République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A/Mira de Bejaïa
Faculté des Sciences Technologies Département Génie Électrique

جامعة بجاية
Tasdawit n Bgayet
Université de Béjaïa

ceVital

MEMOIRE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Électromécanique option Électromécanique

Thème :

Établissement de la communication entre la salle de contrôle et trois centrifugeuses discontinues au sein de l'entreprise Cevital

Réalisé par :

Mr. AMIROUCHE Elyazid

Mr. DEFFOUS Khaled

Encadré par :

Mr. TAIB Nabil

Mr. NAIT SIDOUS Sofiane

Examinateurs :

Mr. MELAHI Ahmed

Mr. BABOURI Rabah

Promotion 2017/2018

Remerciement

Nous remercions le bon dieu, le tout puissant de nous avoiraccordé santé, force et courage afin d'arriver au terme de cemodeste travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notrepromoteur« Mr : TAIBNabil » pour son aide et suivi pour l'élaborationde ce mémoire.

ET nous tenons remercions aussi notre encadreur « Mr : NAIT SIDOUS Sofiane» Ingénieur en AUTOMATISME INDUSTRIEL, au sein de cevital SPA, de nous avoir proposé ce thème et consacré de son temps pour la réalisation de ce travail

Nous remercions également « Mr. Amirouche Farid » pour nous avoir aidé dans l'élaboration de ce travail.

Nous remercions vivement les membres de jury d'avoir acceptéd'examiner et d'estimer notre travail.

En fin, nous remercions vivement tous ceux qui ont contribué de prèsou de loin à la réalisation de ce mémoire.

DÉDICACES

Au nom du tout puissant

Je dédie ce modeste travail àmes très chers parents qui se sont toujours sacrifiés pour ma réussite et mon bonheur, qui m'ont toujours encouragé, aidé du mieux qu'il leur est possible de faire, et qui avec patience ont attendu ce joyeux événement. Que Dieu leur prête une très longue vie de paix et de bonheur.

À mes chers frères et sœurs à qui je souhaite la réussite, et tout le bonheur du monde.

À mon cher Ami et binôme Khaled, qui a été là avec moi pour qu'on puisse passer cette formidable expérience.

À mes camarades, et amis, ainsi que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Amirouche Elyazid

DÉDICACES

Au nom du tout puissant

Je dédiece travail à mes très chers parents qui ont été toujours présents pour moi, me donnant exemple de persévérance et de labeur, et pour l'intérêt qu'ils ont toujours porté à mon éducation et mes études,et j'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma gratitude et ma reconnaissance pour tous leurs sacrifices. Que dieu leur prête longue vie pour continuer d'illuminer la mienne.

À mon cher frère,à meschères sœurs qui ont toujours étés la pour moi,ainsi qu'à toute ma famille.

À mon meilleur ami et binôme Elyazid avec qui j'ai passé des moments inoubliables au court de la réalisation de ce travail

Àtous mes camarades de ma promotion et à tous mes amisqui m'ontsoutenudurant cette expérience.

En fin à toute personne qui m'est chère au cœur.

Deffous Khaled

Table des matières

Introduction générale 1

Présentation du groupe Cevital 3

Chapitre I : Unité de fabrication de sucre roux chez Cevital 4

1. Introduction : 4
2. Matière première du sucre : 4
3. Procédé de fabrication de sucre : 4
4. Procédé de fabrication de sucre roux : 5
5. Turbinage 6
6. Description de la turbine 6
7. Déroulement du cycle de la turbine 8
   - 7.1. Chargement : 8
   - 7.2. Accélération : 9
   - 7.3. Essorage : 9
   - 7.4. Freinage : 9
   - 7.5. Déchargement : 9
   - 7.6. Lavage du tamis : 10
8. Capteurs de fins de courses 10
9. Conclusion 12

Chapitre II : La communication industrielle 14

1. Introduction 14
2. Présentation de la communication 14
3. Les types de liaisons 14
   - 3.1. Liaison parallèle 14
   - 3.2. Liaison série 15
4. Les modes de transmission de la communication série 15

4.1. La transmission asynchrone 15
4.2. La transmission synchrone 16
5. Les types d'échange 16
5.1. Simplex : 16
5.2. Half-Duplex : 16
5.3. Full-Duplex : 16
6. Importance de la communication industrielle 17
7. Les protocoles de communication industriel 17
7.1. RS-485 17
7.2. Multipoint interface (MPI) 19
7.3. MODBUS Série 20
7.4. PROFIBUS 21
7.5. PROFINET IO : 23
8. Choix du protocole 24
9. PROFIBUS DP 26
9.1. Présentation de PROFIBUS 26
9.2. Description du PROFIBUS DP 27
9.3. Techniques de transmission 27
9.4. Types de transmissions 28
9.5. Constituants du réseau 28
9.6. Fonctionnement 29
9.7. Protocole PROFIBUS 29
9.8. Architecture de bus 31
9.9. Caractéristiques techniques de PROFIBUS DP 33
10. Conclusion 34
Chapitre III : Matériels 36

1. Introduction 36
2. S7-300 36
2.1. Présentation du S7-300 36
2.2. Description du S7-300 36
2.3. Description de la CPU 315-2 DP 37
3. Processeur de communication PROFIBUS pour S7-300 38
3.1. Présentation 38
3.2. Différence par rapport à l'interface intégrée à la CPU 38
3.3. Choix du CP PROFIBUS 39
3.4. Description du CP 342-5 39
3.5. Caractéristiques techniques du CP 342-5 40
3.6. Fonctionnement du CP 342-5 40
4. AC 800F 42
4.1. Présentation 42
4.2. Description 43
4.3. Caractéristiques techniques 44
5. Processeur de communication PROFIBUS FI 830F 44
5.1. Description 44
5.2. Caractéristiques techniques 45
6. Conclusion 45
Chapitre IV : Mise en place de la communication 46
1. Introduction 46
2. Problématique 46
3. Les solutions envisageables 46
4. L'objectif du travail effectué 46
5. Le matériel et outils utilisés 46

6. Le travail réalisé 47
6.1. Configuration du maître DP sur Freelance 47
6.2. Configuration de l'esclave DP sur Step7 49
6.3. Le tri des données à envoyer dans un bloc de données 49
6.4. Assignation des valeurs aux variables 51
6.5. Envoie des données sur le réseau 51
6.6. Configuration de la réception des données dans le AC 800F 52
6.7. Réalisation de la vue de supervision 54
6.8. Branchement du matériel : 58
6.9. Mise en route : 59
Conclusion générale 61
Bibliographie 62

Liste des figures

Figure I.1 : Procédé de fabrication de sucre roux chez Cevital 5

Figure I.2 : Sous-ensembles 1, vue avant 7

Figure I.3 : Sous-ensembles 2, vue avant 8

Figure I.4 : Déroulement du cycle de la turbine 10

Figure I.5 : Emplacement des capteurs de fins de courses et leurs dénominations10

Figure II.1 : Constituants d'une communication 14

Figure II.2 : Liaison parallèle.....15

Figure II.3 : Liaison série.....15

Figure II.4 : Trame d'une transmission synchrone.....16

Figure II.5 : Les modes de transmission 17

Figure II.6 : Exemple de configuration réseau MPI 19

Figure II.7 : Interconnexion de PROFIBUS DP et PA 22

Figure II.8 : Exemple de configuration réseau PROFINET 24

Figure II.9 : Comparaison entre la transmission conventionnelle des signaux et la configuration PROFIBUS.....26

Figure II.10 : Constitution d'une trame sans données.....30

Figure II.11 : Constitution d'une trame de données de taille variable 30

Figure II.12 : Constitution d'une trame de données de taille fixe 30

Figure II.13 : Constitution d'une trame de jeton 30

Figure II.14 : Réseau cuivre RS 485 de topologie linéaire arborescente.....32

Figure II.15 : Exemple de configuration d'un anneau optique combiné à un réseau cuivre.....33

Figure III.1 : Exemple de configuration matérielle d'une S7-300 37

Figure III.2 : Vue de face d'une CPU 315-2 DP 37

Figure III.3 : Vue de face du CP 342-5.....39

Figure III.4 : Interaction entre CPU et CP PROFIBUS en mode maître DP 41

Figure III.5 : Interaction entre CPU et CP PROFIBUS en mode esclave DP 42

Figure III.6 : Le panneau arrière représentant la CPU.....43

Figure III.7 : Automate ABB AC 800F 43

Figure III.8: Représentation d'un module FI 830F.....44

Figure IV.1 : Ajout du module FI 830F.....47

Figure IV.2 : Fenêtre de configuration du réseau maître DP. (a) paramètres bus ; (b) configuration mémoire.....48

Figure IV.3 : Ajout des esclaves dans Freelance 48

Figure IV.4 : Configuration du CP 342-5 49

Figure IV.5 : Ajout d'un DB 50

Figure IV.6 : Configuration du DB.....50

Figure IV.7 : Utilisation des blocs "MOVE" 51

Figure IV.8 : Utilisation du bloc DP_SEND 52

Figure IV.9 : Éditeur d'E/S.....53

Figure IV.10 : Enregistrement des variables.....53

Figure IV.11 : Insertion d'une vue synoptique.....54

Figure IV.12 : Vue synoptique de la centrifugeuse 55

Figure IV.13 : Configuration d'un objet auto-animé, étape 1 55

Figure IV.14 : Configuration d'un objet auto-animé, étape 2 56

Figure IV.15 : Configuration d'un objet auto-animé, changement de la position..56

Figure IV.16 : Fenêtre de configuration de la "Fenêtre de tendance".....57

Figure IV.17 : Ajout d'une nouvelle variable 57

Figure IV.18 : Branchement des modules.....58

Figure IV.19 : L'automate S7-300 et son module CP 342-5 connectés au réseau 58

Figure IV.20 : L'automate AC 800F et son module FI 830F connecté au réseau..59

Liste des tableaux

Tableau I-1 : Types des capteurs de fins de courses et leurs fonctions 10

Tableau II-1 : Caractéristiques technique de RS-485 18

Tableau II-2 : Caractéristiques techniques du MPI..... 19

Tableau II-3 : Caractéristiques techniques du MODBUS série 20

Tableau II-4 : Tableau comparatif de quelques bus de terrain..... 25

Tableau II-5 : Le débit maximale de transmission en fonction de la longueur du segment 27

Tableau II-6 : Codes FC des trames de requêtes..... 31

Tableau II-7 : Codes FC des trames d'acquittement 31

Tableau II-8 : Caractéristiques techniques des réseaux PROFIBUS DP 34

Tableau III-1 : Tableau comparatif des CP PROFIBUS du Siemens 39

Introduction générale

Introduction générale

En raison de l'absence de la communication, l'industrie fut privée d'un atout majeur limitant ainsi son évolution et sa rentabilité, ce qui a poussé l'Homme à réfléchir à un moyen pour révolutionner l'industrie. En effet l'évolution de la communication industrielle était le début d'une ère nouvelle pour ce secteur en permettant d'accroitre la production tout en améliorant la qualité des produits et ceci, en réduisant le coût de production et les ressources humaines nécessaires.

La mise en communication des machines dans l'industrie a permis un gain de temps considérable en synchronisant les différentes phases de la production et en automatisant ses tâches, et ainsi éviter les activités pénibles et répétitives à l'Homme.

Pour étendre son secteur d'activité, Cevital a récemment installé une unité de fabrication de sucre roux à Bejaïa, au sein de cette unité se trouve trois centrifugeuses discontinues destinées à récupérer le sucre cristallisé contenu dans la masse cuite. Ces centrifugeuses ne communiquent pas avec le reste de l'installation, de ce fait, les opérateurs dans la salle de contrôle ne peuvent pas les superviser en temps réel, et en cas de problème, ils ne peuvent pas en être conscient ce qui constitue un danger, de plus, certaines données concernant les turbines sont utiles pour bien synchroniser les tâches.

Notre but est de réaliser une communication entre les automates Siemens qui commandent les turbines et l'automate principal de l'installation qui est de marque ABB afin d'avoir un accès à la supervision depuis la salle de contrôle.

À cet effet, le présent mémoire est réparti en quatre chapitres décrivant les volets principaux :

Le premier chapitre englobera une description générale du procédé de fabrication de sucre roux, le rôle des centrifugeuses et leur fonctionnement.

Le deuxième chapitre sera consacré à la communication industrielle, son fonctionnement, son importance, et quelques protocoles utilisés dans les industries, puis on établira une comparaison entre ces protocoles afin de choisir le mieux adapté à notre situation, et enfin décrire en détail le fonctionnement du protocole choisi.

Dans le troisième chapitre, on présentera le matériel nécessaire à l'établissement de la communication via le protocole choisi dans le chapitre deux, avec une description de son fonctionnement.

Le dernier chapitre de ce mémoire, le chapitre quatre, sera dédié à la présentation du travail réalisé, dans lequel chaque étape sera décrite tout en apportant les explications nécessaires.

Et enfin, on termine par une conclusion générale.

Présentation du groupe Cevital

Le groupe Cevital est un groupe familial bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée. Crée avec des fonds privés, elle est la première société privée algérienne à avoir investi dans plusieurs secteurs d'activités.

Le groupe Cevital a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre la taille et la notoriété d'aujourd'hui en continuant à œuvrer dans la création d'emplois et de richesse.

Le groupe Cevital a vu le jour en 1971, il a débuté dans le domaine de la construction métallique, puis il a évolué et a diversifié son domaine d'activités en créant le quotidien d'informations Liberté et en reprenant les activités d'IBM en Algérie en 1991 et celles de RANK XEROX en 1992, il s'est intéressé par la suite à l'importation et la distribution de produits agroalimentaires et des véhicules Hyundai ainsi que le service après-vente Hyundai Motors Algérie. 1998 fut une année exceptionnelle, en effet, c'est en cette année que Cevital SPA, l'industrie agroalimentaire, a été créée, qui, plus tard, est devenue le leader de l'agroalimentaire en Afrique. Même après cela, le groupe Cevital n'a cessé de se développer et a étendu ses activités au transport maritime, fabrication de bâtiments préfabriqué en béton, production des jus et conserves, industrie de verre, assemblage et distribution de produits électronique et électroménagers de marque SAMSUNG Electronics. En 2008 le groupe a commencé la commercialisation de verre plat en Europe, et des engins de travaux publics VOLVO en Algérie, 2010 a vu la création de Sodi Automotive, puis la création de Sierra Cevital s'est fait en 2011.

Le groupe Cevital s'est, ainsi constitué au fil des investissements, autour de l'idée forte de bâtir un ensemble économique, porté par plus de 10200 collaborateurs, avec un chiffre d'affaire de 4 milliards de dollars en 2015, elle représente le fleuron de l'économie algérienne.



Chapitre I : Unité de fabrication de sucre roux chez Cevital

Chapitre I : Unité de fabrication de sucre roux chez Cevital

1. Introduction :

L'un des secteurs d'activité du groupe Cevital est la fabrication de sucre, elle possède plusieurs unités à cet effet, on compte parmi elles une unité de fabrication de sucre roux. Cette unité repose sur un procédé spécifique dont la matière première est issue d'une autre unité de fabrication de sucre. Ce procédé utilise des équipements spécialisés, comme par exemple des turbines centrifugeuses.

2. Matière première du sucre :

La matière première utilisée dans l'usine de fabrication de sucre au niveau de cevital provient d'une sucrerie située au Brésil, cette matière est extraite de la canne à sucre, puis traitée pendant son transport à bord d'un bateau usine équipé d'une unité destinée à faire ce traitement.

3. Procédé de fabrication de sucre :

Dès l'arrivé à l'usine le traitement de la matière première commence afin d'extraire du sucre en suivant le procédé suivant :

- **La fonte :** la matière première est envoyée vers le fondoir pour la faire fondre en utilisant de la vapeur tout en ajoutant de l'eau pour permettre la liquéfaction de la matière sans pour autant la caraméliser, cette étape permet d'obtenir un sirop.
- **La décoloration :** Le sirop est décoloré en deux temps, en utilisant d'abord de la chaux puis une résine.
- **Brixage :** Dans cette phase, on augmente la teneur du sirop en sucre, pour cela, on diminue la pression afin de permettre l'évaporation de l'eau à une température inférieure à 100 °C pour ne pas risquer de caraméliser le sirop.
- **La cuisson :** Cette étape se déroule dans la cuite, qui est un bac dans lequel des cristaux de sucre se forment dans le sirop brixé en suivant un certain traitement, pour enfin obtenir une masse cuite, un malaxeur est utilisé pour éviter le durcissement du produit, la masse cuite est stockée après ça dans un bac de stockage équipé aussi d'un malaxeur.
- **Turbinage :** Le bac de stockage alimente la nocher, qui est un bac horizontal servant de distributeur aux turbines, en masse cuite, les turbines centrifugeuses servent à séparer les cristaux de sucre des eaux sucrées qui sont appelées égouts.

4. Procédé de fabrication de sucre roux :

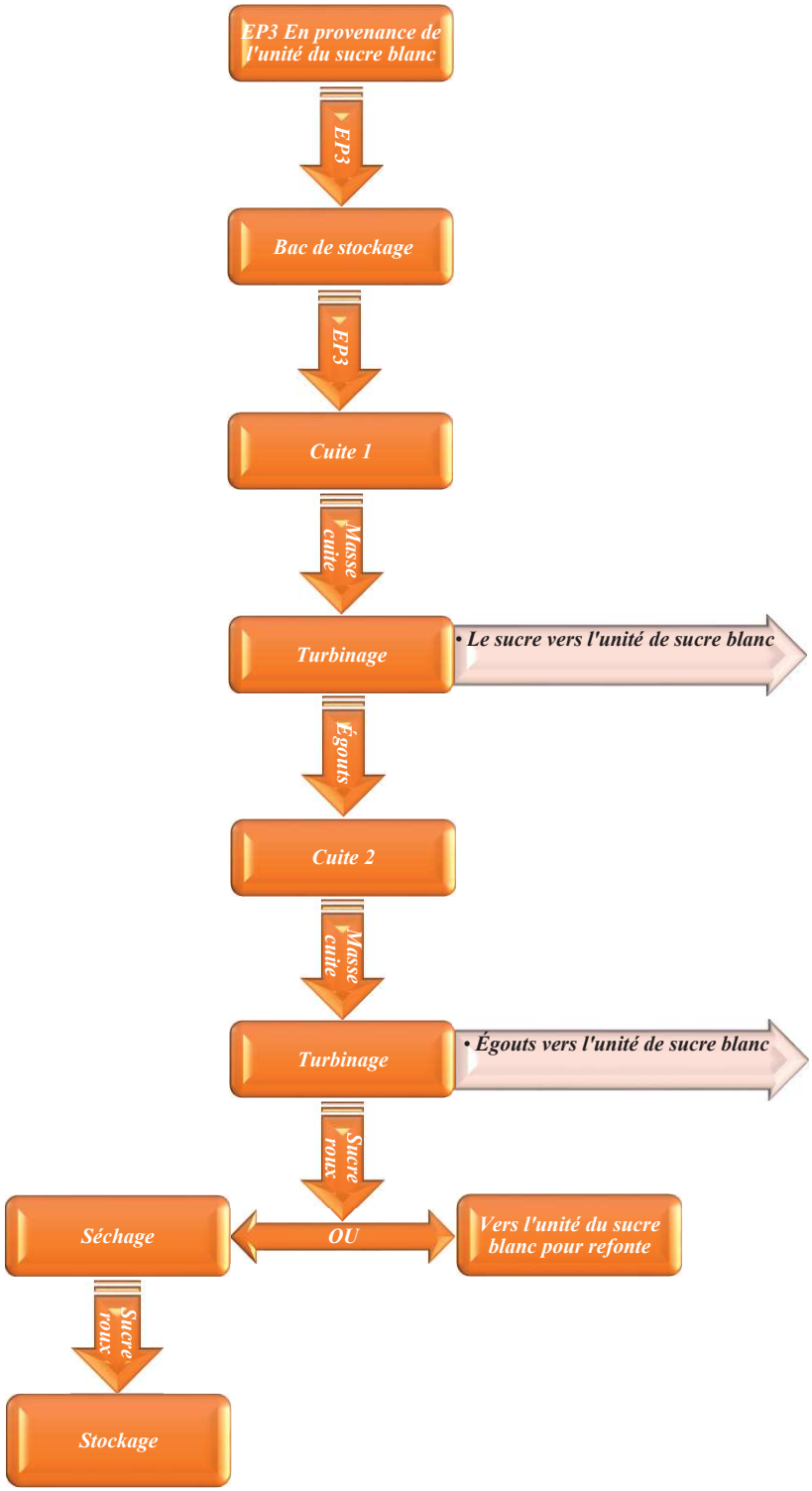


Figure I.1 : Procédé de fabrication de sucre roux chez Cevital

Les égouts issus du traitement décrit ci-dessus sont envoyés vers une deuxième cuite afin de refaire les deux dernières étapes, puis vers une troisième cuite, ceci a pour but de récupérer un maximum de sucre blanc. Après chaque turbinage l'égout deviens de plus en plus coloré, à la fin

du troisième traitement, l'égout récupéré, appelé EP3, est si coloré qu'il n'est plus possible d'y extraire du sucre blanc, il est alors envoyé vers la cuite de l'unité de fabrication de sucre roux pour lui servir de matière première.

