

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



جامعة محمد بوضياف - المسيلة
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

Faculté de Technologie
Département d'Electronique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme de

Master (LMD)

DOMAINE : Sciences et technologies

FILIERE : Electronique.

OPTION : SYSTEME EMBARQUE

Thème :

Automatisation d'un Filtre en tissu à LCM (Lafarge ciment Msila)

Présenté par :

HERAIZ Mostefa
ABDELLI Sofiane

Encadré par :

Dr. ABED Ahcéne

N°d'ordre : 2022/.... /

Promotion : JUIN 2022

Remerciement

Nous tenons en premier lieu à remercier vivement le dieu de nous avoir montré le bon chemin.

Nous remercions profondément notre Encadreur Mr. Ahcène Abed pour son guide professionnel, sa volonté durant toute cette période et l'intérêt constant qu'il a porté à ce travail et surtout ses remarques fructueuses.

Nous tenons aussi à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'assister notre travail. Nos reconnaissances vont à tous qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser notre mémoire.

HERAIZ MOSTEFA

ABDELLI SOFIANE

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail : A mon très cher père qui m'a toujours souhaité la réussite et le bonheur et qui m'a encouragé dans tout mon cursus scolaire et universitaire.

A ma très chère maman qui m'a permis de devenir ce que je suis aujourd'hui.

A mon Epouse témoignage de mon profond amour et respect, auquel je souhaite le succès et le bonheur.

A mes enfants le fruit de mon amour et de ma vie dans cette existence ; Je leur souhaite du succès dans tous les aspects de la vie.

Sans oublier ; mes enseignants pour leur enseignement et leur efforts fournis durant l'année universitaire ; et mes collègues d'études ; et à mon cher binôme Sofiane Pour leur réconfort moral et sa famille Et à la fin je dédie ce travail à moi-même.

MOSTEFAHERAIZ

Je dédie ce modeste travail : A mon très cher père qui m'a toujours souhaité la réussite et le bonheur et qui m'a encouragé dans tout mon cursus scolaire et universitaire.

A ma très chère maman qui m'a permis de devenir ce que je suis aujourd'hui.

A mon Epouse témoignage de mon profond amour et respect, auquel je souhaite le succès et le bonheur.

A mes enfants le fruit de mon amour et de ma vie dans cette existence ; Je leur souhaite du succès dans tous les aspects de la vie.

Sans oublier ; mes enseignants pour leur enseignement et leur efforts fournis durant l'année universitaire ; et mes collègues d'études ; et à mon cher binôme MOSTEFA Pour leur réconfort moral et sa famille Et à la fin je dédie ce travail à moi-même.

SOFIANE ABDELLI

ملخص:

في هذا العمل قمنا بتصميم نظام آلي لتشغيل عملية المرشح النسيجي في شركة لافارج للإسمنت (مصنع الاسمنت المسيلة). ولهذا الغرض استخدمنا وحدة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة الموجودة باستعمال برنامج نظام التحكم في العمليات ، لأجل القيام بإنجاز مختلف المراحل لتكوين الأجهزة المستخدمة والبرمجة باستخدام الكتل الموجودة في المكتبة . حيث تم إنشاء عرض خاص بمرشح النسيج وأيقونات الكتل المختلفة في نظام الإشراف الذي يتم التحكم فيه بواسطة برنامج العرض والإشراف. تهدف هذه العملية إلى تبسيط التحكم وتسهيل العثور على الأعطال في المرشح النسيجي، وكذلك لتقليل وقت الصيانة.

كلمات المفاتيح:

التحكم المنطقي الآلي ؛ تكوين الأجهزة؛ أيقونة ؛ مرشح النسيج ؛ برنامج نظام التحكم في العمليات ؛ وحدة التحكم المنطقية القابلة للبرمجة.

Résumé:

Le présent projet consiste à automatiser le fonctionnement du processus du filtre en tissu au sein de la société Lafarge ciment (usine de ciment de m'silla). Pour cela, on a utilisé l'automate existant S7-410-5H avec Le logiciel PCS7 existant fourni par le concepteur siemens, pour effectuer les différentes étapes de la configuration du matérielle utilisé et la programmation en utilisant les blocs existents dans la Bibliothèque, ainsi que la création d'une Vue de filtre en tissu et des différentes icônes blocs dans le système de supervision qui est piloté par le logiciel PCS7.

