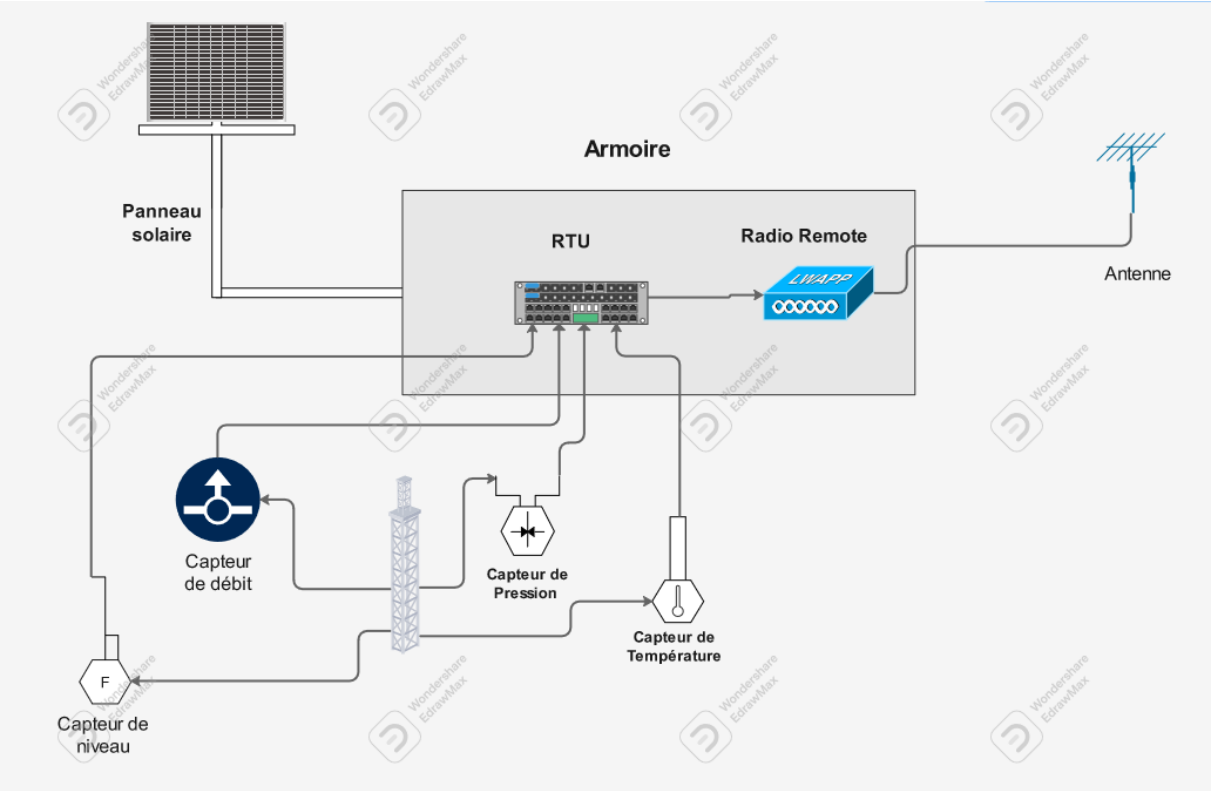


Figure 9 SCADA au niveau de puits

III.4.2 Deuxième niveau

Il correspond au rassemblement de terrain(FGS) .L'acheminement du pétrole (brut non transformé) de puits à l'usine de traitement ou au point d'expédition de l'installation de stockage principale est géré par le réseau de collecte sur le terrain. Chaque FGS possède une radio maître qui représente la tête principale d'un ensemble de puits. Le système de collecte utilise plusieurs collecteurs à distance pour collecter le fluide. C'est là qu'arrivent toutes les données des puits correspondant, et où se fait le traitement de ces dernières**.** C'est un concentrateur de données, et joue également le rôle d'intermédiaire entre les puits et le centre de supervision.

III.4.3 Troisième niveau

Dans ce niveau, il y a le serveur qui gère les données arrivées pour les transmettre vers le centre de supervision afin de les afficher. Le centre de supervision se charge de la collecte des informations de tout le champ à partir de serveur qui contient toutes les données des FGS. C'est là qu'on trouve l'IHM SCADA affichée sur le foyer principal (mur vidéo) dans la salle de contrôle. Par conséquent, avant sa mise en œuvre, ce mur vidéo doit être considéré en fonction des différents écrans SCADA que vous souhaitez afficher : images générales pour l'usine, détails des sous-processus.