L'extractions de sucre roux commence par la cuisson et suit le même procédé que le sucre blanc, le sucre roux extrait du premier turbinage n'est pas conforme aux normes et est envoyé vers la refonte dans l'unité de sucre blanc, et ses égouts sont injectés dans une deuxième cuite pour refaire le procédé et ainsi extraire du sucre roux dans les normes, ce sucre a deux différents chemins, sois vers le stockage ou vers la refonte s'il n'y a pas de demande à satisfaire ou s'il est de qualité médiocre.

Le schéma présenté dans la figure I.1 explique de manière générale le procédé de fabrication de sucre roux.

5. Turbinage

L'unité de fabrication de sucre roux comporte trois turbines centrifugeuses, leur rôle est d'extraire les cristaux de sucre contenus dans la masse cuite, pour ce faire, elle est soumise à une forte force centrifuge qui fait que l'eau est éjectée alors que les cristaux de sucre restent pris dans le tamis de la turbine, le sucre roux ainsi obtenu est déchargé et acheminé vers la prochaine étape du procédé. Le problème avec ces turbines est qu'elles sont déconnectées du reste de l'installation du point de vue commande et supervision.

6. Description de la turbine

Les centrifugeuses utilisées sont des centrifugeuses discontinues, chaque turbine est composée d'un panier dont la paroi est perforée (appelée tamis), afin de permettre le passage de l'eau tout en maintenant le sucre à l'intérieur, le fond du panier comporte un obturateur qui s'ouvre uniquement lors de la phase de déchargement du sucre, le panier est soutenu par l'arbre lui permettant de tourner, et est enfermé dans la cuve, qui est immobile et comporte un orifice par lequel les égouts s'échappent.

La masse cuite pénètre dans le panier par un clapet de sécurité fixé sur le couvercle qui recouvre la cuve, il s'ouvre selon un certain angle afin de permettre à la masse d'être guidée vers un plateau de distribution fixé sur l'arbre et sert à distribuer le produit uniformément sur la paroi du panier.

Le chargement de la masse cuite se fait via un tube de chargement équipé d'une vanne et alimentée par la nocher, et débauche sur le clapet de sécurité. La fin de chargement est détectée par un palpeur de niveau réglable qui, une fois l'épaisseur souhaitée du produit sur le tamis atteinte,

envoie un signal pour fermer la vanne de chargement. Il existe un délai entre la fermeture de la vanne et celle du clapet pour permettre la vidange du tube.

Un déchargeur est installé à l'intérieure du panier, lors de la phase de déchargement, il quitte sa position de repos et rejoint sa position de travail en se rapprochant du tamis afin de décrocher le sucre qui reste collé sur le tamis à la fin du turbinage, la vidange se fait par l'obturateur de fond.

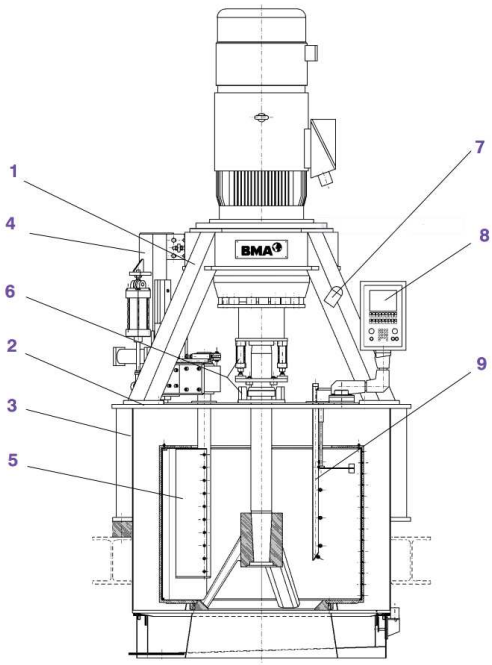
Un moteur est utilisé pour faire tourner le panier, il est commandé par un variateur de vitesse pour obtenir les vitesses de rotation souhaitées à chaque phase de fonctionnement de la turbine.

Le couplage entre le moteur et l'arbre se fait via une tête d'entrainement, et dispose d'un frein mécanique actionné par un système pneumatique utilisé uniquement en cas d'urgence, pendant le fonctionnement normal, le freinage est effectué par récupération d'énergie.

Un dispositif de centrage est utilisé lors de la phase de déchargement afin d'éliminer les oscillations du panier, le cas échéant, le déchargeur et/ou le tamis peuvent être détruits.

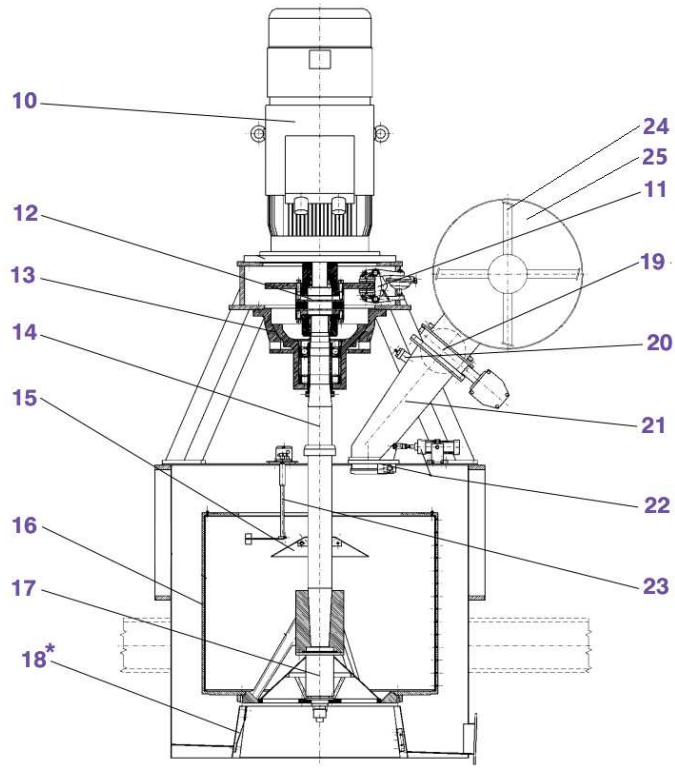
Un appareil de commande est installé près de chaque turbine, c'est un boitier enfermant les modules d'E/S déportés et un pupitre de commande.

Un dispositif de nettoyage automatique de la sortie du sucre est disponible en option, c'est un vibreur qui, une fois actionné, empêche la formation d'incrustation dans le cône de sortie de produit, il doit être actionné une fois toute les 2 à 3 heures de fonctionnement. [1]



1 : Support
2 : Couvercle
3 : Cuve
4 : Partie supérieure du déchargeur
5 : Charrue de déchargement
6 : Dispositif de centrage
7 : Projecteur
8 : Appareil de commande
9 : Rampe de clairçage à l'eau

Figure I.2 : Sous-ensembles 1, vue avant



10 : Moteur

11 : Frein

12 : Accouplement

13 : Tête d'entrainement

14 : Arbre

15 : Plateau de distribution

16 : Panier (avec tamis)

17 : Obturateur de fond

18 : Dispositif de nettoyage (optionnel)

19 : Vanne de chargement

20 : Rinçage de la trémie de chargement

21 : Trémie de chargement

22 : Clapet de sécurité

23 : Palpeur de niveau

24 : Agitateur

25 : Nocher

Figure I.3 : Sous-ensembles 2, vue avant [1]

Les figures I.2 et I.3 montrent les composants principaux des turbines.

7. Déroulement du cycle de la turbine

Chaque turbine est commandée par un automate programmable de type Siemens, il communique à la fois avec les modules d'E/S déportés, le pupitre et le variateur de vitesse via un réseau PROFIBUS DP. Elle fonctionne selon un cycle préprogrammé dans l'API, le temps du cycle dépend des temporisateurs qui peuvent être réglés manuellement selon le besoin via le dispositif de commande installé sur chaque turbine.

7.1. Chargement :

Le moteur accélère jusqu'à la vitesse de chargement ajustés via le boitier de commande, le palpeur de niveau se met en position de travail, le clapet de sécurité et la vanne d'égouts s'ouvrent. [1]

Une fois la vitesse de chargement atteinte, l'accélération du moteur est interrompue, et la vanne de chargement s'ouvre avec un certain pourcentage donné comme consigne. [1]

La masse cuite tombe directement sur le plateau de distribution qui la disperse uniformément sur les parois du panier par l'action de la force centrifuge. Quand l'épaisseur souhaitée du produit atteinte, le palpeur de niveau est actionné et envoie un signal pour fermer la vanne de chargement, et il retourne à sa position de repos loin de la paroi.

7.2. Accélération :

Le moteur accélère jusqu'à la vitesse d'essorage donnée comme consigne à l'automate, pendant l'accélération, le dispositif de rinçage de la trémie de chargement est actionné de façon temporisée, puis le clapet de sécurité se ferme à la fin du rinçage. [1] Le clairçage à l'eau est aussi actionné pendant le chargement de façon temporisé, ainsi que le lavage du déchargeur.

7.3. Essorage :

Le moteur garde la vitesse d'essorage pendant un temps donné réglé dans l'automate.

7.4. Freinage :

Le moteur est freiné par récupération d'énergie jusqu'à atteindre la vitesse de déchargement. Quand la vitesse de sécurité est atteinte (supérieur à la vitesse de déchargement), le blocage de la course verticale du déchargeur est supprimé, l'obturateur de fond s'ouvre, et le centrage de l'arbre est actionné [1], le bon déroulement des opérations est détecté par des capteurs de fins de course, puis le déchargeur descend jusqu'à sa position basse.

Une fois la vitesse de décharge atteinte l'étape de décharge commence.

7.5. Déchargement :

Le déchargeur entame sa course horizontale pour rejoindre sa position de travail et se rapproche du tamis. Un capteur de fin de course est actionné quand le déchargeur atteint sa position de travail, puis, après l'écoulement du temps de séjours préprogrammé dans l'automate, il commence sa course horizontale de retour en s'éloignant du tamis, une fois cette course terminée, il entame son mouvement vertical et retourne à sa position de repos, le centrage de l'arbre est supprimé, et l'obturateur de fond se ferme. [1]

Pendant la décharge, le sucre tombe dans une vise-sans-fin installée au-dessous de la cuve qui s'occupe de le transporter vers la prochaine étape du traitement.

7.6. Lavage du tamis :

Une fois la décharge terminée, le moteur accélère jusqu'à la vitesse de chargement ajustée, et le lavage du tamis s'active de façon temporisée.

Un nouveau cycle peut alors commencer, le chargement n'est autorisé que si le lavage de tamis est terminé.

Les étapes du cycle de la turbine sont illustrées dans la figure I.4.

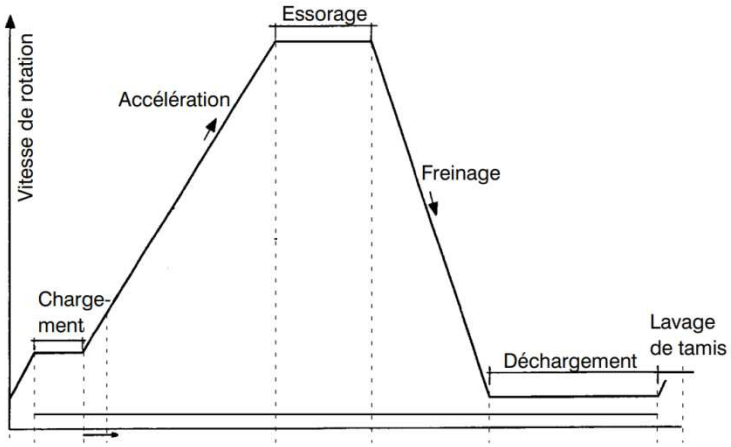


Figure I.4 : Déroulement du cycle de la turbine [1]

8. Capteurs de fins de courses

La turbine est munie de nombreux capteurs de fins de courses destinés à surveiller l'état de chaque partie, la figure I.5 et le tableau I.1 illustrent les capteurs utilisés, leurs emplacements, leurs types et leurs fonctions.

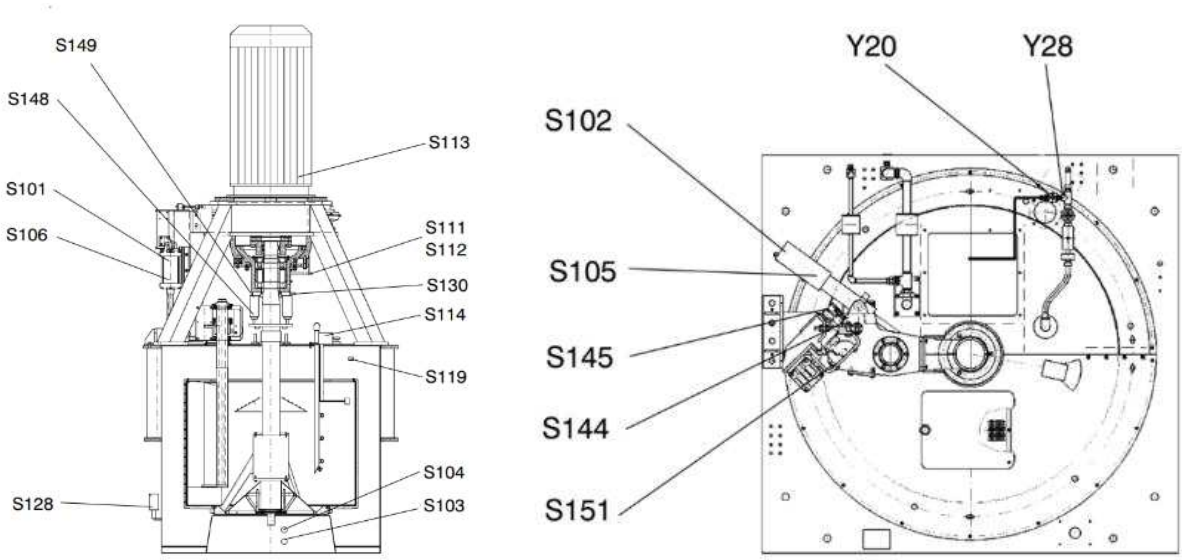


Figure I.5 : Emplacement des capteurs de fins de courses et leurs dénominations [1]

Tableau I-1 : Types des capteurs de fins de courses et leurs fonctions [1]

Désignation	**Type**	**Fonction**
S149	Détecteur de proximité	Arbre non centré
S148	Détecteur de proximité	Arbre centré
S101	Détecteur de proximité	Déchargeur en haut
S106	Détecteur de proximité	Déchargeur en bas
S128	Détecteur de proximité	Vanne d'évacuation d'égouts ouverte
S103	Détecteur de proximité	Obturateur de fond ouvert (optionnel)
S104	Détecteur de proximité	Obturateur de fond fermé (optionnel)
S119	Interrupteur de pression	Frein desserré
S114	Détecteur de proximité	Palpeur de niveau
S130	Détecteur de proximité	Générateur tachymétrie
S111 **S112**	Détecteur de proximité	Oscillations
S113	Interrupteur à chute de bille	Contrôle d'oscillation
S102	Détecteur de proximité	Déchargeur de position de repos
S105	Détecteur de proximité	Déchargeur de position de travail
S144	Détecteur de proximité	Déchargeur verrouillé
S145	Détecteur de proximité	Déchargeur non verrouillé
S151	Détecteur de proximité	Contrôle de surcharge
S115	Détecteur de proximité	Vanne de chargement fermée

Y20	Électrovanne	Rinçage de la trémie de chargement
Y28	Électrovanne	Rinçage du déchargeur

9. Conclusion

Le procédé de fabrication de sucre roux est assez simple, mais requière néanmoins la mise en œuvre de matériels spécialisés tels que les turbines centrifugeuses et les automates programmables industriels, ainsi qu'une main d'œuvre expérimentée afin d'avoir un produit de bonne qualité.

Pour le bon déroulement du procédé, les tâches doivent êtres synchronisées, une communication doit donc être établie entre les équipements, et ceci, en utilisant un des bus de terrain existants sur le marché.

Chapitre II : La communication industrielle

Chapitre II : La communication industrielle

1. Introduction

La transmission de données doit son existence aux besoins de transmettre des données à des distances plus ou moins longues sur les lignes filaires souvent sensibles aux parasites, la raison d'être de tout système de transmission de données est la distribution d'informations sans erreurs. Les critères du choix d'un type de transmission de données sont le débit binaire la distance à couvrir et le coût du système. [2]

2. Présentation de la communication

Quand un équipement veut transmettre ou recevoir des données, il y a un dialogue qui se crée entre deux entités [2], ce dialogue est régi par un ensemble de lois qui définissent la manière dont les équipements communiquent. Parmi ces lois on trouve : le type de liaison, les modes de fonctionnement, et les types d'échange.

Les données transmises peuvent êtres de forme numérique ou analogique. La figure II.1 montre les constituants principaux d'une communication.

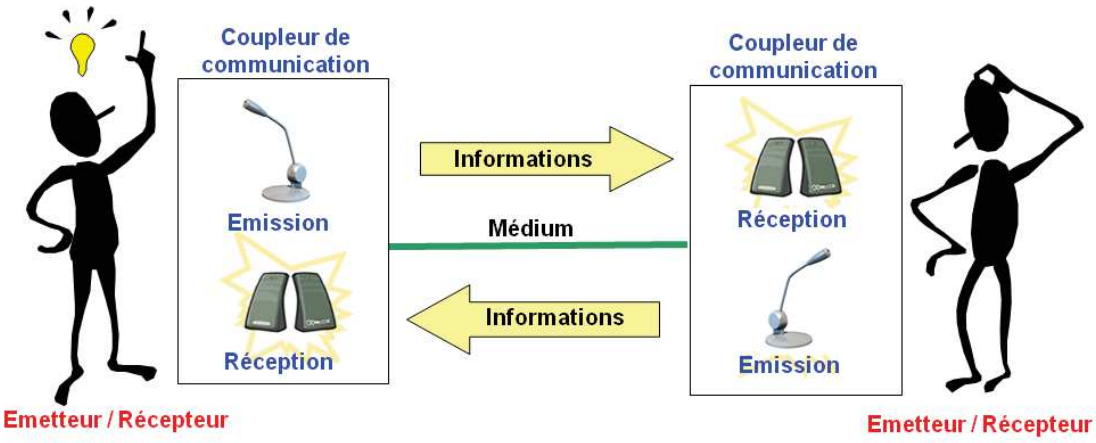


Figure II.1 : Constituants d'une communication

3. Les types de liaisons

On distingue deux types de liaison utilisées dans la communication :

3.1. Liaison parallèle

Sur une liaison parallèle, les données sont envoyées sur autant de fils qu'il y a de bit constituant le message à transmettre, ce qui implique l'utilisation d'une grande quantité de câbles (figure II.2), de ce fait, il est très couteux et peu fiable, et n'est utilisable que pour de très courtes distances.