Pour objectif de simplifier le contrôle et de faciliter de trouver les pannes dans le filtre en tissu, et aussi de diminuer le temps de maintenance.

Mots clés :

Automate ; S7-400 ; configuration matérielle ; icône Bloc ; PCS7 ; Filtre en tissu.

Abstract :

This project consists of automating the operation of the fabric filter process within the Lafarge cement company (M'silla cement factory). For this, we used the existing PLC S7-410-5H with the existing software PCS7 provided by the designer siemens, to carry out the various stages of the hardware configuration and the programming using the blocks existing in the Library, as well as the creation of a filter view and the various block icons in the supervision system which is controlled by the PCS7 software.

Aimed at simplifying control and making it easier to find faults in the fabric filter, and also to reduce maintenance time.

Keywords:

Automation; S7-400; hardware configuration; block icon; PCS7; Fabric filter.

Table des matières

Introduction Générale.....	11
Chapitre 1 Automates Programmables et Dépoussiérage.....	13
1.1 Introduction	14
1.2 Automatismes	14
1.2.1 Définitions	14
1.2.2 Buts de l'automatisation Objectifs	15
1.2.3 Domaines d'application des systèmes automatisés	15
1.2.4 Contraintes du monde industriel.....	16
1.2.5 Logique programmée et la logique câblée.....	16
1.2.6 Description des différentes parties des systèmes automatisés.....	17
1.2.7 Structure interne d'un API	21
1.2.8 Niveau d'automatisation, de rentabilité, et de sûreté.....	23
1.2.9 Différents langages de programmation des API.....	25
1.2.10 Protocole de communication	28
1.3 Dépoussiérages :.....	28
1.3.1 Définitions	28
1.3.2 Techniques de dépoussiérage	29
1.4 Conclusion.....	36
Chapitre 2 Fonctionnement et Matériels utilisés	37
2.1 Introduction	38
2.2 Présentation du filtre	38
2.2.1 Fonctionnement du filtre à décolmatage pneumatique DuoClean :.....	39
2.2.2 Données de traitement générales	40
2.2.3 Analyse fonctionnel.....	40
2.2.4 Limite d'instrumentation et d'alarmes.....	49

2.3 Matériels Utilisés.....	50
2.3.1 Capteurs et transmetteurs	50
2.3.2 Actionneurs	54
2.3.3 Pré actionneurs	56
2.3.4 Autre équipements.....	58
2.4 Conclusion.....	59
Chapitre 3 Programmation et Supervision.....	60
3.1 Introduction	61
3.2 Programmation	61
3.2.1 Principes de Configuration des postes et réseaux.....	61
3.2.2 Configuration de Matérielles (Hardware)	63
3.2.3 Création du programme.....	72
3.3 Diagramme et Blocks utilisés pour le Programmation.....	78
3.3.1 Block Groupe	79
3.3.2 Block Moteur.....	80
3.3.3 Block de mesure analogique.....	81
3.3.4 Block Régulateur	82
3.3.5 Block Registre	83
3.3.6 Block Annonce	84
3.3.7 Block Sélection.....	85
3.3.8 Block Vanne tout ou Rien	85
3.4 Création de la supervision	86
3.4.1 Vue d'ensemble.....	86
3.4.2 WinCC Explorer / Lieu de stockage du projet	87
3.4.3 Blocs d'affichage (faceplate) :	89
3.4.4 Icônes de bloc utilisé dans le système de supervision	92
3.5 Conclusion.....	94
Conclusion Générale	95
Annexes	97
Références Bibliographiques	110