La figure 10 montre l'architecture générale de la solution SCADA installé dans une usine de production d'hydrocarbures qui a été détaillé dans les sections précédentes :

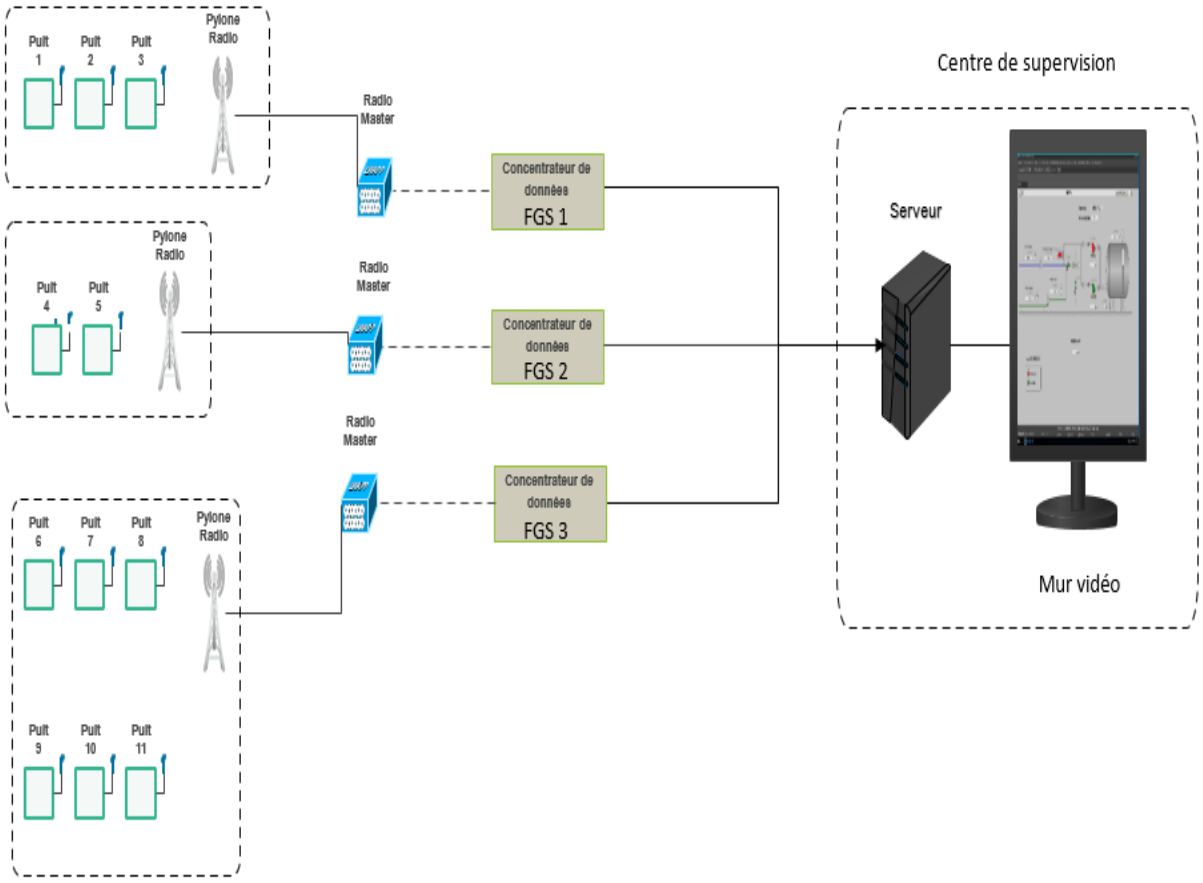


Figure 10 Architecture générale du système SCADA

III.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous l'avons voulu une explication de la gestion de production des hydrocarbures avec SCADA, ses déférents niveaux, nous avons aussi expliqué le fonctionnement et l'architecture des différents niveaux de ce système. Depuis les capteurs qui sont la source des informations du procédé, vers l'unité d'acquisition de données de terrain RTU, puis le concentrateur de données FGS et enfin au centre de surveillance du système. Nous avons terminé ce chapitre avec une architecture générale du système SCADA utilisé dans la production des hydrocarbures.

Conclusion générale

Les systèmes de supervision jouent un rôle important dans l'industrie, principalement en raison de la demande croissante de qualité des produits et de haute efficacité, et de l'intégration croissante des systèmes de contrôle automatique dans les processus de production. En outre, le système de supervision dans les installations industrielles, mis en œuvre dans le logiciel de contrôle de surveillance et d'acquisition de données (SCADA) est parmi le meilleur outil dans ce domaine. L'objectif de ce master est de montrer le rôle des systèmes SCADA dans la gestion efficace de la production des hydrocarbures

Ce document peut être divisé en trois parties : premièrement, nous avons présenté des généralités sur la supervision des systèmes de production. Deuxièmement, nous avons décrit les caractéristiques d'un système SCADA et les principes fondamentaux de ces systèmes tels que la station maitre et les protocoles de communication. Dans la dernière section, une architecture générale du système SCADA a été présentée après avoir illustré le rôle de ce système dans la production des hydrocarbures.