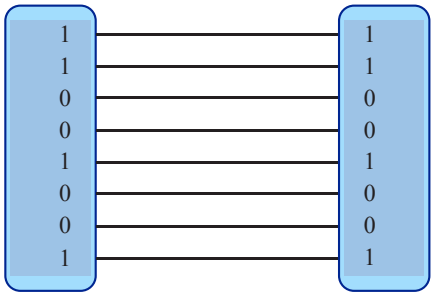


Figure II.2 : Liaison parallèle

3.2. Liaison série

La transmission de données en série se fait sur une seule paire de câble, le temps est découpé en intervalles réguliers et un bit est émis durant chaque intervalle.



Figure II.3 : Liaison série

On peut définir plusieurs notions liées à la transmission en série :

- Le découpage du temps en intervalles réguliers, ceci nécessite la présence d'une horloge auprès de l'émetteur et du récepteur.
- La synchronisation est nécessaire entre l'émetteur et le récepteur, pour que ce dernier fasse les observations aux instants corrects.
- Les observations faites par le récepteur, qui ont lieu à des instants précis constituent l'échantillonnage du signal. [2]

De nos jours, la communication série est la plus utilisée car elle nécessite moins de câblage réduisant ainsi son coût, alors que la communication parallèle n'est utilisée que pour des distances très courtes.

4. Les modes de transmission de la communication série

Deux techniques de transmission sont utilisables pour la mise en place d'une communication série : synchrone et asynchrone.

4.1. La transmission asynchrone

Dans ce mode de transmission, les octets sont émis de manière aléatoire, au fur et à mesure de leur disponibilité, l'envoi du message se fait de la manière suivante :

- Au repos, la ligne de transmission est mise à l'état haut.
- Émission d'un ou de plusieurs bits de départ de valeur 0, la ligne passe donc à l'état bas.

- Émission du message en partant du bit du poids faible.
- Afin de permettre la vérification de la validité de l'octet reçu, un bit de parité est émis, il en existe deux types :
    - Parité paire : le bit est de valeur 0 si le nombre de bits 1 de l'octet transmis est pair et 1 si ce nombre est impair.
    - Parité impaire : le bit est de valeur 1 si le nombre de bits 1 de l'octet transmis est pair et 0 si ce nombre est impair.
- Émission d'un ou plusieurs bits d'arrêt et la ligne reprend son état haut de repos, un nouveau message peut donc être transmis.

4.2. La transmission synchrone

Dans ce mode, les octets constituants le message sont envoyés les uns après les autres sans temps mort sous forme de trames, ces trames sont composées d'un caractère de début de transmission (STX : Start of Text), le message à transmettre, une somme de contrôle pour la vérification de la validité de l'information, et enfin d'un caractère de fin de transmission (ETX : End of Text)

STX	Données	Somme de contrôle	ETX

Figure II.4 : Trame d'une transmission synchrone

5. Les types d'échange

On distingue trois types de communication :

5.1. Simplex :

Elle est toujours unidirectionnelle, le poste "A" envoi le message au poste "B" et n'attend aucune réponse en retour.

5.2. Half-Duplex :

Elle est bidirectionnelle alternée, les deux participants peuvent envoyer et recevoir des messages mais de manière alternée, c.-à-d. un seul des deux peut émettre à un instant donné.

5.3. Full-Duplex :

Elle est bidirectionnelle simultanée, les deux participants peuvent envoyer et recevoir des messages en même temps.

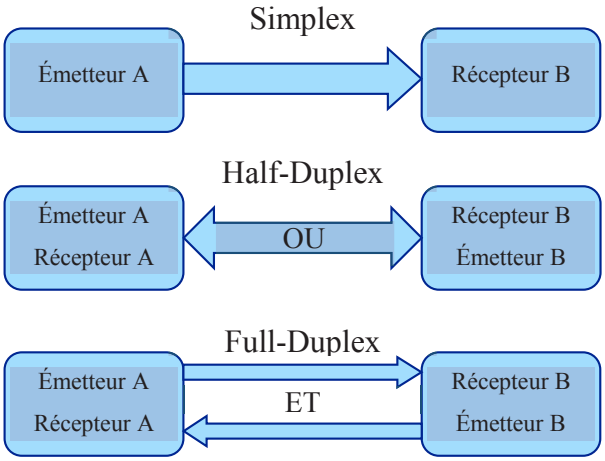


Figure II.5 : Les modes de transmission

6. Importance de la communication industrielle

La communication a permis la révolution du secteur industriel en apportant de nombreux avantages économiques et technologiques, permettant ainsi une croissance exponentielle du rendement des installations.

La décentralisation des systèmes a permis des gains de câblages considérables car elle utilise des techniques de transmission série qui peut se faire sur de longues distances, ce qui a rendu possible la mise en communication d'équipements éloignés et de synchroniser ainsi les différentes taches des procédés, et parfois même des installations entières.

L'économie du temps apportée par l'intégration de la communication dans l'industrie est non négligeable, car elle permet d'automatiser les échanges de données qui se fait désormais avec des temps de réactions très courts (quelques centièmes de seconde au maximum), sans compter les possibilités de diagnostic et de contrôle poussées qu'elle permet d'exécuter.

7. Les protocoles de communication industriel

Pour établir une communication entre les équipements d'une installation industrielle, il faut adopter un protocole de communication, il en existe beaucoup, dont les caractéristiques sont très variées, parmi ces protocoles on trouve le ModBus, le PROFINET, le PROFIBUS, le MPI et tant d'autres. Le choix se fait donc suivant le besoin de l'installation, les performances exigées, et surtout le budget mis en œuvre. La plupart de ces protocoles ont un point commun, ils peuvent utiliser la couche physique RS-485.

7.1. RS-485

7.1.1. Présentation

Le RS-485 est une norme de conception de couche physique utilisé dans bon nombre de protocoles de communication industriels.

Il permet à plusieurs périphériques (jusqu'à 32) de communiquer sur un seul bus, à des distances allant jusqu'à 1200 mètres. La longueur du réseau et le nombre de nœuds peuvent être facilement étendus en utilisant l'une des variétés de répéteur existante sur le marché. Le RS-485 utilise une transmission différentielle sur une paire torsadée ce qui augmente son immunité au bruit et diminue les émissions de ce dernier.

Un réseau RS-485 peut être configuré de deux manières, "deux fils" ou "quatre fils". Dans un réseau à "deux fils", les équipements sont connectés via une seule paire torsadée leur permettant de communiquer en half-duplex. Sur les réseaux à "quatre fils" la connexion entre les équipements se fait sur deux paire torsadées permettant une communication en full-duplex. Dans chacune de ces configurations, les périphériques sont adressables, permettant à chaque nœud de communiquer de manière indépendante.

7.1.2. Caractéristiques techniques

La couche physique RS-485 possède les caractéristiques suivantes :

Tableau II-1 : Caractéristiques technique de RS-485 [3]

Attribut :	**Spécification :**
Branchement	Multipoints
Nombre maximum d'équipement	32
Mode de communication	Half-duplex ou Full-duplex
Distance maximale	1200 m
Vitesse de transmission maximale	10 Mbits/s
Mode de transmission	Différentiel

7.1.3. Applications

Le RS-485 est utilisé dans plusieurs domaines. Dans l'industrie il constitue la couche physique de nombreux protocoles de communication tel que le ModBus et le PROFIBUS. On le retrouve aussi dans les ordinateurs et dans beaucoup de systèmes informatiques et automatiques. [4]

7.2. Interface multipoint (MPI)

1. Présentation

L'interface MPI (MultiPoint Interface) est une interface propriétaire des automates programmables industriels SIMATIC S7 de la compagnie Siemens. Elle est utilisée pour le raccordement des stations de programmation, des pupitres opérateurs, ainsi que pour d'autres appareils appartenant à la famille SIMATIC. [5]

Elle est simple et économique puisqu'elle ne nécessite pas l'utilisation de module supplémentaire, elle est intégrée dans tous les produits SIMATIC S7. [6]

7.2.1. Caractéristiques techniques

L'interface multipoint possède les caractéristiques techniques illustrées dans le tableau II.2 :

Tableau II-2 : Caractéristiques techniques du MPI [7]

Nombre maximum d'équipement	32
Procédé d'accès	Jeton
Média de transfert	Câble blindé en cuivre à deux fils (RS-485), ou fibre optique.
Vitesses de transmission	De 19,2 Kbit/s jusqu'à 12Mbit/s
Topologie du réseau	Bus ou à structure arborescente (avec des répéteurs).
Extension du réseau	Taille du segment de 50 m max., avec des répéteurs RS-485 jusqu'à 1100 m, avec des OLM jusqu'à 100 km

La figure II.6 montre un exemple d'équipements qui peuvent être connectés sur un réseau MPI.

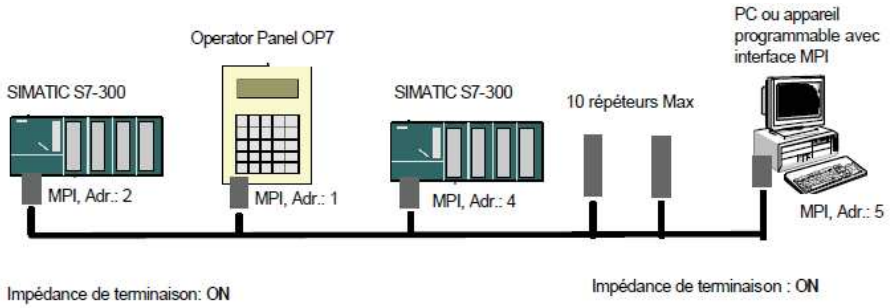


Figure II.6 : Exemple de configuration réseau MPI [7]

7.2.2. Domaines d'utilisations

Le MPI est principalement utilisé dans des installations industrielles équipées de matériels de marque siemens pour des distances relativement faibles. Son inconvénient majeur est qu'il ne peut être utilisé qu'avec des équipements siemens.

7.3. MODBUS Série

1. Présentation

Le protocole MODBUS Série est un protocole Maître/Esclave qui permet à un seul et unique maître de communiquer avec des esclaves en envoyant ou en recevant des données. Le maître peut s'adresser aux esclaves individuellement (question) ou envoyer un message de diffusion générale à tous les esclaves (broadcast). Les esclaves renvoient un message (réponse) aux requêtes qui leur sont adressées individuellement. Les requêtes de diffusion générale du maître n'attendent pas de réponse en retour. [8]

Une question ModBus contient l'adresse de destination, la fonction à exécuter, les données nécessaires à l'exécution de la fonction, et une somme de contrôle pour la détection d'éventuelles erreurs.

Le nombre maximal de nœuds qui peuvent être connectés sur un réseau MODBUS et de 247.

7.3.1. Caractéristiques techniques du MODBUS série

Les principales caractéristiques techniques du MODBUS série sont données dans le tableau II.3.

Tableau II-3 : Caractéristiques techniques du MODBUS série [9]

Couche physique	RS-485 ou RS-232
Câble	Paire torsadée
Débit	9.6 Kbits/s jusqu'à 5 Mbits/s
Distance max	1200 m sans répéteur
Topologies	Bus, Arbre
Méthode d'accès	Maitre/esclave
Mode de transmission	RTU, ASCII

7.3.2. Domaines d'utilisation du MODBUS Série

Le MODBUS série est un protocole de communication utilisé dans divers domaines notamment dans le domaine manufacturier, infrastructure, énergies et bâtiments.

7.4. PROFIBUS

7.4.1. Présentation

PROFIBUS est un bus de terrain propriétaire, il permet l'établissement d'une communication série entre plusieurs équipements connectés sur le même bus, le réseau comporte une ou plusieurs stations maîtres (généralement des APIs) dont le rôle est de gérer le réseau et de commander les stations esclaves depuis lesquelles elles reçoivent les données d'entrée de procédé et les données de diagnostic, et vers lesquelles elles envoient les données de sortie de procédé et les données de commande, les données d'entrée et de sortie sont transmises de manière cyclique alors que les données de diagnostic et de commande sont transmises de manière acyclique sur requête du maître.

PROFIBUS proposes différents profils chacun conçu pour une application particulière, le plus utilisé est le PROFIBUS DP (Decentralized Peripheral) qui répond aux besoins généraux d'automatisme, où l'ensemble des périphériques sont connectés à un contrôleur central via un seul bus, le transport peut se faire via un câble en cuivre ou sur une fibre optique, sa vitesse de transmission peut atteindre 12 Mbits/s.

Un autre profil très utilisé dans l'industrie des procédés est le PROFIBUS PA (Process Automation) qui en plus de transmettre les données, transmet aussi l'alimentation des équipements connectés, il est particulièrement conçu pour les zones à risques (d'explosion notamment), sa couche physique permet d'alimenter les instruments connectés sur le bus tout en limitant le courant qui permettrait une explosion, même en cas de défaut, cependant cette architecture limite le nombre d'équipement peuvent être connectés, et la vitesse de transmission est fixée à 31.25 kbit/s.

Il existe aussi d'autres profils mais qui sont moins répondus, comme PROFISafe qui intègre les aspects de sécurité, et PROFIDrive qui prend en compte les exigences particulières du Motion Control [10]

7.4.2. PROFIBUS DP

Ce profil est utilisé pour décentraliser une installation, ceci a pour effet une réduction notable des frais de câblage, les modules d'E/S, qui sont des esclaves, sont ainsi plus proche du terrain et sont reliés au contrôleur central, qui est le maître, par un bus série à haut débit.

Le réseau cuivre, qui est le plus utilisé de fait de sa simplicité, est composé de deux fils, vert et rouge, isolé par un double blindage en utilisant un feuillard et une tresse, et l'ensemble est enveloppé dans une gaine en plastique de couleur violette.

Le réseau est composé de plusieurs segments relié entre eux par des répéteurs, chaque segment peut connecter jusqu'à 32 appareils, le nombre maximum de répéteur est de 9, et le nombre total de station sur le bus ne peut pas excéder 126.

Le réseau optique permet d'étendre l'installation sur plusieurs kilomètres (>15 km), il est le plus souvent utilisé conjointement avec le réseau cuivre, l'interconnexion des deux réseaux se fait via des OLM (Optical Link Module), la distance entre deux OLM peut atteindre 15 km en cas d'utilisation d'une fibre optique en verre, et 80 m pour une fibre optique en plastique, et le nombre maximal d'OLM dans le réseau est de 122. [11]

7.4.3. PROFIBUS PA

Ce profil PROFIBUS très utilisé dans l'industrie des procédés, où le risque d'explosion est élevé, comme c'est le cas dans l'industrie chimique ou pétrolière, les instruments de mesure et les actionneurs sont connectés sur le même bus qui transporte l'alimentation des équipements en plus des données, les fils sont blindés par une feuille conductrice et une tresse, l'ensemble tient dans une gaine en plastique de couleur caractéristique bleue. La vitesse de transmission est fixée à 31.25 kbit/s. Son mode de fonctionnement est identique à celui du PROFIBUS-DP, en effet, ils utilisent le même protocole, la seule différence réside dans la couche physique, par conséquence, les deux réseaux DP et PA peuvent être connectés entre eux via des coupleurs DP/PA.

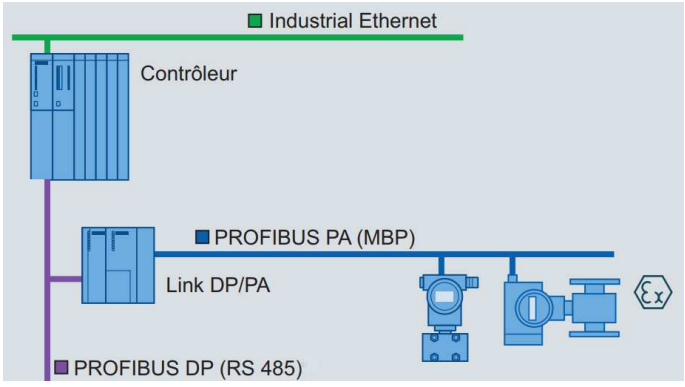


Figure II.7 : Interconnexion de PROFIBUS DP et PA

7.4.4. Domaines d'utilisation

Le PROFIBUS est utilisé dans de nombreux secteurs industriels, à savoir l'industrie manufacturière, l'énergie, l'industrie des procédées, ainsi que dans la sécurité et les infrastructures.

7.5. PROFINET IO :

7.5.1. Présentation

PROFINET est un standard de communication ouvert pour l'automatisation industrielle, c'est une évolution du réseau PROFIBUS DP vers une base Ethernet, il possède certains concepts de base qui ont valorisé PROFIBUS sur le marché tel que la simplicité de mise en œuvre, possibilité et faire des diagnostiques et l'utilisation des fichiers descriptifs. Il ne s'agit pas Pour autant d'une simple encapsulation du protocole PROFIBUS dans des trames Ethernet. PROFINET IO permet la réalisation d'applications décentralisées modulaires.

Du point de vue de la performance, la supériorité d'un réseau Ethernet tel que PROFINET IO est évidente. Cependant beaucoup d'installations n'ont pas un besoin immédiat d'amélioration en termes de vitesse, taille de données ou nombre de stations. [12]

7.5.2. Caractéristiques techniques de PROFINET IO

Le réseau PROFINET, étant basé sur Ethernet, il respecte les standards correspondants. Les stations supportent des connexions cuivre, fibre optique ou Wi-Fi.

La version cuivre, la plus répandue, est basée sur la norme 802.3u (Fast Ethernet) qui permet une communication à 100 Mbits/s en full-duplex, le câble cuivre est composé de deux paires torsadées protégées par deux blindages, feuillard et tresse, une gaine de couleur verte enveloppe le tout, l'essentiel des équipements dispose d'une connexion de ce type. L'utilisation du Wi-Fi est adaptée pour des applications mobiles et/ou difficiles à raccorder physiquement. La fibre optique est essentiellement utilisée dans le cadre de l'infrastructure et sert à interconnecter les switches entre eux.

PROFINET peut être déployé avec les différentes topologies classiques d'Ethernet (étoile, arborescente, maillé) ou en ligne comme dans les applications bus de terrain conventionnels, cette dernière est très utilisée de fait de l'économie du câblage qu'elle permet.

Une station PROFINET peut gérer trois types de trafic différents :

- Le trafic IT classique sans rapport avec PROFINET, par ex. accéder à la page web de l'équipement.
- Le trafic PROFINET non temps réel, destiné à configurer une station ou faire un diagnostic.
- Le trafic PROFINET temps réel qui concerne les données d'entrées/sorties du procédé. [12]

7.5.3. Les Constituants d'un réseau PROFINET

Il existe 3 types de stations (figure II.8) :

- IO Controller : C'est la station qui initie et gère les échanges, il s'agit d'un automate ou d'un PC.
- IO Device : Un équipement de terrain qui est assigné à un IO Controller : des E/S déportées, variateurs de fréquence, démarreurs, IHM…etc.
- IO Supervisor : Une station d'ingénierie permettant la configuration et le diagnostic d'un réseau PROFINET IO, typiquement un atelier logiciel sur PC. [12]

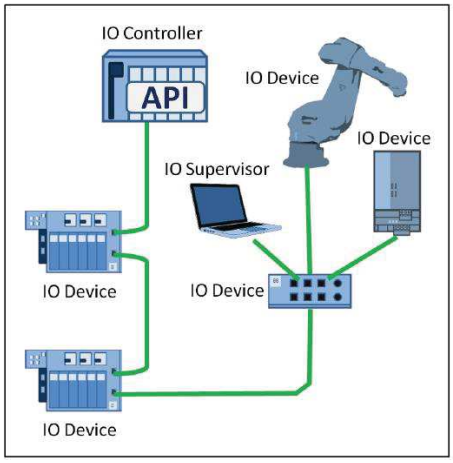


Figure II.8 : Exemple de configuration réseau PROFINET [12]

7.5.4. Domaine d'utilisation

Les domaines d'applications du PROFINET sont les mêmes que PROFIBUS, cependant grâce à ses caractéristiques il permet d'atteindre de meilleures performances, il est présent sur l'ensemble des secteurs industriels : Automobile, convoyage, robotique, conditionnement et emballage, et motion control. PROFINET est également embarqué dans des applications ferroviaires ou marines. [12]

8. Choix du protocole

Le protocole MPI est exclusivement utilisé par les produits Siemens et ne peut être utilisé sur les automates ABB, il est alors impossible d'utiliser ce protocole pour résoudre notre problème.