Liste des acronymes et des Abréviations

PID	:	Régulateur <i>PID</i> (proportionnel, intégral, dérivé)
API	:	Automate Programmable Industriel.
PLC	:	Programmable Logic Controller (Contrôleur Logique de Programmation).
ES	:	Engineering Station.
OS	:	Operator Post.
AS	:	Automatisation Post.
FAD	:	Registre d'air frais.
EFAD	:	Registre d'air frais d'urgence.
DP	:	Differential Pression.
FF	:	Filter Fan (ventilateur du filtre)
SPC	:	Contrôleur Maitre du filtre
LL (L2)	:	Seuil inferieure 2
L (L1)	:	Seuil inferieure 1
HH (H2)	:	Seuil Supérieure 2
H (H1)	:	Seuil Supérieure 1
VSD	:	Variable Speed Drive (Entraînement à vitesse Variable).
HW	:	Matériel (Hardware).
GSD	:	General Station Description (Description générale de la station)
FB	:	Function Block (blocs fonctionnels)
OB	:	Organisation Block (Block d'organisation)
PG/PC	:	Console de Programmation.
MPI	:	Multi Point Interface (Interface Multipoint)
E/S	:	Entrées / Sorties.

Liste des Figures

Figure 1. Relation entre différentes parties des systèmes automatisés.....	18
Figure 2. Différents niveaux de l'automatisation.....	23
Figure 3. Architecture du système PCS 7.....	26
Figure 4. Systèmes d'automatisation.....	27
Figure 5. Vue d'ensemble du niveau des appareils des systèmes PCS 7.....	27
Figure 6. Principe de la séparation électrostatique.....	30
Figure 7. Schéma de principe d'électrofiltre.....	31
Figure 8. Schéma de principe d'un filtre à manche.....	34
Figure 9. Schéma de composition d'un filtre à manche.....	35
Figure 10. Présentation du filtre.....	38
Figure 11. Vue du filtre en tissu a l'usine de ciment Lafarge.....	39
Figure 12. Fonctionnement du filtre.....	39
Figure 13. Transmetteur de pression.....	51
Figure 14. Transmetteur de pression différentielle.....	52
Figure 15. Capteur du niveau (Lames vibrantes).....	52
Figure 16. Thermocouple type K.....	53
Figure 17. Pt100.....	53
Figure 18. Capteur de vibration.....	54
Figure 19. Actuateur Pneumatique.....	55
Figure 20. Moteur électrique.....	56
Figure 21. Variateur de vitesse ABB.....	57
Figure 22. Contrôleur maitre SPC.....	58
Figure 23. Module de communication Anybus-Profibus.....	59
Figure 24. Méthode de configuration d'un automate dans STEP7.....	61
Figure 25. Vue d'ensemble des outils ES pour la configuration des stations et des réseaux.....	62
Figure 26. Paramétrage de l'interface de communication.....	63
Figure 27. Interface utilisateur.....	64
Figure 28. Automate S7 410-5H.....	65
Figure 29. Insertion d'une station SIMATIC S7-400.....	65
Figure 30. Insertion de l'adresse MAC.....	66
Figure 31. Sélection du L'automate à charger.....	66
Figure 32. Vue Globale de la configuration du matérielle (HWConfig).....	67
Figure 33. Module d'entrées Digitale.....	68
Figure 34. Module de sorties Digitale.....	68
Figure 35. Configuration des modules d'entrées/sorties digitaux.....	69

Figure 36. Configuration des modules d'entrées/sorties Analogiques	69
Figure 37. Modules d'entrées et de sorties analogiques	70
Figure 38. Insertion du Fichier GSD communicateur anybus	71
Figure 39. Insertion du Fichier GSD du variateur de vitesse	72
Figure 40. Vue des composants.....	72
Figure 41. Vue de l'installation.....	73
Figure 42. Représentation d'un équipement sur l'automate et la supervision.....	74
Figure 43. Aperçu de partition et de feuille.....	75
Figure 44. Barre d'éléments dans l'éditeur CFC.....	76
Figure 45. Deux blocks interconnectés	76
Figure 46. Boîte de dialogue de compilation.....	77
Figure 47. Boîte de dialogue de chargement	77
Figure 48. Interruptions cycliques.....	78
Figure 49. Création du Dossier BF.....	79
Figure 50. Blocks du Groupes Utilisés.....	79
Figure 51. Blocks du Moteur de ventilateur et le contrôleur maitre du Filtre	80
Figure 52. Block de mesure de valeur analogique	81
Figure 53. Block Régulateur	82
Figure 54. Block du Registre.....	83
Figure 55. Block annonce.....	84
Figure 56. Block de sélection	85
Figure 57. Block Vanne tout ou Rien.....	86
Figure 58. WinCC et des outils supplémentaires dans SIMATIC Manager	87
Figure 59. Lieu de stockage du projet	87
Figure 60. WinCC Explorer	88
Figure 61. Conception du la vue Principale de l'operateur	88
Figure 62. Activation du Runtime	89
Figure 63. Block d'affichage.....	89
Figure 64. Eléments d'affichage et de commande d'un bloc d'affichage.....	90
Figure 65. Vue de Filtre en tissu	91
Figure 66. Icones des blocs	93