De nos jours, dans différents domaines industriels, il devient très important d'analyser, de contrôler et de superviser les systèmes de production. En fait, les systèmes les plus utilisés sont les systèmes de contrôle de surveillance et d'acquisition de données (SCADA). Ils sont utilisés pour contrôler des processus de production dans différents domaines, pour recueillir des informations et pour centraliser l'acquisition de données. L'une des préoccupations les plus importantes dans la conception du SCADA est de s'assurer que le système peut être conforme aux spécifications de fiabilité et de performance.

Bibliographie

- [1] Site web : https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#7-industry-40-definitions-what-is-industry-40-
- [2] TECHNICAL INFORMATION BULLETIN 04-1, « Supervisory Control and DataAcquisition (SCADA) Systems », NCS Octobre 2004
- [3] T. Kempowski, Surveillance des procédés à base de méthode de classification, Thèse de Doctorat,Laboratoire d'analyse et d'architecture des systèmes du CNRS, 2004.
- [4] J.M. Penalva, L. Coudouneau, L. Leyval and J. Montmain, A supervision support system for industrial process, French Atomic Energy Commission, 1993.
- [5] PIERRE BONNET. IEEA (informatique électronique électrotechnique automatique) Master SmArt- Introduction à la supervision.
- [6] Dale Barr, Peter Fonash «Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) Systems»,NationalCommunications System, Technical Information Buletin 04-1 Octobre 2004
- [7] Walski, Thomas M., Advanced Water Distribution Modeling and Management, Haestad Press, January 2003
- [8] Site web : http://www.polier.fr/medias/files/parametrage-modbus-et-exemple-polier-1.pdf
- [9] Practical Modern SCADA Protocols: DNP3, 60870.5 and Related Systems (Gordon Clarke, Deon Reynders)
- [10] Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems (John Park, Steve Mackay)
- [11] D. Andreu, Commande et supervision des procédés discontinus : une approche hybride, Thèse de Doctorat, Université Paul Sabastier de Toulouse, 1996
- [12] https://www.copadata.com/fr/produits/zenon-software -platform / visualisation-controle/qu-est-ce-qu-un-scada-supervisory-control-and-data-acquisition-copa-data/
- [13] Eric D. Knapp - Industrial Network Security_ Securing Critical Infrastructure Networks for Smart Grid, SCADA, and Other Industrial Control Systems -Syngress (2011)
- [14] Thèse de DOCTORAT en Électronique « option Contrôle Industriel » de Mounir AOUADJ « CONCEPTION D'UNE COMMANDE NON LINEAIRE DE CAPTEURS EN RESEAU (APPLICATION SUR LE RESEAU DE COLLECTES D'HUILE DE HASSI MESSAOUD)» Soutenue en Janvier 2016.

ملـخـص

المراقبة عن بعد في مجال إنتاج المحروقات مهمة جدا وهذا راجع إلى التشتت الجغرافي للآبار في حقول النفط الكبيرة وبعدها عن مصنع الإنتاج. مع التحكم عن بعد، فإن المسافة لم يعد لها تأثير لأنه ليس من الضروري التنقل لأبار إنتاج النفط من أجل التفقد أو الصيانة.

في هذا العمل، قمنا بدراسة نظام المراقبة والتحكم عن بعد (SCADA) لإبراز تأثير هذا النظام في التسيير الفعال في إنتاج المحروقات.

الكلمات الأساسية: أنظمة SCADA، إنتاج المحروقات، التسيير الفعال، المراقبة.

Résumé

La surveillance à distance dans le domaine de la production des hydrocarbures est très importante en raison de la dispersion géographique des puits dans les vastes champs de pétrole. Avec le télécontrôle, le concept de distance est absurde parce qu'il n'est pas nécessaire de consulter les puits pour la vérification ou la maintenance.

Dans ce travail, nous avons étudié un système de supervision et de contrôle à distance (SCADA) pour évaluer l'influence de ce système dans la gestion efficace de la production des hydrocarbures.

Mots clé : SCADA, production des hydrocarbures, gestion efficace, supervision.

Abstract

Remote monitoring of hydrocarbon production is very important because of the geographic dispersion of wells in large oil fields. With remote control, the concept of distance is absurd because it is not necessary to consult the well for verification or maintenance.

In this work, we studied a remote monitoring and control system (SCADA) to assess the influence of this system in the effective management of hydrocarbon production.

Keywords: SCADA, hydrocarbon production, efficient management, supervision.