Les performances dont fait preuve le PROFINET sont excellentes, cependant, elles sont bien supérieures aux exigences demandées, en effet, le nombre d'équipements est réduit et la taille des données à envoyer n'est pas très grande, par conséquence, l'utilisation du PROFINET constitue un surcoût inutile.

Le ModBus est très simple à utiliser, par contre, sont protocole et sa couche physique sont très variables d'un fabricant à un autre, ce qui le rend difficilement utilisable dans des applications impliquant plusieurs marques, de plus, il est mieux adapté pour des connexions point à point entre deux appareils de même marque.

Pour les zones à risque il est préférable d'utiliser PROFIBUS PA, mais il devient inutile pour des applications ordinaires.

PROFIBUS DP est un protocole très robuste capable de piloter des installations entières, il fonctionne très bien quel que soit les fabricants des équipements à connecter, et il propose aussi des diagnostics détaillés pour le dépannage du réseau, et il permet la connexion simultanée de plusieurs équipements de performances et de marque différentes

Tableau II-4 : Tableau comparatif de quelques bus de terrain

		MPI	**ModBus Série**	**PROFIBUS DP**	**PROFIBUS PA**	**PROFINET**
Nombre max de participants	Sans répéteur	32	32	32	32	Quasi-illimité
	Avec répéteur	32	247	126	Non utilisé	Non utilisé
Vitesse max (Mbits/s)		12	5	12	31.25 kbit/s	100
Distance max (mètres)	Sans répéteur	50	1200	1200	1900	100 m entre deux équipements
	Avec répéteur	1100	Fonction du répéteur	10000	Non utilisé	Non utilisé
Standard		Non	Non	Oui	Oui	Oui
Immunité au bruit		Bonne	Bonne	Bonne	Très Bonne	Bonne

Dans notre cas, on souhaite connecter trois automates de marque Siemens avec un automate de marque ABB, c'est donc une application impliquant du matériel de marques différentes avec plus de deux équipements à connecter, PROFIBUS est donc la meilleure solution à adopter.

9. PROFIBUS DP

9.1. Présentation de PROFIBUS

PROFIBUS (Process Field Bus) est le nom d'un bus de terrain propriétaire et de son protocole [13], destiné à la communication inter-automate et des équipements de supervision et de commande et de certains équipements d'acquisition de données, il permet une communication numérique entre le système d'automatisation et les appareils de terrain via un seul câble de bus série en cuivre ou en fibre optique, cette communication se caractérise par la transmission cyclique des données de procédé et par la transmission acyclique des alarmes, des paramètres et des données de diagnostic. La réduction des frais de câblage et du matériel d'entrée et de sortie qui en découle implique de notables économies potentielles. [11]

Il est devenu une norme de communication dans le domaine industriel. Il propose une variété de profil conçu chacun pour un domaine particulier. Il a été créé par un partenariat de 21 entreprises et instituts allemandes (parmi lesquelles Siemens), mais il est devenu la propriété de Siemens [13]. La figure II.9 compare l'architecture d'un système conventionnel à l'architecture PROFIBUS.

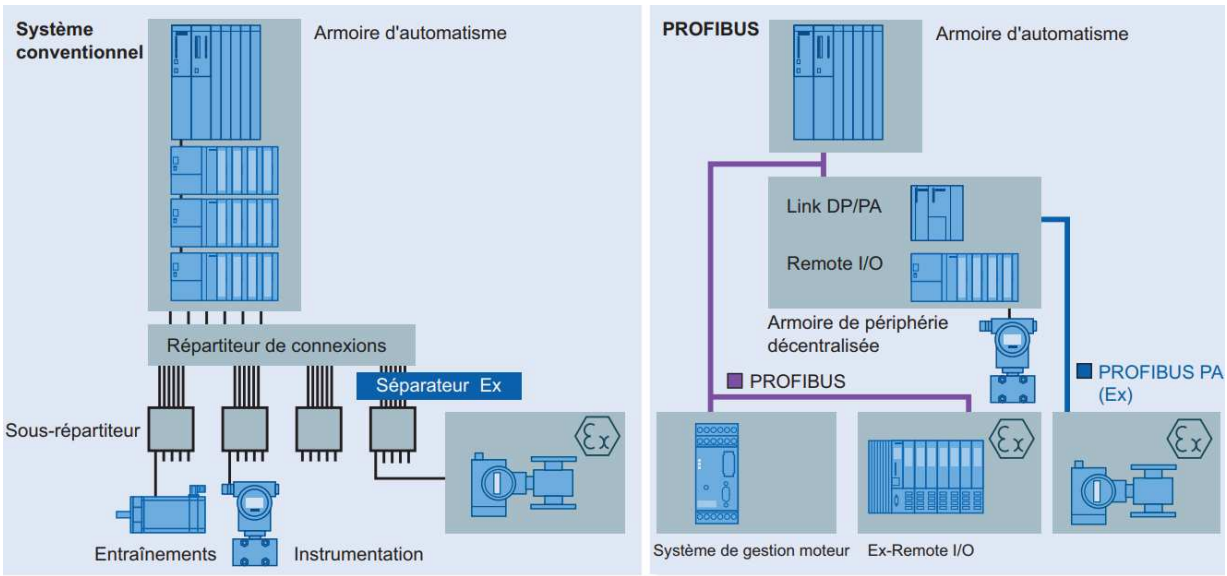


Figure II.9 : Comparaison entre la transmission conventionnelle des signaux et la configuration PROFIBUS [11]

9.2. Description du PROFIBUS DP

Le PROFIBUS DP (Decentralized Peripheral) est le profil PROFIBUS le plus utilisé, il répond aux besoins généraux d'automatisation, où l'ensemble des périphériques sont connectés à un contrôleur central via un seul bus.

La communication se fait via une fibre optique ou bien un câble en cuivre, la vitesse de transmission peut aller de 9.6 kbit/s à 12 Mbit/s en passant par des valeurs intermédiaires normalisées, l'utilisation de la fibre optique permet des vitesses de transmission élevées pour une grande longueur de bus (>15 km). Le bus en cuivre est plus simple d'utilisation, il possède une couleur caractéristique violette, la distance maximale du bus dépend de la vitesse choisie.

Le réseau cuivre est composé de plusieurs segments interconnectés par des répéteurs, le nombre maximal de répéteurs est de 9, 32 équipements peuvent être connectés sur le même segment, avec un maximum de 126 sur le bus entier. Le tableau II.4 représente les distances maximales autorisées de chaque segment en fonction de la vitesse de transmission.

Tableau II-5 : Le débit maximale de transmission en fonction de la longueur du segment [13]

Débit (kbit/s)	**9.6**	**19.2**	**45.45**	**93.75**	**187.5**	**500**	**1500**	**3000**	**6000**	**12000**
Longueur segment (m)	1200	1200	1200	1200	1000	400	100	100	100	100

9.3. Techniques de transmission

PROFIBUS DP est réalisable avec trois techniques de transmission différentes selon les circonstances de son utilisation, la plus répondue est le RS-485 pour sa facilité d'utilisation, et la fibre optique pour sa capacité de couvrir de plus grandes distances avec un débit maximal, une version sécurité intrinsèque de RS-485 existe pour l'utilisation dans des zone explosible Ex 1.

- RS-485 :

  C'est une technique de transmission simple et pratique à base d'un câble bifilaire blindé, il est composé de deux fils, un vert (nommé A) et un rouge (nommé B), ils forment une paire torsadée, elle est isolée par une feuille conductrice et une tresse, l'ensemble tient dans une gaine en plastique de couleur caractéristique violette. L'interface RS-485 limite le nombre des participants à 126.
- RS 485-iS :

Technique de transmission électrique sécurité intrinsèque réalisée par un câble bifilaire blindé pour une vitesse de transmission de 1,5 Mbit/s en zone Ex 1. Découplage de RS 485 et RS 485-iS par transmetteur-séparateur (coupleur RS 485-iS).

- Fibre Optique :

  Technique de transmission par fibre optique en verre ou en matière plastique, pour une transmission rapide de grande quantité de données dans des environnements fortement perturbés ou sur de grandes distances. La fibre peut être branchée directement sur les équipements si ceux-ci intègrent un connecteur femelle pour connexion optique, ou bien utiliser un module OLM (Optical Link Module) pour connecter des équipements à interface électrique sur un réseau optique, c'est la technique la plus utilisée. L'étendue globale du réseau n'est quasiment limitée que par les temps de propagation, la transmission optique étant réalisée quasiment sans pertes. [11]

9.4. Types de transmissions

Le PROFIBUS utilise deux types de transmissions lors de l'envoie des messages, ces types sont le SRD et le SDN.

- SRD (Send and Request Data with acknowledge) :

  Avec le RDN, les données sont envoyées et reçues en un seul cycle. Le maître envoi les données de sorties à l'esclave et exige une réponse contenant les données d'entrée avec acquittement du message. C'est le service le plus utilisé dans les réseau PROFIBUS DP lorsqu'il s'agit de s'adresser à un seul esclave.

- SDN (Send Data with No acknowledge) :

  Ce service est utilisé quand le maître s'adresse à plusieurs (multicast) ou à tous les esclaves à la fois (broadcast). Les esclaves ne répondent pas et n'acquitte pas ce type de message. [14]

9.5. Constituants du réseau

Un réseau PROFIBUS-DP est constitué d'équipements mis en communication via un bus unifié, parmi les équipements connectés, il doit y avoir un ou plusieurs maîtres de classe 1, un ou plusieurs esclaves, et éventuellement un maître de classe 2.

- Maître de classe 1 :

  Un maître de classe 1 est le contrôleur central responsable de la configuration du réseau, il fixe les paramètres du réseau et configure ainsi les esclaves, il établit et gère la communication sur le bus, il a la possibilité de commander les esclaves, comme par

exemple activer ou désactiver un esclave, il peut envoyer des messages sans requête externe, pendant la phase de fonctionnement normal, il échange des informations avec les esclaves de manière cyclique. L'existence d'un maître est obligatoire sur un réseau PROFIBUS, et plusieurs maîtres peuvent exister sur le même réseau, dans ce cas, un jeton doit s'échanger entre les maîtres, le détenteur du jeton possède le droit d'accès au bus.

- Maître de classe 2 :

  Un maître de classe 2 est optionnel, c'est un ordinateur de programmation ou un panel d'opérateur, il est utilisé pour les tâches de supervision et de commande. [15]

- Esclave :

  Les esclaves sont les équipements périphériques, ils ne possèdent pas de droit d'accès au bus, ils échangent des données avec le maître sur ordre du ce dernier de manière cyclique, ils peuvent échanger un maximum de 244 octets de données d'entrée et 244 octets de données de sortie [15]. Un esclave peut être un appareil de terrain intelligent, tel que variateurs de fréquence, ou des périphériques décentralisés, comme des modules d'E/S déportés.

9.6. Fonctionnement

Les paramètres du réseau, tel que la vitesse de transmission et la constitution du réseau, sont enregistrées dans le maître, au démarrage, il envoie des trames de configuration aux esclaves, le but est de vérifier que la configuration réelle des esclaves (le nombre d'esclaves, leur type, la longueur des données d'entrés et de sorties…) concorde avec la configuration indiquée dans son programme, si cette phase se termine sans erreur, alors il envoie les trames de paramétrage, elles sont destinées à configurer les esclaves pour s'adapter aux paramètres du réseau. Si ces deux phases se sont déroulées sans erreur, alors l'échange cyclique des données entre le maître et les esclaves peut commencer. Si une éventuelle erreur est détectée, la communication ne pourra pas s'établir, et le maître déclenchera une alarme défaut de bus. Les esclaves peuvent envoyer des données de diagnostics au maître de manière acyclique sur demande de ce dernier.

9.7. Protocole PROFIBUS

Les messages envoyés via le protocole PROFIBUS différent selon leur contenu, ainsi, une trame ne contenant aucune donnée est composée successivement d'un ou plusieurs délimiteurs de début (SD1 : Start Delimiter 1, 1 octet), l'adresse de destination (DA : Destination Adress, 1 octet), l'adresse de l'émetteur (SA : Source Adress, 1 octet), un code de fonction (FC : Function Code, 1 octet : il précise l'opération à faire), la séquence de vérification de la trame (FCS : Frame Check

Sequence, 1 octet), et enfin le délimiteur de fin (ED : End Delimiter, 1 octet). Cette configuration est illustrée dans la figure II.10.



Figure II.10 : Constitution d'une trame sans données

Le message peut aussi contenir des données, ces données peuvent avoir une taille fixe ou variable, les figures II.11 et II.12 montrent la constitution d'une trame de données de taille variable (Figure II.11) et d'une trame de données de taille fixe (Figure II.12).



Figure II.11 : Constitution d'une trame de données de taille variable



Figure II.12 : Constitution d'une trame de données de taille fixe

Où :

LE (Length) : c'est la taille de la donnée transportée y compris les blocs DA, SA et FC, il occupe un espace de 1 octet.

LEr (Length repeated) : une confirmation de la taille de la donnée.

Les données transférées sont contenues dans la séquence DU (Data Unit). Sa taille peut varier de 1 à 244 octets.

Dans une configuration multi-maîtres, un jeton est utilisé pour désigner quel maître possède le droit d'accès au bus, il est composé d'un délimiteur de début, d'un FCS, et enfin d'un délimiteur de fin (figure II.13), il est échangé entre les maîtres à tour de rôle.



Figure II.13 : Constitution d'une trame de jeton

Le type de la trame est reconnu d'après la valeur du délimiteur de début, il en existe quatre valeurs différentes :

- SD1 : Le délimiteur de début d'une trame ne contenant pas de données, sa valeur hexadécimale est 0x10.

- SD2 : Le délimiteur de début d'une trame de longueur variable, sa valeur hexadécimale est 0x68.
- SD3 : Le délimiteur de début d'une trame de longueur fixe, sa valeur hexadécimale est 0xA2.
- SD4 : Le délimiteur de début d'une trame de jeton, sa valeur hexadécimale est 0xDC.

Le code de fonction spécifie le type du message, il peut avoir les valeurs suivantes :

Tableau II-6 : Codes FC des trames de requêtes [14]

Code FC	Fonction
4	SDN basse priorité
6	SDN haute priorité
7	Demande des données de diagnostique
12	SRD basse priorité
13	SRD haute priorité
14	Demander identifiant

Tableau II-7 : Codes FC des trames d'acquittement [14]

Code FC	Fonction
0	Acquittement positif
1	Acquittement négatif, erreur de l'interface PROFIBUS
2	Acquittement négatif, mémoire indisponible pour les données reçues
3	Acquittement négatif, service non activé

9.8. Architecture de bus

Il existe principalement deux types d'architecture pour le PROFIBUS DP, le réseau cuivre RS-485, et le réseau en anneau optique.

9.8.1. Réseau cuivre RS-485

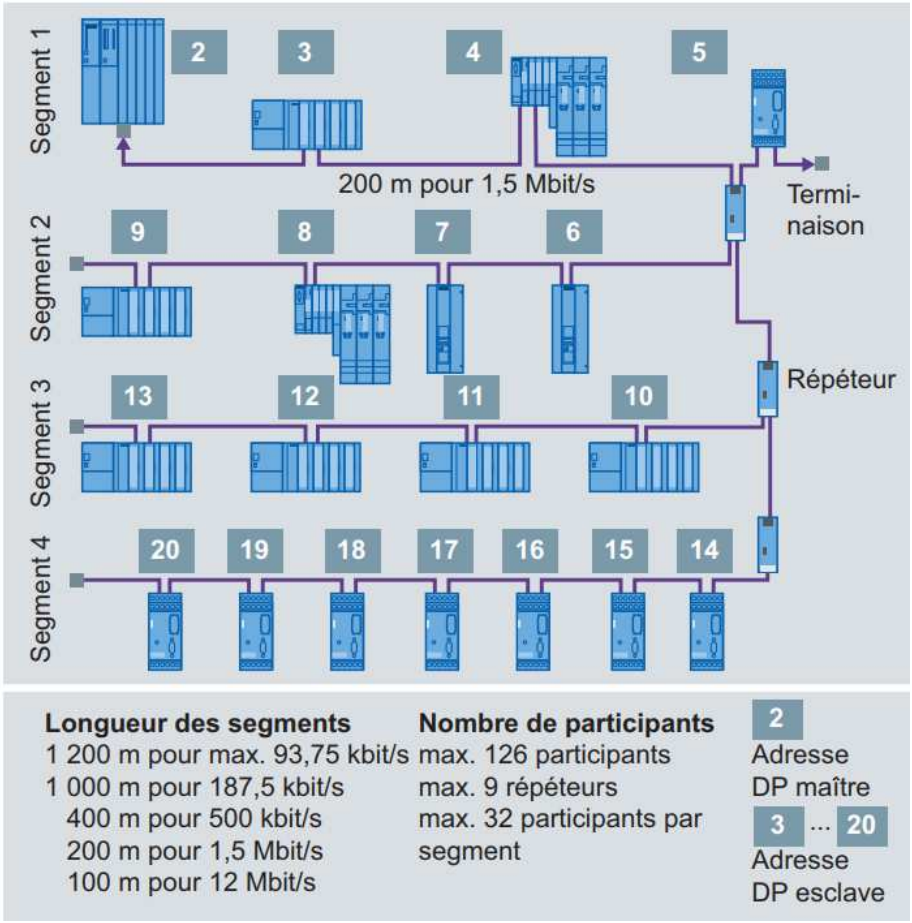


Figure II.14 : Réseau cuivre RS 485 de topologie linéaire arborescente [11]

La technique de transmission RS-485 bifilaire est simple à mettre en œuvre, convient parfaitement aux réseaux ayant une topologie linéaire/arborescente et des vitesses de transmission élevées. Bien que l'étendue totale du réseau soit moindre que celle d'un réseau optique, il est possible d'atteindre des distances de 1 km (avec 12 Mbits/s) à 10 km (avec 187,5 kbits/s) en utilisant jusqu'à 9 répéteurs pour la segmentation du réseau et le rafraîchissement des signaux.

Chaque segment peut comporter jusqu'à 32 participants, et 126 pour l'ensemble du bus, chaque segment doit être muni d'une terminaison active qui est soit intégrée dans l'appareil (dans le répéteur par exemple), soit disponible dans le connecteur femelle RS-485 [11]. La figure II.14 montre un exemple de configuration d'un réseau cuivre.

9.8.2. Anneau optique

Les câbles de bus optiques sont certes plus chers que les réseaux cuivre RS 485, mais ils sont insensibles aux perturbations électromagnétiques et, lorsqu'ils sont constitués de fibres optiques en verre, ils peuvent couvrir des distances de plus de 15 km avec une vitesse de transmission de 12 Mbits/s. Outre les réseaux purement optiques, ce sont surtout les combinaisons de réseaux

cuivre et optiques qui se sont établies dans la pratique en conjuguant les avantages des deux techniques de transmission, à savoir la facilité de manipulation, la grande couverture et l'insensibilité aux perturbations. Avec une structure en anneau tolérante aux pannes, le réseau optique peut éviter les pannes de communication en cas d'endommagement ou de rupture du câble ou d'un équipement. L'intégration des segments cuivre du bus dans l'anneau optique s'effectue au moyen de coupleurs optiques (OLM : Optical Link Module). Un anneau optique peut contenir jusqu'à 122 OLM avec une distance maximale de 15 km entre deux OLM et jusqu'à 32 participants sur le bus électrique par OLM. [11]

Un exemple de réseau optique en anneau couplé à un réseau cuivre est illustré sur la figure II.15.