Liste des Tableaux

Tableau 1: Données de traitement générales	40
Tableau 2: Verrouillage du groupe 01	41
Tableau 3: Boucle de contrôle du groupe 01	42
Tableau 4: Verrouillage du groupe 02.....	44
Tableau 5: Boucle de contrôle du groupe 02.....	44
Tableau 6: Verrouillage du groupe 03.....	47
Tableau 7: Boucle de contrôle du groupe 03.....	48
Tableau 8: Paramètres des instruments du groupe 01	49
Tableau 9: Paramètres des instruments du groupe 02	50
Tableau 10: Paramètres des instruments du groupe 03	50

Introduction Générale

La question environnementale est profondément liée à celle de l'industrie, ne serait-ce que par l'impact qu'à cette dernière en matière de pollution.

Dernièrement, de nombreuses entreprises avaient déjà appréhendé le développement durable comme un gage de croissance et de performance. Il s'agissait alors de promouvoir une série d'engagements en faveur d'un développement économique respectueux de l'environnement et des droits humains. Aujourd'hui, la plupart des entreprises sont dans l'obligation d'intégrer dans leurs stratégies des préoccupations environnementales et sociales, avant tout dans une démarche de relation publique.

La filtration est une partie essentielle du procédé de fabrication dans l'industrie cimentière, par conséquent le choix du filtre électrostatique est connu pour les applications industrielles. C'est un appareil qui utilise les forces électriques pour séparer les particules solides d'un gaz. Les particules deviennent chargées et sont précipitées sur la surface de l'électrode réceptrice de l'électrofiltre.

La problématique qui nous a été posée au sein de notre usine de ciment LCM (Lafarge ciment M'silla) est que la technologie utilisée pour électrofiltre est obsolète d'une part et d'autre part le coût de maintenance est très important.

L'automatisation est la priorité absolue dans les industries modernes, le débat sur ce phénomène est toujours sujet à controverse vu que la machine a tendance à remplacer l'homme dans plusieurs tâches, il ne peut hélas assurer les tâches que fait la machine dans plusieurs domaines. Elle consiste à en assurer la conduite par un dispositif technologique qui se substitue aux opérations manuelles.

Notre but est de faire une étude complète et détaillée de filtre à manche et l'automatisation du filtre en utilisant l'automate qui présente de meilleurs avantages vue sa grande souplesse, sa fiabilité et sa capacité à répondre aux exigences actuelles comme la

commande et la communication, ajouté à tout ça l'élaboration du Programme et la supervision de ce système via le logiciel PCS7. A cet effet, le présent mémoire est réparti en trois chapitres décrivant les volets principaux.

Le premier chapitre sera dédié aux automates programmables ainsi qu'au dépoussiérage.

Le deuxième chapitre sera consacré à la présentation du fonctionnement du filtre et ainsi la description des matérielles utilisés pour automatiser le fonctionnement du filtre. Le chapitre trois traitera la partie programmation et supervision de ce projet. Les étapes de configuration des matérielles et les différents blocs utilisés pour la programmation et la supervision, qui fera l'objet de notre travail seront détaillés et expliqués. Enfin, on termine par une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre 1

Automates Programmables et Dépoussiérage

1.1 Introduction

Ce chapitre sera consacré à la description des automates programmables SIEMENS à Structures modulaire et les systèmes du dépoussiérage utilisés dans la cimenterie Lafarge M'sila.

1.2 Automatisation

1.2.1 Définitions

- L'automatisation consiste à « rendre automatique » les opérations qui exigeaient auparavant l'intervention humaine ».
- Une autre définition : « L'automatisation est considérée comme l'étape d'un progrès technique où apparaissent des dispositifs techniques susceptibles de seconder l'homme, non seulement dans ses efforts musculaires, mais également dans son travail intellectuel de surveillance et de contrôle. »
- Un automatisme est un sous-ensemble d'une machine, destinée à remplacer l'action de l'être humain dans des tâches en générales simples et répétitives, réclamant précision et rigueur. On est passé d'un système dit manuel, à un système mécanisé, puis au système automatisé.

Dans l'industrie, les automatismes sont devenus indispensables : ils permettent d'effectuer quotidiennement les tâches les plus ingrates, répétitives et, dangereuses. Parfois, ces automatismes sont d'une telle rapidité et d'une telle précision, qu'ils réalisent des actions impossibles pour un être humain. L'automatisme est donc synonyme de productivité et de sécurité.

Le savoir-faire de l'opérateur est transposé dans le système automatisé, il devient le PROCESSUS. Un processus peut être considéré comme un système organisé d'activités qui utilise des ressources (personnel, équipement, matériels et machines, matière première et informations) pour transformer des éléments entrants (les intrants) en éléments de sortie (les extrants) dont le résultat final attendu est un produit.

Le système automatisé de production industrielle doit également répondre à des contraintes économiques et donc à une certaine flexibilité. Il existe deux concepts technologiques :

- Les automatismes séquentiels.
- Les asservissements, la régulation ou « feedback control ».

Cependant, dans la plupart des systèmes complexes modernes, ces deux types d'automatismes se trouvent imbriqués [1].

1.2.2 Buts de l'automatisation Objectifs

La compétitivité de l'entreprise et des produits. Cette compétitivité passe par la qualité, la maîtrise des coûts et l'innovation. Cela induit une disponibilité à tous les niveaux. On cherche donc à améliorer la productivité. L'amélioration des conditions de travail, et surtout la sécurité, fait partie des objectifs de l'automatisation. Les buts (ou objectifs) de l'automatisation sont donc :

- Éliminer les tâches répétitives.
- Simplifier le travail de l'humain.
- Augmenter la sécurité (responsabilité).
- Accroître la productivité.
- Économiser les matières premières et l'énergie.
- S'adapter à des contextes particuliers : flexibilité.
- Améliorer la qualité [1].

1.2.3 Domaines d'application des systèmes automatisés

On trouve les systèmes automatisés dans des domaines très variés à titre d'exemple :

- **L'industrie** : ils permettent d'augmenter la sécurité et remplacent l'homme en accomplissant des travaux pénibles (convoyeur), répétitifs (ligne de montage), dangereux (atelier de peinture) ou dans des endroits inaccessibles (réacteur nucléaire).
- **La vie quotidienne** : Distributeur de boissons, les feux de carrefour, la barrière de parking, le distributeur de billets...

- **La Domotique** : C'est la gestion automatisée des bâtiments individuels et collectifs: éclairage, chauffage, sécurité, télécommunication, pilotage des appareils électrodomestiques...

1.2.4 Contraintes du monde industriel

- L'environnement.
- Pressions concurrentielles.
- Fluctuations des marchés.
- Problèmes d'approvisionnement.
- Manque de fiabilité des ressources

1.2.5 Logique programmée et la logique câblée

Pour effectuer de petites et moyennes opérations de contrôle-commande, les relais et plus globalement la logique câblée peuvent suffire. Cependant lorsque les systèmes à commander deviennent de plus en plus complexes, on aura besoin d'autres organes de commande comme les circuits logiques, les microcontrôleurs ou les automates.