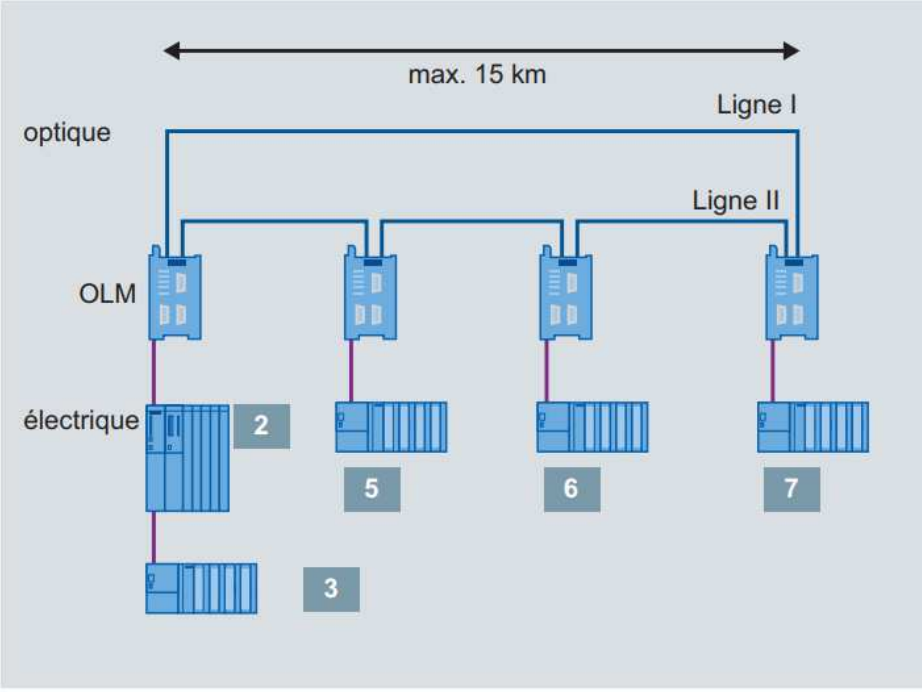


Figure II.15 : Exemple de configuration d'un anneau optique combiné à un réseau cuivre [11]

9.9. Caractéristiques techniques de PROFIBUS DP

En résumé, un réseau PROFIBUS DP possède les caractéristiques techniques résumées dans le tableau II.8 :

Tableau II-8 : Caractéristiques techniques des réseaux PROFIBUS DP [11]

Transmission des données	RS 485	RS 485-iS	Fibres optiques
Vitesse de transmission	9,6 kbits/s jusqu'à 12 Mbits/s	9,6 kbits/s jusqu'à 1,5 Mbits/s	9,6 kbits/s jusqu'à 12 Mbits/s
Câble	Câble bifilaire blindé	Câble bifilaire blindé	FO plastique ou FO verre
Topologie	linéaire, arborescente	linéaire	anneau, étoile, linéaire
Participants par segment	32	32	-
Participants par réseau (avec répéteur)	126	126	126
Longueur de câble par segment en fonction de la vitesse de transmission	Voir tableau II.5	• 1000 m pour 187.5 kbits/s • 400 m pour 500 kbits/s • 200 m pour 1.5 Mbits/s	• 80 m pour une FO en plastique à 12 Mbits/s • > 15 km pour une FO en verre à 12 Mbits/s
Répéteurs pour le rafraîchissement des signaux des réseaux RS 485	max. 9	max. 9	non pertinent

10. Conclusion

La communication est très importante dans l'industrie, et pour la mettre en œuvre, un grand choix s'offre à nous, plusieurs protocoles existent, et le choix se fait selon les caractéristiques de chacun, une fois le choix fait, il faut doter l'installation de matériels nécessaires à la mise en place du protocole choisit.

Chapitre III : Matériels

Chapitre III : Matériels

1. Introduction

L'unité de production de sucre roux à Cevital abrite plusieurs automates, un automate principal qui gère toute l'installation (un ABB AC 800F), et trois automates gérant chacun une turbine, qui sont des Siemens S7-300 doté de la CPU 315-2 DP, pour mettre en communication ces deux types d'automates, on doit leurs installer des modules de communications appropriés au protocole PROFIBUS.

La marque ABB propose un seul module de communication PROFIBUS pour ses automates AC 800F, c'est le FI 830F, alors que Siemens propose trois modèles de processeurs de communication pour ses S7-300, CP 342-5, CP 343-5 et le CP 342-5 FO.

2. S7-300

2.1. Présentation du S7-300

Le S7-300 est un automate programmable industriel modulaire du géant allemand siemens. Il propose un très large choix de modules pour des applications diverses : des E/S déportées, des modules de communication pour le raccordement au bus de terrain les plus connus, des modules de mesure de débit, des modules de régulation…etc.

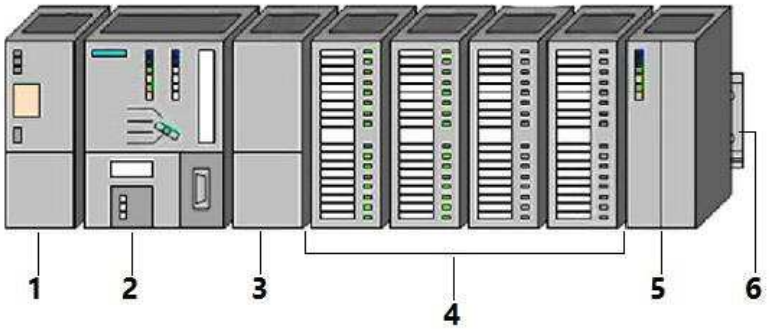
Il répond aux besoins les plus poussés de l'automatisme, ce qui fait de lui un choix très recommandé pour la réalisation de systèmes automatisés performants.

2.2. Description du S7-300

Le S7-300 est un automate modulaire qui peut être utilisé dans un système centralisé ou décentralisé. Il est composé essentiellement d'un châssis, une alimentation, une CPU, et un ou plusieurs modules de signaux, d'autres modules optionnels existent pour réaliser des taches autre que celles de base. Dans ce qui suit une brève description des modules les plus importants :

- Profilé-support (châssis) : C’est le support sur lequel les modules du S7-300 se fixent.
- Alimentation (PS : Power Supply) : Elle convertit la tension réseau (AC 120/230 V) en une tension de service DC 24V et assure l’alimentation de la CPU ainsi que ses modules et certains capteurs.
- CPU : C'est la partie active de l'automate, elle reçoit les états des entrées, exécute le programme utilisateur et adapte les sorties en conséquences.
- Modules de signaux (SM : Signal Module) : C'est les modules chargés d'acquérir les données en provenance des capteurs et d'imposer l'état des sorties sur ordre de la CPU.

- Processeur de communication (CP) : Il soulage la CPU des tâches de communication, comme par exemple le CP 342-5 pour liaison au PROFIBUS-DP.
- Coupleur (IM : Interface Module) : Il relie les différentes rangées d'un S7-300 entre elles.



1 : Alimentation

2 : CPU

3 : Coupleur

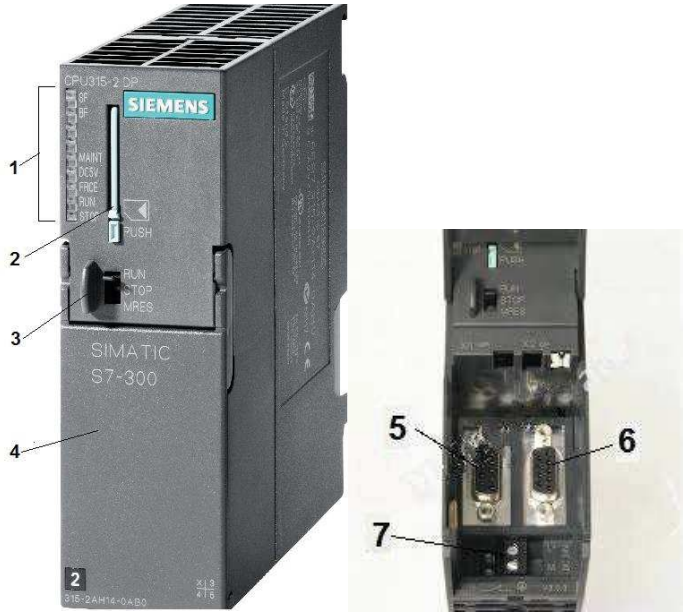
4 : Modules de signaux

5 : Processeur de communication

6 : Profilé-support

Figure III.1 : Exemple de configuration matérielle d'une S7-300

2.3. Description de la CPU 315-2 DP



1 : LED de visualisation d'état et de défaut

2 : Logement pour carte mémoire

3 : Commutateur de mode de fonctionnement

4 : logement des ports de communication et d'alimentation

5 : Interface multipoint MPI des CPU

6 : Interface PROFIBUS DP

7 : Bornes d'alimentation

Figure III.2 : Vue de face d'une CPU 315-2 DP

Le commutateur de mode de fonctionnement couvre les fonctions suivantes :

- RUN-P (mode de fonctionnement RUN-PROGRAM) : La CPU traite le programme utilisateur qui peut être modifié sans passer au mode STOP.

- RUN : La CPU traite le programme utilisateur qui ne peut pas être modifié sans passer au mode STOP.
- STOP : La CPU ne traite aucun programme utilisateur, la modification du programme est permise.
- MRES (Effacement général) : Position instable du commutateur de mode de fonctionnement pour effacement général de la CPU. Pour réaliser un effacement général avec le commutateur de mode, il faut respecter un ordre particulier de commutations.

La carte mémoire permet d'étendre la mémoire de chargement de la CPU, de sauvegarder le programme utilisateur et les paramètres de la CPU et des modules. [16]

Cette CPU dispose d'une interface PROFIBUS DP qui permet une vitesse maximale de 12 Mbits/s, et d'une interface MPI.

3. Processeur de communication PROFIBUS pour S7-300

3.1. Présentation

Les CP PROFIBUS sont des processeurs de communication destinés à connecter un S7-300 à un réseau PROFIBUS, ils offrent toute une série de services de communication pour l'exécution de diverses tâches. [17]

Siemens propose trois CP PROFIBUS pour ses automate S7-300 : CP 342-5 et CP 343-5 utilisant des paires torsadées, et le CP 342-5 FO qui utilise la fibre optique pour communiquer, chaque CP possède ses propre caractéristiques, le choix dépend alors des besoins.

3.2. Différence par rapport à l'interface intégrée à la CPU

L'utilisation d'un CP sur un automate de marque siemens est différent de l'utilisation de l'interface DP implémentée par défaut dans certaines CPU de la marque (comme par exemple la CPU 315-2DP), pratiquement on note les différences suivantes :

- Lors de l'utilisation du CP en mode maître DP, le système maître DP est créé lors de la configuration du CP et non pas de la CPU.
- La lecture et l'écriture des données d'E/S et de diagnostic doivent être déclenchées par des blocs de type FC implémentées au sein du programme utilisateur Step7.
- Il est possible d'utiliser comme zone de données de périphérie non seulement une mémoire image de process mais également des mémentos ou des blocs de données. [17]

3.3. Choix du CP PROFIBUS

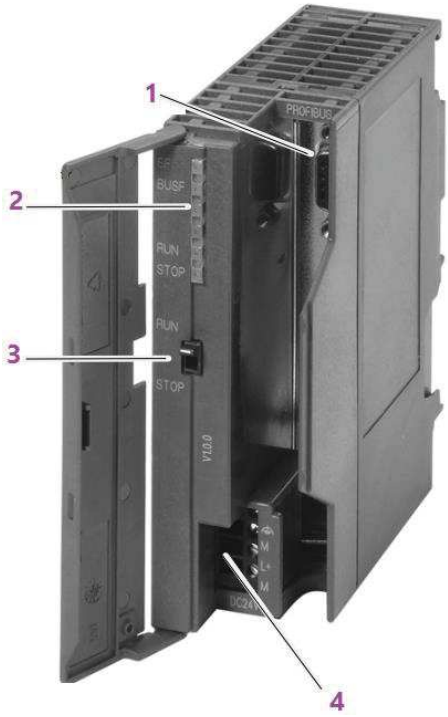
Tableau III-1 : Tableau comparatif des CP PROFIBUS du Siemens [17]

		CP 342-5	CP 342-5 FO	CP 343-5
Mode DP	**Maître**	Oui	Oui	Non
	Esclave	Oui	Oui	Non
Support de transmission		Paire torsadée	Fibre optique	Paire torsadée

L'utilisation d'une fibre optique n'est pas requise car la distance entre les équipements à connecter est très courte. Le CP 343-5 ne peut pas être utilisé en mode DP dans un réseau PROFIBUS, on utilisera donc le module CP 342-5 pour la réalisation du projet.

3.4. Description du CP 342-5

Le CP 342-5 est un module compact, simple à monter sur le profilé support du S7-300, les éléments de commande, les indicateurs d'état et les connecteurs de bus sont sur la face avant, facilitant ainsi les manipulations. [17]



1 : Connecteur PROFIBUS

2 : Indicateurs d'état et d'erreur

3 : Sélecteur de mode (Run/Stop)

4 : Bornes d'alimentation

Figure III.3 : Vue de face du CP 342-5 [17]

3.5. Caractéristiques techniques du CP 342-5

Le CP PROFIBUS 342-5 pour Simatic S7-300 supporte des vitesses de transmission allants jusqu'à 12 Mbits/s. Il peut être embroché aux emplacements 4 à 11 du profilé support de base ou sur un châssis d'extension. Plusieurs CP peuvent être utilisés en même temps, le nombre maximum dépend du système. [17]

Il peut être utilisé comme maître DP ou esclave DP sur un réseau PROFIBUS, mais pas les deux à la fois. Il supporte la communication avec une large variante de périphériques quelques soit leur fabricant ou leurs caractéristiques, lorsqu'il est configuré comme maître DP l'utilisation du fichier GSD (General Station Description) est nécessaire lorsqu'il s'agit d'ajouter un périphérique non fabriqué par Siemens comme esclave.

Son utilisation nécessite la programmation des blocs DP_SEND et DP_RECV dans le programme utilisateur Step7 de la CPU.

3.6. Fonctionnement du CP 342-5

Le CP PROFIBUS des S7-300 agit comme intermédiaire entre la CPU et les périphériques de terrains connectés au réseau, il transmet les données d'entrées et de sorties du procédé entre l'automate et les appareils de terrain. La communication est pilotée par le programme utilisateur dans la CPU en utilisant des blocs particuliers de type FC (Fonction Bloc), ils assurent :

- La transmission des données de sortie du procédé à partir d'une zone de données à spécifier de la CPU vers un appareil de terrain.
- L'inscription des données d'entrée du procédé, lues sur l'appareil de terrain, dans une zone de données à spécifier de la CPU.
- L'exécution des diagnostics. [17]

Le CP 342-5 permet deux modes de fonctionnement sur un réseau PROFIBUS DP : maître DP de classe 1, ou esclave DP, la configuration se fait en utilisant le logiciel de configuration Step7.

3.6.1. Fonctionnement du CP 342-5 en mode maître DP

L'échange de données entre le maître DP et ses esclaves se fait de manière cyclique, et s'effectue via des tampons d'émission et de réception du CP PROFIBUS, l'échange de données est déclenché par le maître DP qui émet des données de sortie vers l'esclave DP et y lit les données d'entrée.

Pour utiliser un CP PROFIBUS sur un S7-300, il est nécessaire d'implémenter dans le programme utilisateur des blocs FC afin de déclencher l'échange de données, ces blocs sont :

- DP_SEND : Il inscrit les données d'une zone de données DP spécifié de la CPU (à spécifier lors de la programmation du bloc) dans le tampon d'émission du CP PROFIBUS qui les transmet ensuite automatiquement aux esclaves.
- DP_RECV : Les données lues sur les esclaves sont inscrites dans la tampon de réception du CP, ce bloc copie ces données dans une zone de données DP spécifiée de la CPU. [17]

La figure III.4 décrit le rôle de ces blocs FC.

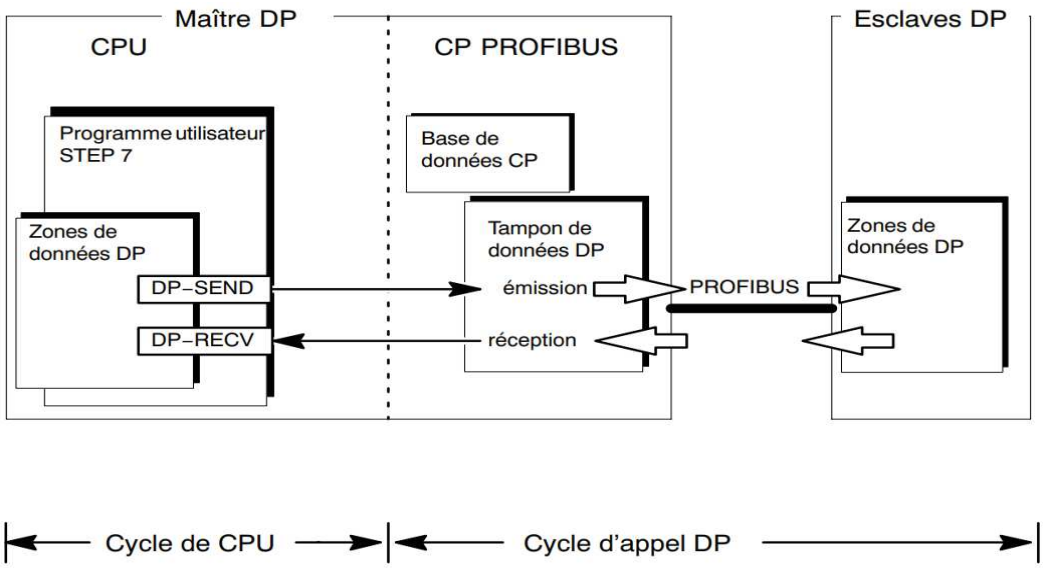


Figure III.4 : Interaction entre CPU et CP PROFIBUS en mode maître DP [17]

Les données transférées via PROFIBUS peuvent être écrites dans des zones mémoire de la CPU, ces zones sont la mémoire image, la zone de mémentos ou les blocs de données.

Lors de la mise en marche, le maître DP est à l'état d'arrêt ou hors ligne, dans cet état, aucune communication n'est établie entre le maître et les esclaves, puis le CP passe en mode CLEAR, dans cette phase, les esclaves qui figurent dans la base de données du CP sont activés et configurés, les entrées de procédé sont activées (données en provenance des esclaves) tandis que les sorties de procédé restent désactivées (les données que le maître envoi), ensuite le CP passe en mode marche, et l'échange cyclique des données se met en route et la communication est correctement initialisée. [17]

3.6.2. Fonctionnement du CP en mode esclave DP :

Lorsque le CP PROFIBUS est utilisé comme esclave DP, il transmet au maître DP les données de procédé prétraitées par le programme utilisateur de l'esclave, et il reçoit du maître DP des données qui seront traitées par le programme utilisateur avant d'être transmises aux sorties. [17]

Son principe de fonctionnement est le même que si le CP est configuré comme maître DP, la seule différence est qu'il n'est pas responsable des taches de configuration et de paramétrage, de plus, l'envoi cyclique des données est déclenché par le maître. L'utilisation des blocs DP_SEND et DP_RECV est nécessaire, leur fonctionnement dans ce cas est le même que s'ils sont utilisés sur un maître DP. La figure III.5 illustre l'interaction entre la CPU et le CP PROFIBUS en mode esclave DP.