En effet la logique programmée permet de se passer des câblages souvent fastidieux et peu flexibles. Grâce aux automates et aux microcontrôleurs, les opérations de modifications sur des systèmes automatisés deviennent plus faciles et ne requièrent que l'ajout de quelques lignes de code. Les automates et les microcontrôleurs reposent sur la logique numérique comparés au relais qui est mécanique. Le fait ces relais fonctionnent mécaniquement entraîne qu'ils nécessitent plus d'entretien.

L'installation à base d'automate programmable sera plus rapide à mettre en place. En outre, grâce aux technologies sans fils, la communication entre les différents équipements peut se faire en utilisant moins de câble. Lors de la mise en place d'opérations plus complexes comme les temporisations et compteurs, on aura besoin d'équipements supplémentaires comme les relais temporisé. Contrairement, pour les automates, on peut utiliser un nombre important de timers internes sans matériels supplémentaires.

Un autre avantage des automates et des microcontrôleurs par rapport à la logique câblée est le domaine de la régulation. Par exemple, la commande d'un dispositif de chauffage permettant de maintenir un réservoir à une température donnée. Cela est très

difficile à faire avec la logique câblée et les relais et exigerait des circuits supplémentaires, tels que des comparateurs, des conditionneurs de signaux, des amplificateurs ...etc. Avec un automate, cela devient plus simple, le capteur analogique connecté directement à l'automate peut fournir le signal conditionné. Via le logiciel de programmation, le régulateur PID peut être facilement mis en place. La plupart des fabricants offrent également des logiciels pour le réglage automatique de ces boucles PID, ce qui réduit considérablement le temps nécessaire pour mettre en œuvre un nouveau contrôleur de processus (Avantage : le coût, la vitesse, la complexité). La logique programmée présente aussi l'avantage de pouvoir recueillir et exploiter les informations issues des capteurs pour une éventuelle supervision. On peut par exemple recueillir le temps de fonctionnement d'une pompe, enregistrer des températures etc.. Cela est impossible avec un système à base de relais.

Les automates présentent l'avantage d'être plus flexible, on peut changer la logique tout simplement en programmant l'automate, tandis que les relais nécessitent toujours un recâblage du système. Les systèmes à base d'automate sont physiquement beaucoup plus compacts que les relais, ce qui permet les mêmes fonctionnalités dans un espace plus petit dans une armoire de commande. Aussi, les automates sont plus résistants aux contacts d'encrassement dans les environnements poussiéreux.

1.2.6 Description des différentes parties des systèmes automatisés

Un système automatisé est composé de deux parties principales, la partie opérative et la partie commande ; à lesquelles s'ajoute une troisième c'est la partie de dialogue.

a) Partie opérative :

La partie opérative se compose des ensembles suivants :

- L'unité de production (effecteurs) dont la fonction est de réaliser la fabrication ou la transformation pour laquelle elle remplit un rôle dans le processus industriel.
- Les préactionneurs qui sont directement dépendants des actionneurs et sont nécessaires à leur fonctionnement (distributeur pour un vérin...etc.).
- Les actionneurs qui apportent à l'unité de production l'énergie mécanique nécessaire à son fonctionnement à partir d'une source d'énergie extérieure (cas d'un moteur par exemple).

- Les capteurs qui créent, à partir de grandeurs physiques de natures divers (déplacement, température, pression...etc.), des informations utilisables par la partie **commande**.

b) Partie commande

La partie commande se compose des ensembles suivants (Figure 1):

- Les interfaces d'entrée qui transforment les informations issues des capteurs placés sur la partie opérative ou dans la partie **dialogue** en informations de nature et d'amplitude compatible avec les caractéristiques technologiques du système.
- Les interfaces de sortie qui transforment les informations élaborées par l'unité de traitement en informations de nature et d'amplitude compatibles avec les caractéristiques technologiques des préactionneurs d'une part, des visualisations et avertisseurs d'autre part.
- L'unité de traitement (automates programmables industriels API, ordinateur, microprocesseurs) qui élabore les ordres destinés aux actionneurs en fonction des informations reçues des différents capteurs et du fonctionnement à réaliser.