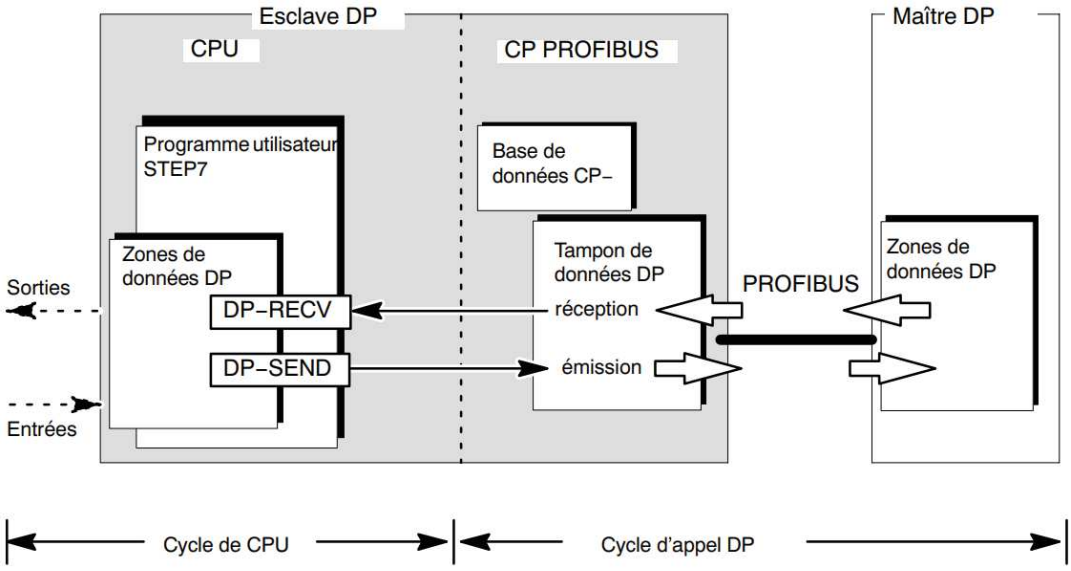


Figure III.5 : Interaction entre CPU et CP PROFIBUS en mode esclave DP [17]

Les données transférées via PROFIBUS peuvent être écrites dans des zones mémoires de la CPU, ces zones sont les même que celle du mode maître DP.

L'initialisation du CP s'effectue lors de sa mise en route, elle comprend deux taches : le paramétrage et la configuration, le paramétrage est la définition des paramètres du bus dans le CP par le télégramme de paramétrage envoyé par le maître DP, et la configuration sert à vérifier que la configuration locale du CP correspond à sa configuration sur le maître. En cas de différence entre la configuration réelle et celle indiqué sur le maitre, il n'y pas passage en phase de transfert de données. [17]

4. AC 800F

4.1. Présentation

L'automate AC 800F de ABB est un contrôleur industriel de type modulaire. Il offre de nombreux avantages comme par exemple assurer la programmation, la supervision et le diagnostic d'un système à partir d'un ordinateur en utilisant un seul logiciel appelé freelance, ce qui diminue son cout d'utilisation, de plus, il permet d'afficher les données de diagnostic en temps réel dans des

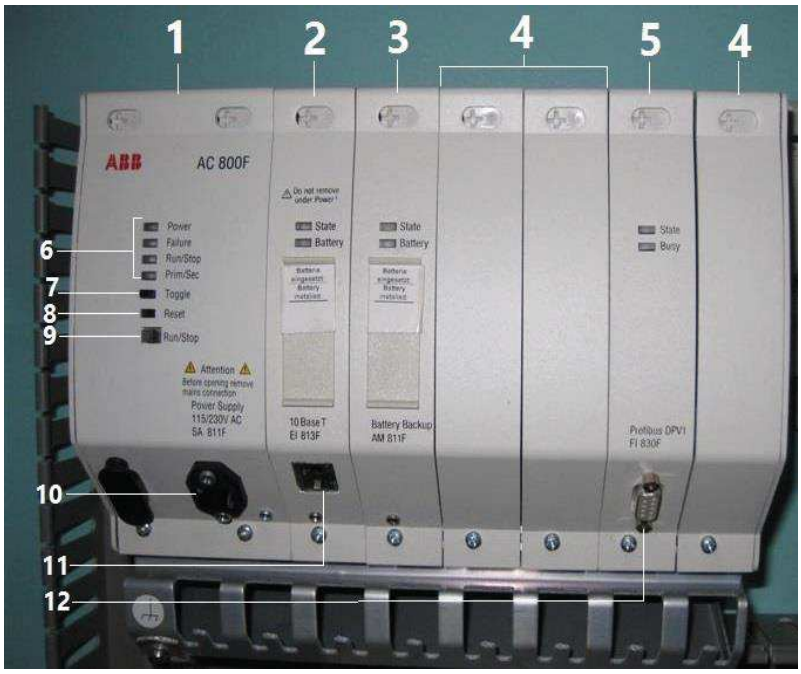
interfaces graphiques simple à appréhender. Sa simplicité d'intégration dans des systèmes utilisant des bus de terrains constitue un atout majeur. [18]

4.2. Description

Le AC 800F est un automate modulaire, il utilise des entrées/sorties déportées, la CPU est conçu comme un panneau arrière sur lequel les autres modules peuvent être enfichés (Figure III.6), tel que l'alimentation et les modules de communication. [19]



Figure III.6 : Le panneau arrière représentant la CPU



1 : Module d'alimentation
2 : Module de communication Ethernet
3 : Batterie de sauvegarde
4 : Emplacements vides
5 : Module PROFIBUS DP FI830F
6 : Indicateurs d'état de la CPU
7 : Commutateur Toggle
8 : Bouton Reset pour effacement général
9 : Commutateur Marche/Arrêt
10 : Bornes d'alimentation
11 : Port pour le raccordement au réseau Ethernet
12 : Port pour le raccordement au réseau PROFIBUS DP

Figure III.7 : Automate ABB AC 800F

Il propose de multiples variantes de modules qui sont destinés à être enfiché avec la CPU, les principaux modules sont le module d'alimentation et les modules de communication (Ethernet,

PROFIBUS…etc.), l'utilisation d'une batterie de sauvegarde est optionnelle, elle permet d'alimenter la RAM de la CPU en cas de coupure d'électricité afin de ne pas perdre le travail en cours.

4.3. Caractéristiques techniques

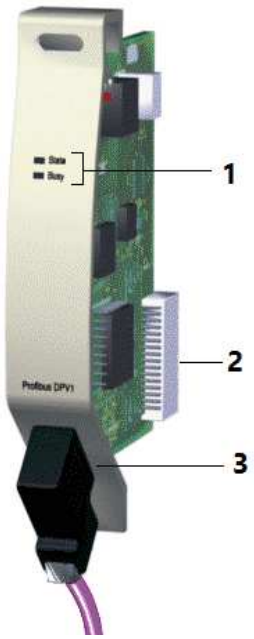
L'automate AC 800F possède un désigne compacte et robuste, les connecteurs sont disposés sur la face avant facilitant ainsi les manipulations. Jusqu'à quatre modules fieldbus peuvent être utilisés à la fois et deux modules Ethernet, ce qui permet au contrôleur d'être connecté à quatre bus de terrain différents (tel que PROFIBUS et ModBus) de façon simultanée en plus de deux réseaux Ethernet. Il donne accès à des diagnostics détaillés pour la maintenance préventive. [20]

La communication avec les modules d'E/S déportés et les stations opérateur ainsi que la station d'ingénieur se fait via le module Ethernet qui est obligatoire dans n'importe quelle configuration matérielle.

5. Processeur de communication PROFIBUS FI 830F

5.1. Description

Le FI 830F est un processeur de communication de ABB destiné à permettre à un automate de type AC 800F d'être connecter sur un réseau PROFIBUS. Il se branche directement sur le panneau arrière de l'automate sur les ports F1 à F4. Ses principaux éléments sont présentés sur figure III.8



1 : LEDs de visualisation d'état.

2 : Connecteur pour le branchement sur le panneau arrière.

3 : Connecteur PROFIBUS.

Figure III.8: Représentation d'un module FI 830F

5.2. Caractéristiques techniques

Ce module supporte des débits allant jusqu'à 12 Mbits/s, et ne peut être utilisé qu'en tant que maître sur le réseau PROFIBUS. Il supporte la connexion simultanée de 126 esclaves PROFIBUS quel que soit leur fabricant. [19]

Sa couche physique est la RS-485 avec isolation électrique. La configuration et le paramétrage sont entièrement réalisés avec Freelance sans avoir recours à d'autres outils de configuration.

6. Conclusion

Pour installer un bus de terrain dans une installation industrielle, il faut d'abord l'équiper avec le matériel nécessaire, parfois, plusieurs choix sont offerts, il faudra donc analyser les caractéristiques de chacun afin de déterminer le choix le plus approprié.

Une fois c'est fait, la mise en place du bus sur le terrain peut débuter, et il faudra pour ça utiliser des ressources logiciels et matériels adaptées et suivre une certaine logique pour la réaliser.

Chapitre IV : Mise en place de la communication

Chapitre IV : Mise en place de la communication

1. Introduction

Dans ce chapitre on va commencer par présenter la problématique, puis nous exposerons les solutions envisageables et choisir la mieux adaptée à notre situation. On décrira par la suite le travail effectué.

2. Problématique

Les centrifugeuses installées dans l'unité de production de sucre roux sont complètement isolées du reste de l'installation du point de vue commande et supervision, de ce fait, pour réaliser ces deux tâches, l'opérateur doit impérativement utiliser le pupitre installé sur la turbine, et en cas de défaut, les opérateurs dans la salle de contrôle ne peuvent pas en être conscient, ce qui constitue un problème de sécurité, sans oublier que certaines données concernant les turbines sont utiles pour la bonne synchronisation des autres taches du procédé.

Notre travail consistera à donner accès à la supervision des turbines aux stations opérateurs qui se situent dans la salle de contrôle et connectées à un automate de marque ABB.

3. Les solutions envisageables

La solution pour résoudre notre problème est de réaliser une communication entre les automates gérant les centrifugeuses et l'automate principale de l'installation. Pour ce faire, plusieurs protocoles peuvent être utilisés, tel que PROFINET, ModBus, PROFIBUS, ou MPI.

La comparaison établie dans la partie II.8 conduit au choix de PROFIBUS DP comme solution à adopter.

4. L'objectif du travail effectué

Le but de notre travail est d'envoyer les données d'entrée des automates Siemens S7-300 vers l'automate principale de l'installation qui est un ABB AC 800F pour permettre la supervision des centrifugeuses depuis la salle de contrôle, et ce en utilisant le protocole PROFIBUS.

5. Le matériel et outils utilisés

L'établissement d'une communication PROFIBUS entre le S7-300 et le AC 800F requiert l'utilisation de modules de communication : CP 342-5 pour le S7-300, et le FI 830F pour l'automate AC 800F. On a aussi besoin d'un câble PROFIBUS et de quatre connecteurs RS-485.

Pour la programmation, on a besoin de Simatic Step7 pour la programmation des automates des turbines, et de Freelance pour configurer l'automate AC 800F et pour créer les vues de supervision pour les stations opérateurs.

6. Le travail réalisé

Dans ce travail, on ne connectera qu'une seule turbine au réseau, car un seul exemplaire du module CP 342-5 est disponible dans le magasin, mais la procédure à suivre est la même pour les deux autres turbines.

6.1. Configuration du maître DP sur Freelance

La première chose à faire est de configurer le maître DP, qui est un module FI 830F, on se sert pour cela du logiciel Control Builder F, l'outil de programmation intégré dans Freelance.

Après avoir ouvert le projet dans Freelance, on se rend dans l'éditeur de l'architecture matérielle, puis dans la page de configuration de l'AC 800F, et on ajoute le module FI 830F dans sa composition. Pour créer le réseau maître DP, on sélectionne le module dans la liste à gauche, puis on double clic sur la partie représentée par le rectangle rouge (figure IV.1), on valide ensuite par OK.

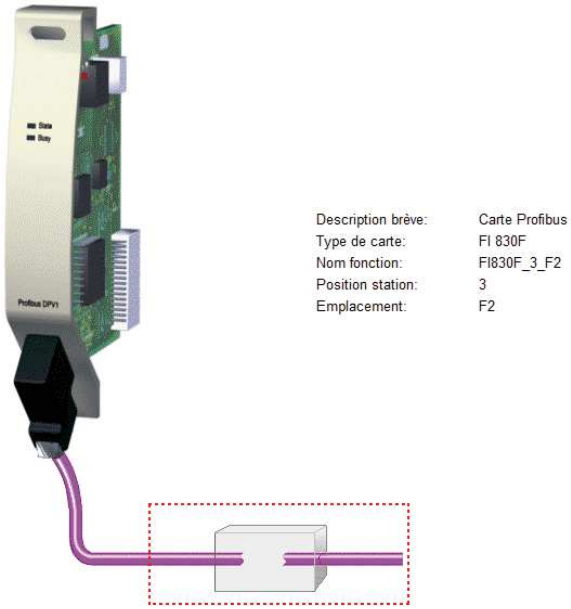
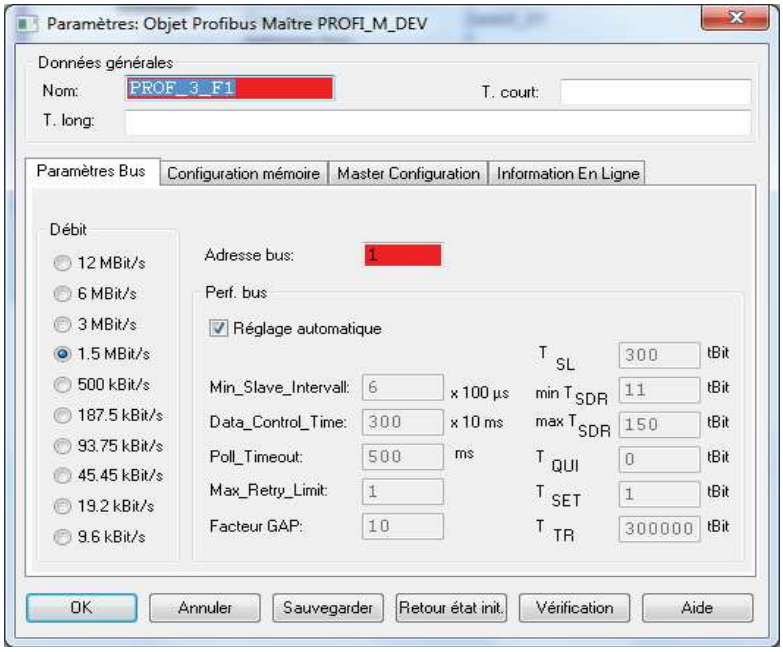
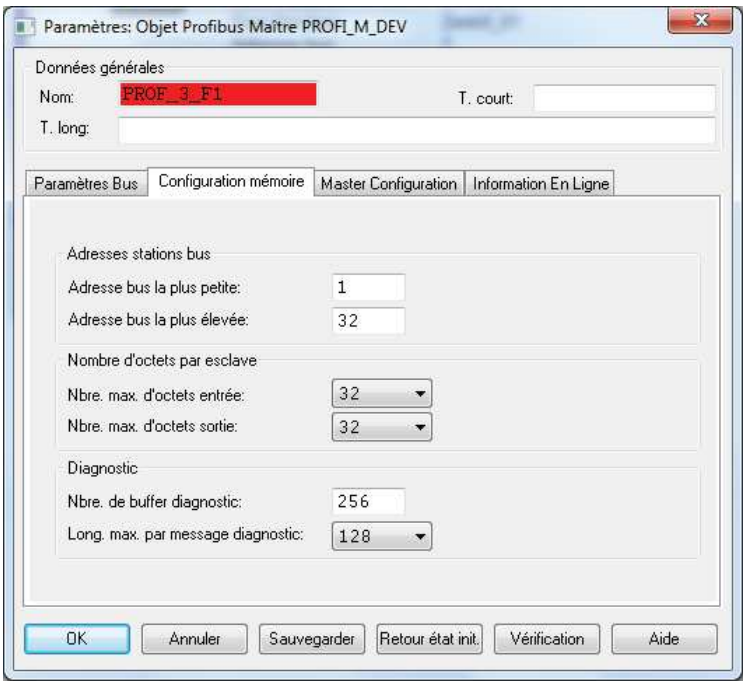


Figure IV.1 : Ajout du module FI 830F

La page de configuration du réseau s'affiche lors d'un double clic sur le même rectangle rouge, on commence par assigner les paramètres du bus, pour cela, on fait un clic droit sur l'entête de la page puis on choisit "Paramètres", les figures suivantes (figure IV.2) représente la fenêtre de configuration du réseau et les valeurs choisies.



(a)



(b)

Figure IV.2 : Fenêtre de configuration du réseau maître DP. (a) paramètres bus ; (b) configuration mémoire

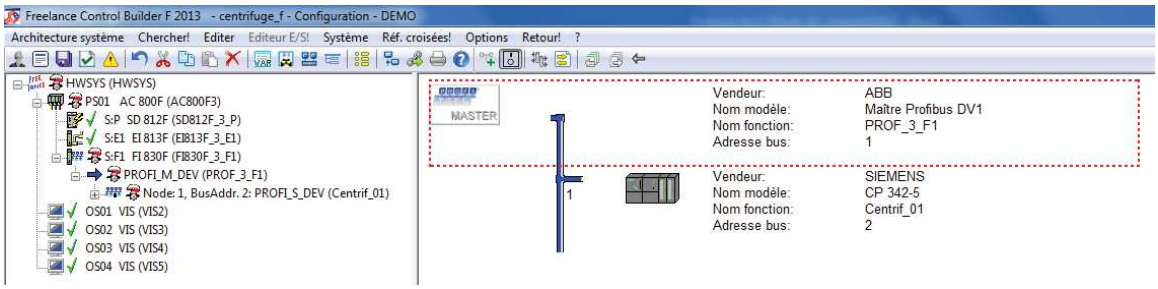


Figure IV.3 : Ajout des esclaves dans Freelance

On ajoute à présent les esclaves au réseau, les module CP 342-5, on fait un clic droit sur l'entête puis on choisit "Insérer esclaves", on insère l'esclave en utilisant son fichier GSD (figure IV.3). Pour configurer l'esclave sur Freelance, on doit d'abord le faire sur Step7.

6.2. Configuration de l'esclave DP sur Step7

On doit tout d'abord ajouter le CP 342-5 dans la configuration matérielle du S7-300, pour cela, on se rend dans la page de la configuration matérielle, on sélectionne un emplacement vide, puis on choisit la version 5.0 du CP (c'est celle disponible au magasin) dans le catalogue.

Lors de son ajout, une fenêtre s'affiche pour connecter le CP au réseau PROFIBUS, on en crée un en appuyant sur "Nouveau", les paramètres de ce réseau doivent être identique à ceux configurés sur le réseau maître, l'adresse du CP sur le réseau doit être la même que celle configurée dans Freelance.

Pour configurer le CP en tant qu'esclave DP, on double clic sur le CP, puis on se rend dans l'onglet "Mode de fonctionnement", on coche l'option "Esclave DP" et on valide par OK (figure IV.4).

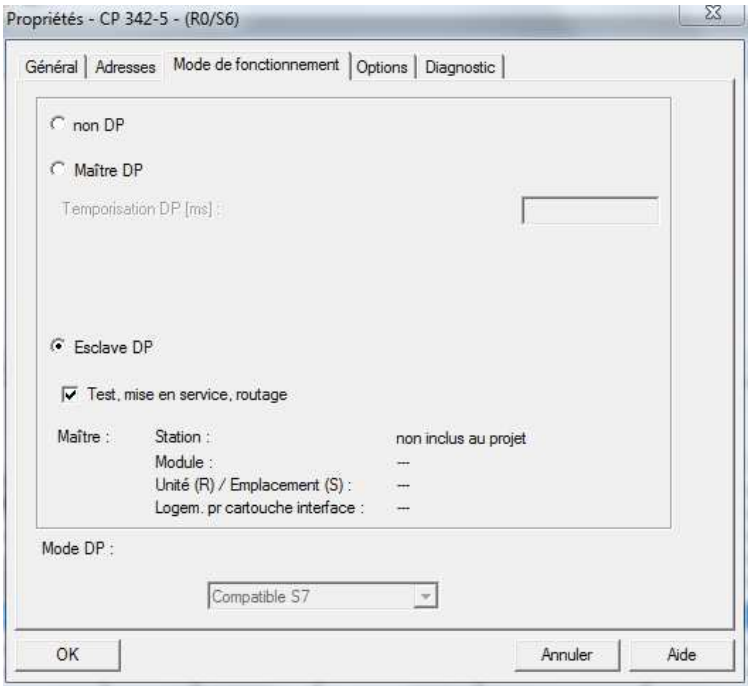


Figure IV.4 : Configuration du CP 342-5

6.3. Le tri des données à envoyer dans un bloc de données

Avant d'envoyer les données, on les rassemble d'abord dans une même zone mémoire, on utilise pour cela un bloc de données (DB : Data Bloc), on en crée un nouveau dans le dossier "Blocs", la procédure à suivre est résumée dans la figure suivante (figure IV.5).

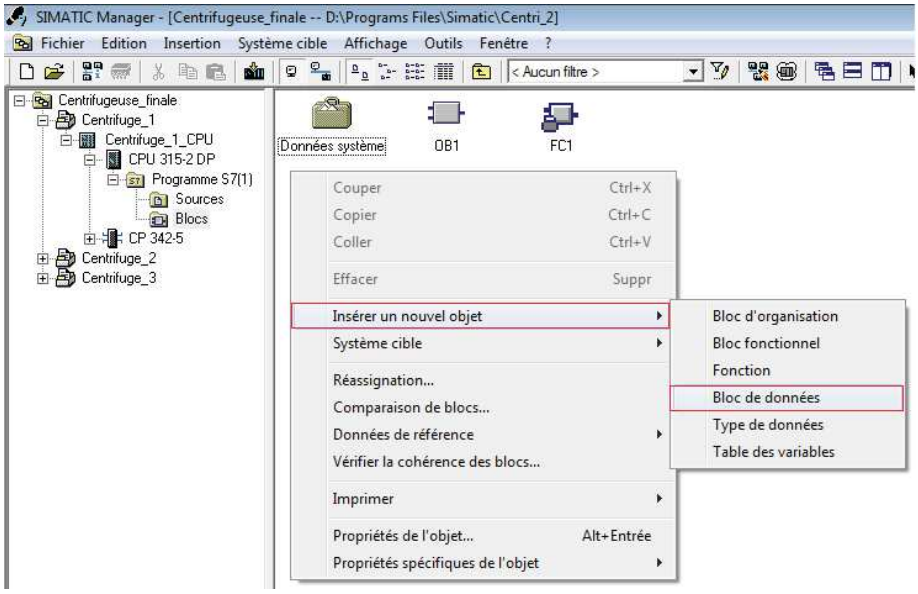


Figure IV.5 : Ajout d'un DB

Adresse	Nom	Type	Valeur initiale	Commentaire
0.0		STRUCT		
+0.0	S149	BOOL	FALSE	Arbre non centré
+0.1	S148	BOOL	FALSE	Arbre centré
+0.2	S101	BOOL	FALSE	Déchargeur en haut
+0.3	S106	BOOL	FALSE	Déchargeur en bas
+0.4	S128	BOOL	FALSE	Vanne d'évacuation d'égouts ouverte
+0.5	S103	BOOL	FALSE	Obturateur de fond ouvert
+0.6	S104	BOOL	FALSE	Obturateur de fond fermé
+0.7	S119	BOOL	FALSE	Frein desserré
+1.0	S114	BOOL	FALSE	Palpeur de niveau
+1.1	S113	BOOL	FALSE	Contrôle d'oscillation
+1.2	S102	BOOL	FALSE	Déchargeur de position de repos
+1.3	S105	BOOL	FALSE	Déchargeur de position de travail
+1.4	S144	BOOL	FALSE	Déchargeur verrouillé
+1.5	S145	BOOL	FALSE	Déchargeur non verrouillé
+1.6	S151	BOOL	FALSE	Contrôle de surcharge
+1.7	S115	BOOL	FALSE	Vanne de chargement fermée
+2.0	Y20	BOOL	FALSE	Rinçage de la trémie de chargement
+2.1	Y28	BOOL	FALSE	Rinçage du déchargeur
+4.0	S130	INT	0	Générateur tachymétrie
+6.0	S111	INT	0	Oscillations
+8.0	S112	INT	0	Oscillations
+10.0	I	INT	0	Courant moteur
+12.0	T	INT	0	Température moteur
+14.0	C_CH	INT	0	Consigne de chargement
=16.0		END_STRU		

Figure IV.6 : Configuration du DB

Dans ce bloc de données on spécifie les données qui doivent être envoyées sur le réseau (figure IV.6).

6.4. Assignation des valeurs aux variables

Avant d'envoyer les données contenues dans le bloc de données, on doit d'abord copier les valeurs des variables à partir de la mémoire image des entrées dans le DB1 à l'aide des blocs "MOVE", l'utilisation de ce bloc est simple, la valeur indiquée dans l'entrée IN est copiée à l'adresse précisée dans la sortie OUT, ils doivent être implémentés dans le programme utilisateur (Figure IV.7).

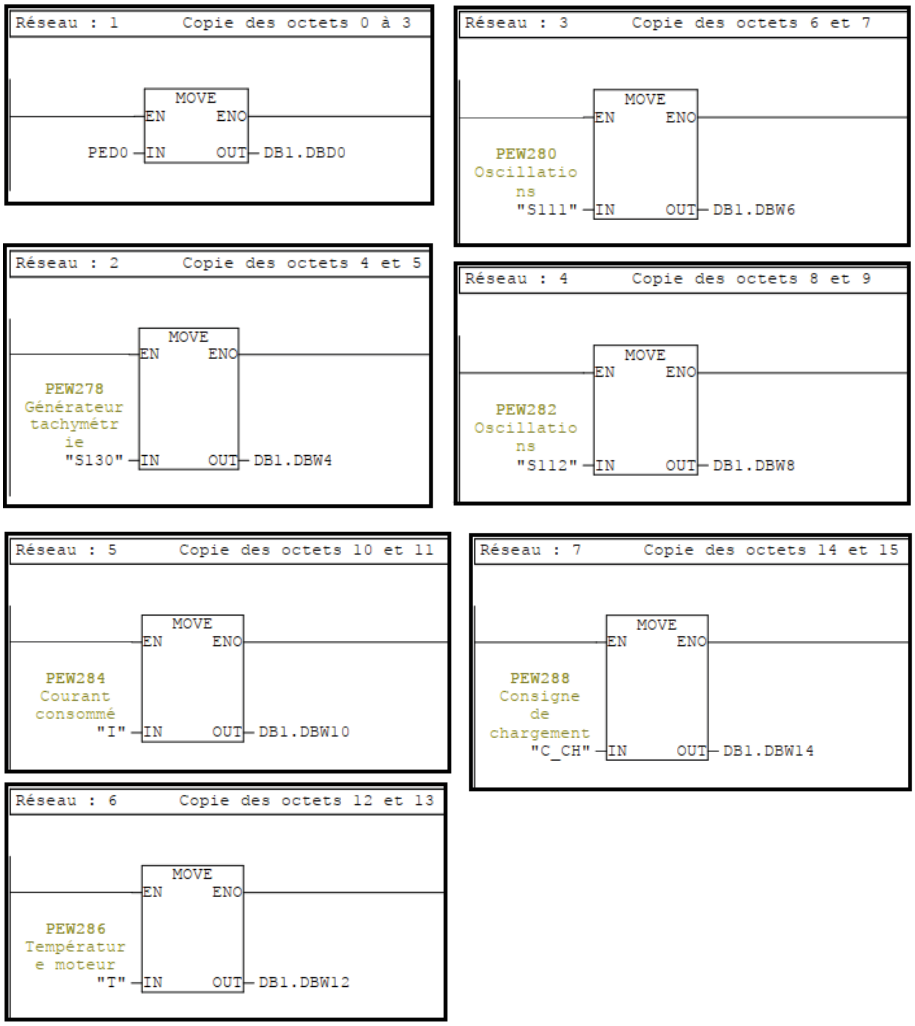


Figure IV.7 : Utilisation des blocs "MOVE"

6.5. Envoie des données sur le réseau

L'envoie des données se fait via un bloc "DP_SEND", il prend comme entrée l'adresse de début du CP en hexadécimal (CPLADDR) et la zone mémoire contenant les données à envoyer (SEND), pour assigner l'adresse du CP on fait un clic droit sur le bloc, puis on appuie sur "Liaison", on sélectionne le CP concerné et on valide par OK, pour le paramètre SEND on doit indiquer l'adresse

et la longueur de la zone de données, pour indiquer un bloc de données, on doit utiliser la forme "P#DBn.DBXa BYTE l"

Où "n" désigne le numéro du bloc de données, "a" l'adresse du premier bit à envoyer, et "l" la longueur du bloc en octets.

Ce bloc renvoie certaines données concernant l'état du transfert, la sortie "DONE" retourne un bit de valeur "1" si la tâche a été exécutée sans erreur et "0" dans le cas contraire, la sortie "ERROR" vaut "1" si une erreur est survenue lors du transfert et "0" dans le cas contraire, et la sortie "STATUS" renvoie un code indiquant l'état du transfert de données. La figure IV.8 montre l'utilisation de ce bloc dans notre programme.

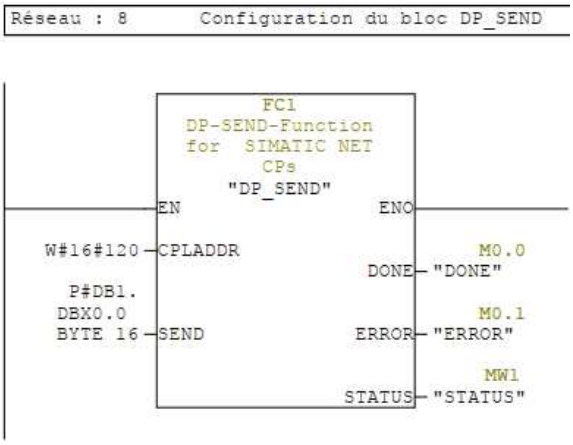


Figure IV.8 : Utilisation du bloc DP_SEND

La configuration des deux autres esclaves s'effectue de la même manière. La configuration des esclaves s'achève ainsi, il ne reste alors plus que programmer la réception des données dans l'automate AC 800F.

6.6. Configuration de la réception des données dans le AC 800F

Il ne reste alors plus qu'à terminer la configuration des esclaves dans Freelance, on doit indiquer la taille des données qui seront reçues de chaque esclave ainsi que les variables.

On se rend dans la page de configuration des esclaves, puis dans la partie inférieure on double clic sur l'emplacement "0" et on sélectionne un module d'entrée correspondant à la taille des données envoyées, dans notre cas, on souhaite envoyer 16 octets, on choisit alors le module "8 mots EA / Cohérence 1 mot", qui correspond à une taille de 16 octets.

On doit maintenant indiquer quel type de variable sera reçue par l'automate et dans quel ordre, pour cela, on fait un clic droit sur l'esclave concerné dans le volet gauche puis on appuie sur "Éditeur E/S", dans l'onglet "Entrée" on fait un clic droit puis on clique sur "Insérer composant",

dans la fenêtre qui s'affiche on doit indiquer le type des variables reçues dans le même ordre que dans le DB préconfiguré (Figure IV.9).

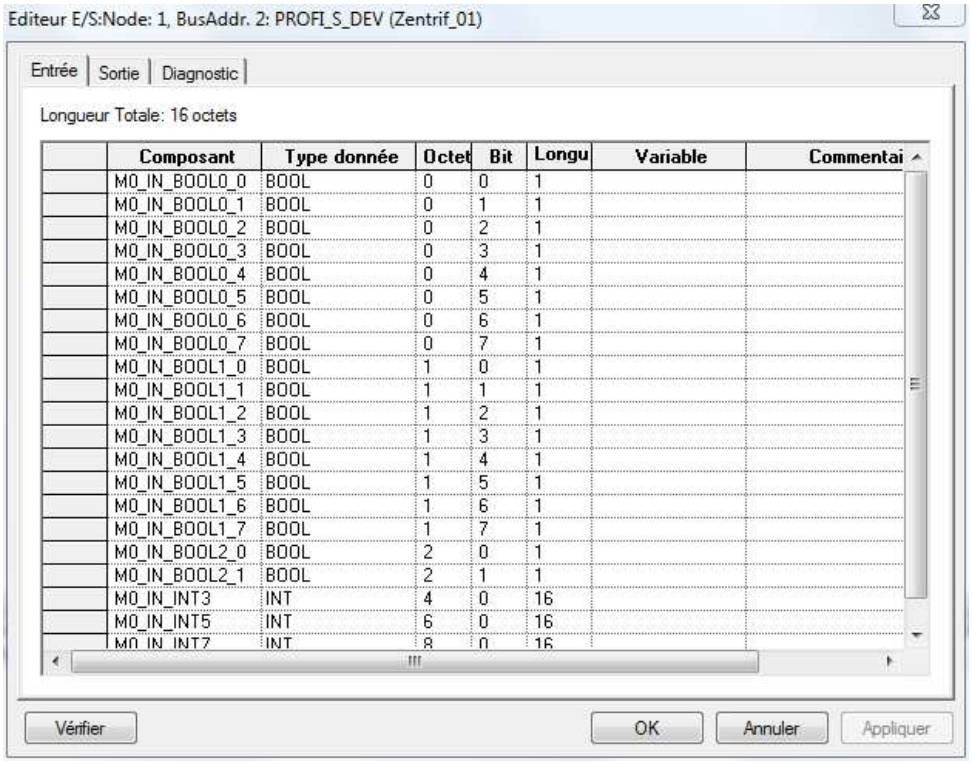


Figure IV.9 : Éditeur d'E/S

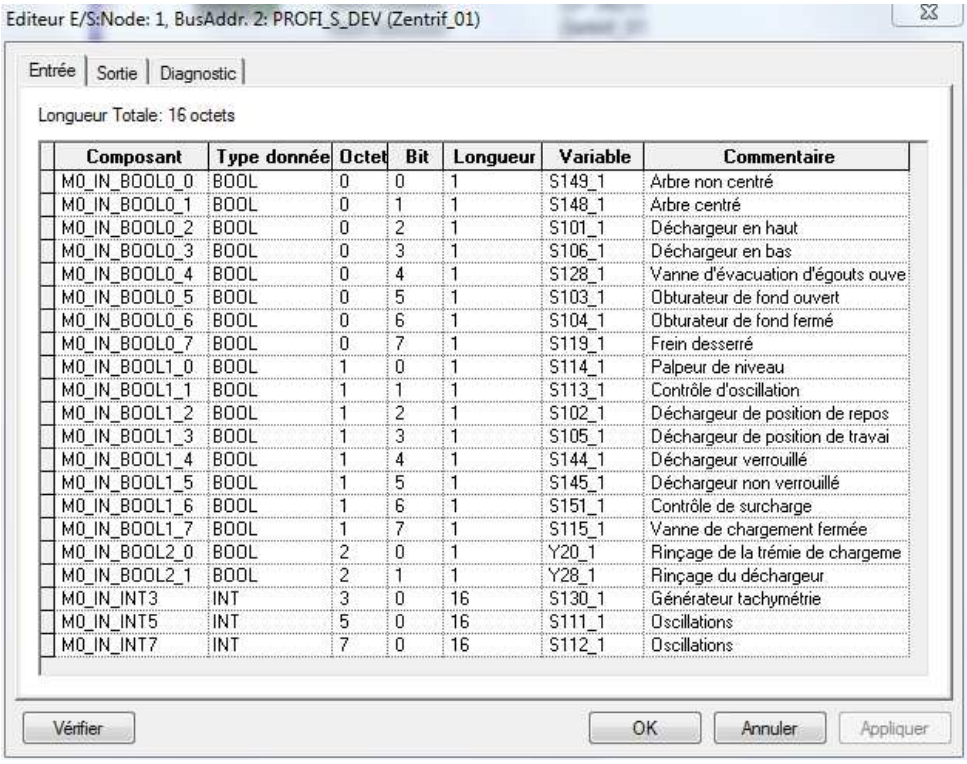


Figure IV.10 : Enregistrement des variables

La dernière étape consiste à enregistrer les données d'entrée reçues dans des variables pour qu'ils soit possible de les exploiter dans le programme utilisateur, pour cela, il suffit d'indiquer les noms des variables dans la colonne "Variable" (Figure IV.10), une invite sera affichée pour ajouter les nouvelles variables à la table des variables du système.

6.7. Réalisation de la vue de supervision

La vue de supervision ou vue synoptique est un ensemble d'éléments graphiques statiques ou dynamiques représentant l'état des capteurs et permettant de commander les actionneurs. Les objets statiques sont composés d'objets basiques tels que des lignes, des cercles ou des rectangles. Les objets dynamiques ont une apparence dépendant des états des capteurs, ils peuvent afficher des données numériques (l'état d'un moteur) ou analogiques (sa vitesse), et permettent de commander le procédé (ouvrir/fermer une vanne par exemple) ou de basculer entre les vues disponibles. Elle est destinée à être utilisée sur les stations opérateurs.

Dans notre cas, la vue synoptique doit représenter un schéma de la turbine, et permettre d'afficher l'état de ses capteurs, la vitesse de rotation, le courant consommé, la température du moteur, et le taux des vibrations.

Pour ajouter une vue de supervision dans le projet, on fait un clic droit sur une station opérateur (par exemple OS01) dans l'arbre du projet puis insérer prochain niveau, puis on double clic sur l'élément "Vue synoptique FGR" dans la liste qui apparaît, on lui donne un nom, par exemple "centrifuge_1" et on valide par OK (Figure IV.11).

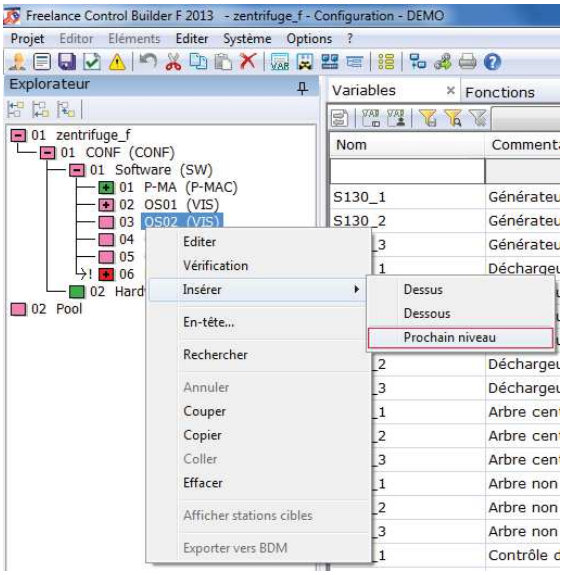


Figure IV.11 : Insertion d'une vue synoptique

Un double clic sur le nouvel élément ouvre l'éditeur graphique, on utilise ensuite la barre d'outil de dessin qui apparaît en bas pour dessiner le schéma de la centrifugeuse (figure IV.12).

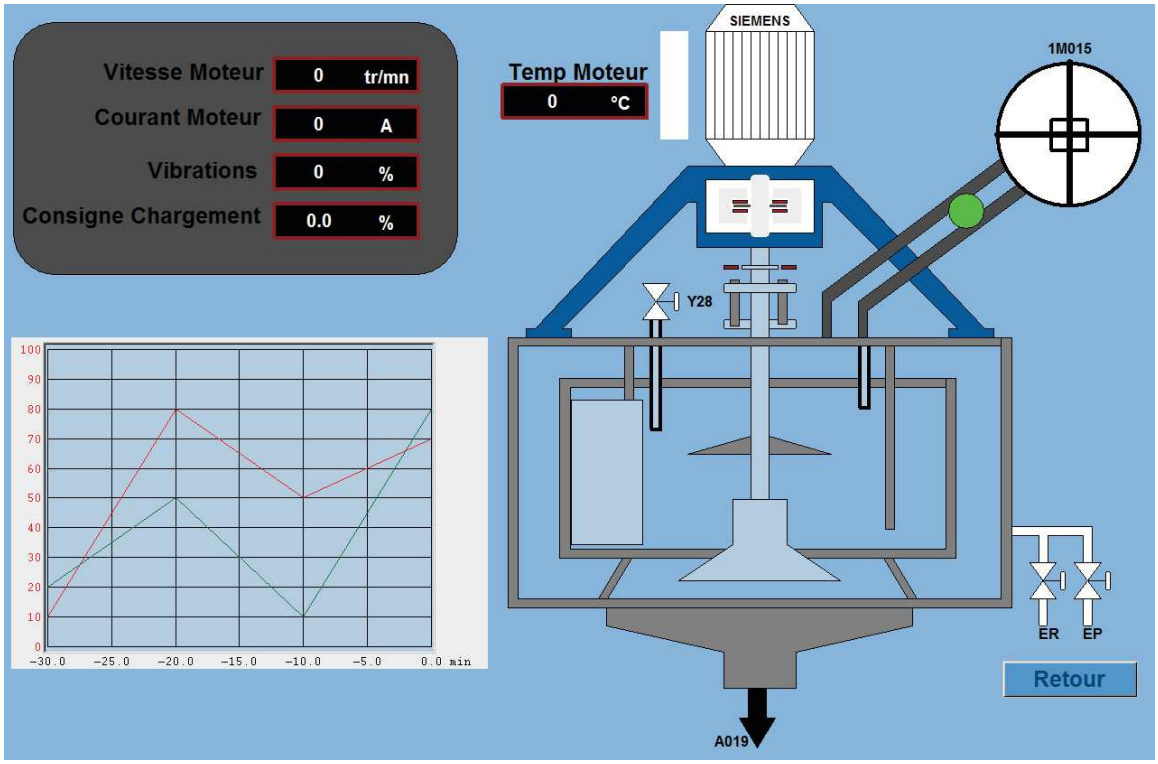


Figure IV.12 : Vue synoptique de la centrifugeuse

Pour créer un objet dynamique réagissant à une variable, on doit d'abord le dessiner, puis dans la barre des menus on choisit "Dynamiser" puis "Objet Auto-animé", la fenêtre qui s'affiche permet de spécifier le comportement de l'objet. Dans l'onglet "Allocation bit" on spécifie la ou les variables dont l'objet doit dépendre, voir figure IV.13.

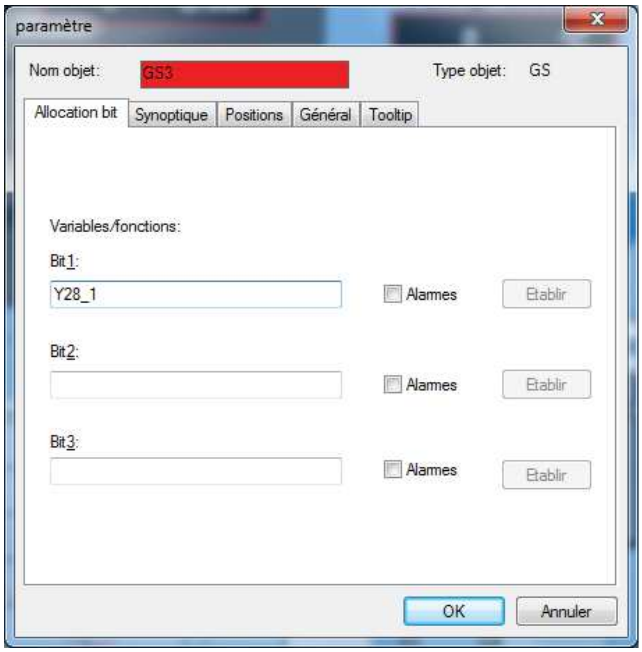


Figure IV.13 : Configuration d'un objet auto-animé, étape 1

L'onglet "Synoptique" permet de spécifier l'objet à dynamiser et sa couleur selon la valeur de la variable, pour sélectionner l'objet, on clique sur le bouton "Synoptique" (figure IV.14), on sélectionne l'objet dans la vue, on fait un clic droit puis sur "Retour à objet".

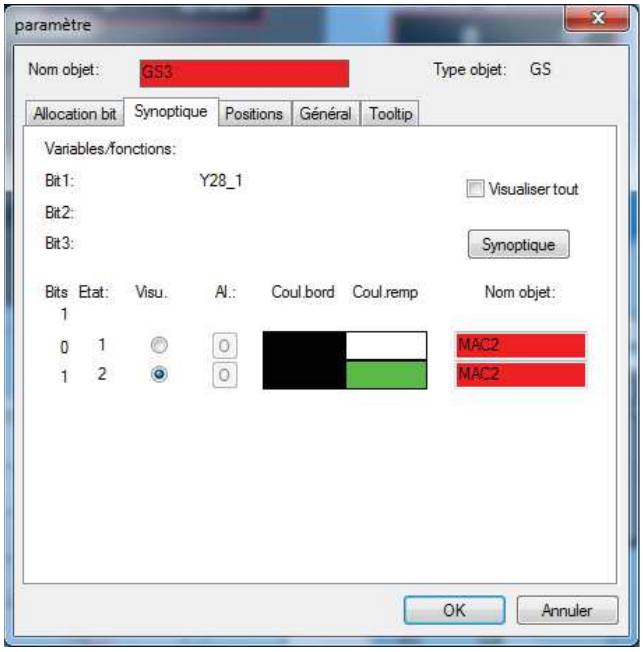


Figure IV.14 : Configuration d'un objet auto-animé, étape 2

L'onglet position permet de créer un objet dont la position varie selon l'état des variables, comme c'est le cas pour l'obturateur de fond (figure IV.15).

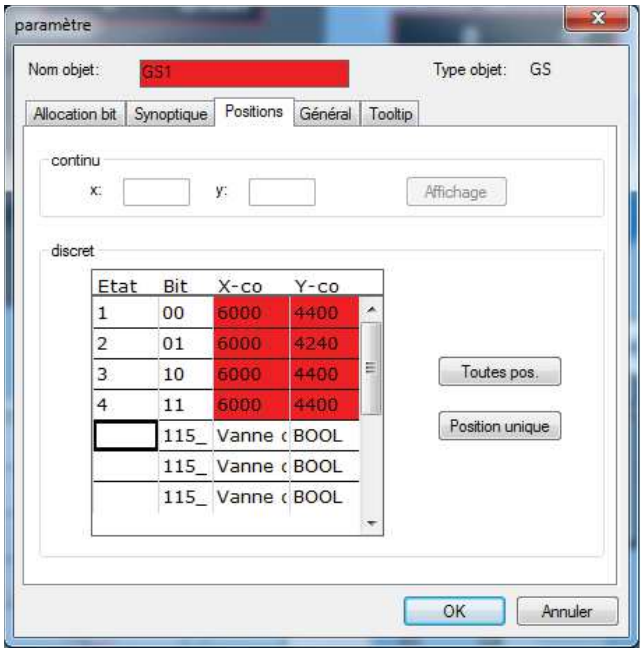


Figure IV.15 : Configuration d'un objet auto-animé, changement de la position

Pour afficher une valeur numérique, on utilise l'objet "Affichage alphanumérique", après son ajout, une fenêtre s'affiche où il faut indiquer la variable à afficher.

Il est possible d'afficher l'évolution d'une variable dans le temps sous forme graphique en utilisant l'objet "Fenêtre de tendance", accessible depuis le menu "Dynamiser", une fois ajoutée, on peut afficher plusieurs variables dans une seule fenêtre, il suffit d'appuyer sur le bouton "Insérer" dans le fenêtre de configuration de l'objet (figure IV.16) pour ajouter une nouvelle variable, spécifier ses valeurs maximale et minimale, et la couleur du graphe (figure IV.17).

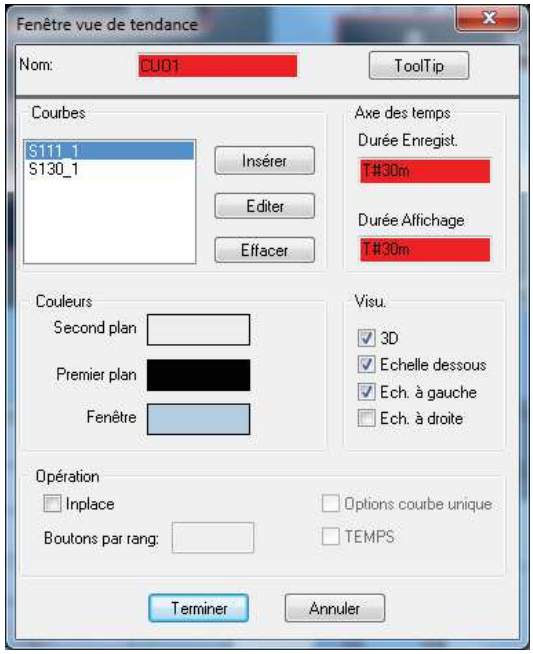


Figure IV.16 : Fenêtre de configuration de la "Fenêtre de tendance"

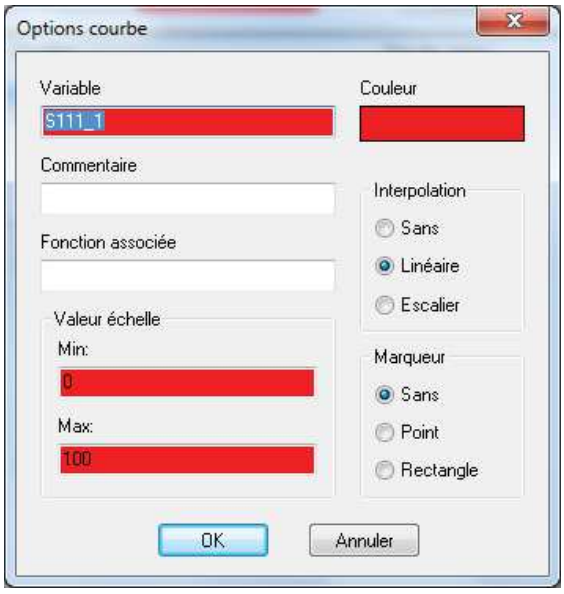


Figure IV.17 : Ajout d'une nouvelle variable

6.8. Branchement du matériel :

Maintenant que la configuration logicielle est faite, il est temps de brancher le matériel, l'architecture choisit est l'architecture Daisy Chain linéaire, l'architecture de base des réseaux PROFIBUS, la figure IV.18 montres comment les modules sont connectés.

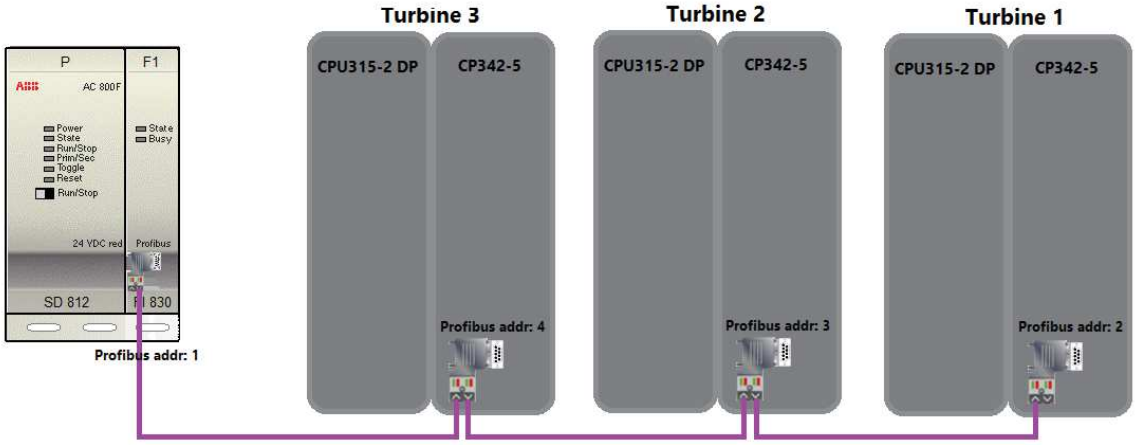


Figure IV.18 : Branchement des modules

Les figures IV.19 et IV.20 montrent les modules connectés sur le site.



Figure IV.19 : L'automate S7-300 et son module CP 342-5 connectés au réseau

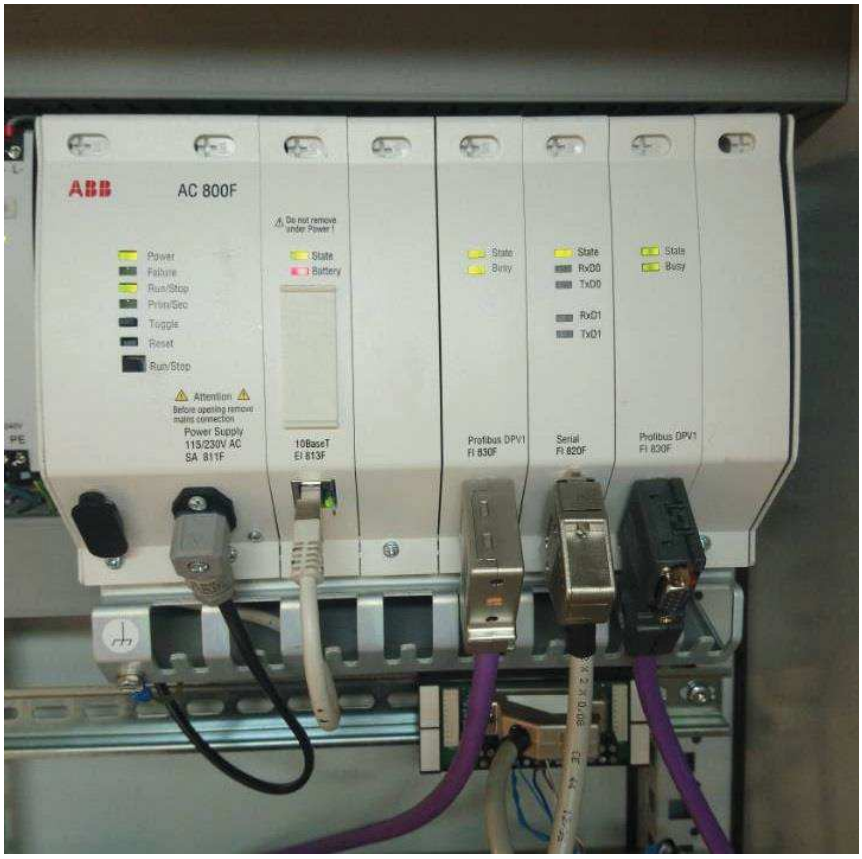


Figure IV.20 : L'automate AC 800F et son module FI 830F connecté au réseau

6.9. Mise en route :

Après avoir chargé les programmes dans les automates, on met les CPU sur l'état marche, la communication s'établit, et l'état de marche des turbines s'affiche sur les stations opérateur en temps réel.

6.10. Conclusion

Pour établir une communication PROFIBUS entre les automates Siemens et ABB on a dû utiliser des ressource logicielles et matérielles spécifiques. La configuration de la communication se fait alors en deux temps, d'abord on configure le fonctionnement logiciel puis on effectue le branchement du matériel.

Conclusion générale

Conclusion générale

Le développement de la communication a eu un impact majeur sur le secteur industriel car elle joue un rôle très important dans le but d'accroitre la productivité et simplifier le travail de l'être humain.

Ce projet nous a permis d'entrer en contact avec le milieu industriel et de pouvoir mettre en pratique des connaissances théoriques pré-acquises.

Pour atteindre l'objectif de notre projet, nous avons commencé par prendre connaissance de l'installation, qui est une unité de fabrication de sucre roux, et cerner le procédé adopté par cette dernière, puis identifier les éléments la constituant pour prendre conscience du besoin d'établir la communication entre ses trois turbines et la salle de contrôle, à cet effet, nous avons récolté, à partir d'une large documentation, des informations sur le fonctionnement de ces centrifugeuses, sur la communication industrielle, ainsi que les protocoles utilisés dans le milieu industriel pour pouvoir en choisir un, puis équiper l'installation du matériel adéquat. Nos recherches ont abouti à choisir le PROFIBUS DP avec RS-485 comme couche physique et les modules de communication FI 830F pour l'automate ABB AC 800F et le CP 342-5 pour le S7-300.

Afin de programmer cette communication nous avons utilisé Simatic Step7 et freelance comme ressources logicielles.

En perspective, notre travail peut être amélioré en connectant les deux autres turbines et en ajoutant un accès à la commande depuis la salle de contrôle afin de limiter les déplacements du personnel et ainsi leur faciliter le travail.

Bibliographie

Bibliographie

[1]. BMA (Braunschweigische Maschinenbauanstalt AG), *Instruction de service pour centrifugeuses discontinues (B),* Instruction de service, Allemagne, 2005.

[2]. «La transmission de données», Cours en ligne. Disponible: http://www.theme.bac.free.fr/eleve/elv_electronique/Sequence%203/documents%20ressources/transmission%20de%20donn%E9es/la_transmission_de_donnees.html. [Accès le 05 2018].

[3]. I. Poole, «RS485 - an introduction» Cours en ligne. Disponible: https://www.electronics-notes.com/articles/connectivity/serial-data-communications/rs485-introduction-basics.php. [Accès le 06 2018].

[4]. «RS-485,» Wikipedia, 05 2018. [En ligne]. Disponible: https://en.wikipedia.org/wiki/RS-485. [Accès le 06 2018].

[5]. «Multi Point Interface - Siemens,» Wikipedia, 10 2017. [En ligne]. Disponible: https://fr.wikipedia.org/wiki/Multi_Point_Interface_-_Siemens. [Accès le 06 2018].

[6]. V. V. López, «Interface MPI», Documentation. Disponible: http://homepage.cem.itesm.mx/vlopez/mpi.htm. [Accès le 06 2018].

[7]. Siemens, *Annexe IV : Notions de base sur les bus de terrain avec SIMATIC S7-300,* Document de formation, 2004.

[8]. «Protocole de communication ModBus», 2008, Documentation. [En ligne]. Disponible: http://genelec.santonum.free.fr/_fichiers/s2-Automatismes-industriels/s26-Reseaux-communications/Docum-Modbus.i2632.v108.pdf.

[9]. AGILiCOM, «Tutorial MODBUS - AGILiCOM,» 2017. Formation en ligne, [En ligne]. Disponible: https://www.agilicom.fr/tutorial-MODBUS.html. [Accès le 05 2018].

[10]. AGILiCOM, «Tutorial PROFIBUS DP - AGILiCOM,» 2017. Formation en ligne, [En ligne]. Disponible: https://www.agilicom.fr/tutorial-PROFIBUS-DP.html. [Accès le 05 2018].

[11]. Siemens, *PROFIBUS Le multitalent de la communication,* Document de formation 2008.

[12]. AGILiCOM, «Tutorial PROFINET IO - AGILiCOM,» 2017. Formation en ligne, [En ligne]. Disponible: https://www.agilicom.fr/tutorial-PROFINET-IO.html. [Accès le 05 2018].

[13]. Wikipedia, «Profibus,» 2017. [En ligne]. Disponible: https://fr.wikipedia.org/wiki/Profibus. [Accès le 05 2018].

[14]. Acromag, *INTRODUCTION TO PROFIBUS DP,* USA, Référence technique, 2002.

[15]. ABB, *Communication and fieldbusses,* Manuel de référence, 2010.

[16]. Siemens, *S7-300 CPU 31xC et CPU 31x : Caractéristiques techniques,* Manuel, 2008.

[17]. Siemens, *CP S7 pour PROFIBUS, Configuration et mise en service,* Manuel de configuration, 2009.

[18]. ABB, *Process Station - AC 800F,* Manuel, 2010.

[19]. ABB, *Freelance product catalog version 9.2,* Catalogue de produit, 2010.

[20]. A. Taki eddine & D. Badr eddine, *Etude et commande de l'unité d'injection d'eau par DCS AC800F,* Mémoire de master professionel, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA, 2017.