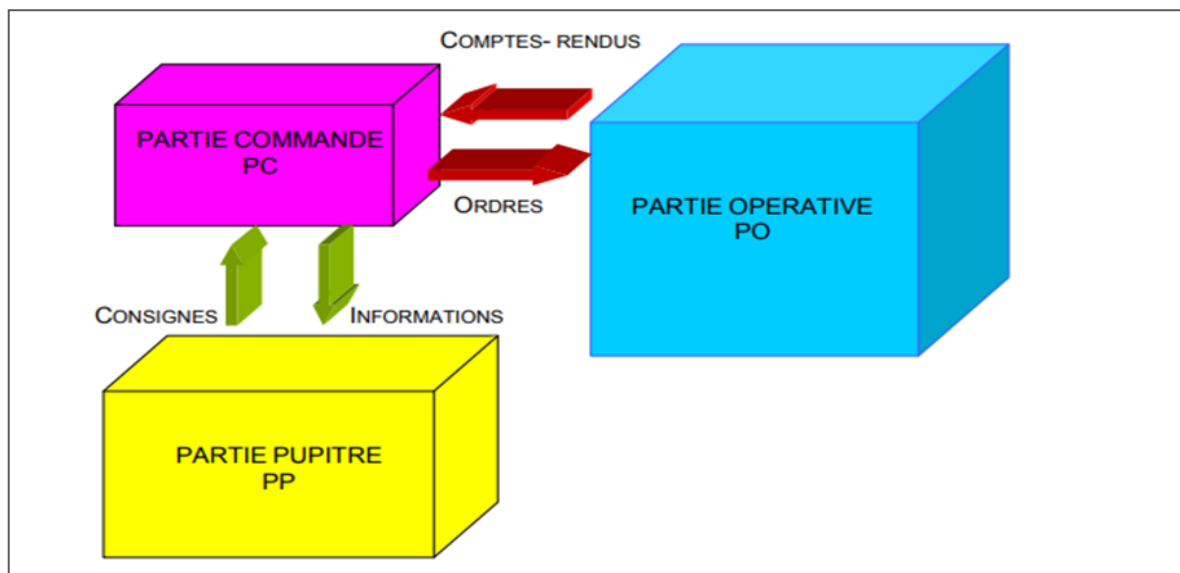


Figure 1. Relation entre différentes parties des systèmes automatisés.

c) Partie dialogue

La partie dialogue se compose de deux ensembles :

- Les visualisations et avertisseurs qui transforment les informations fournies par l'automate en informations perceptibles par l'homme (informations optiques ou sonores).
- Les capteurs qui transforment les informations fournies par l'homme (action manuelle sur un bouton poussoir, par exemple) et informations exploitables par l'automate.

d) Rôle des composants de la partie opérative

❖ **Vérins**

Un vérin pneumatique ou hydraulique sert à créer un mouvement mécanique, et consiste en un tube cylindrique (le cylindre) dans lequel une pièce mobile, appelé le piston, sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Un ou plusieurs orifices permettent d'introduire ou d'évacuer un fluide dans l'une ou l'autre des chambres et ainsi déplacer le piston.

❖ **Distributeurs**

Le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression. Comme le contacteur associé à un moteur électrique, le distributeur est le pré-actionneur associé à un vérin pneumatique.

❖ **Capteurs de position**

Un capteur de position est un dispositif qui permet de recueillir des informations sur la position d'un objet dans un espace de référence.

e) Actionneurs

Est un élément de la Partie Opérative qui reçoit une énergie « transportable » pour la transformer en énergie « utilisable » par le système. Ils exécutent les ordres reçus en agissent sur le système ou son environnement. Un actionneur est un système dont la matière d'œuvre est l'énergie et dont la fonction est de transformer l'énergie. Ces actionneurs appartiennent à trois technologies :

- 1) Actionneurs pneumatiques (vérins, moteurs).
- 2) Actionneur hydraulique (vérins).

- 3) Actionneurs électriques (moteurs électriques).

f) Pré-actionneurs

Le Pré-actionneur est le constituant qui autorise le passage de l'énergie du milieu extérieur vers l'actionneur. Le Pré-actionneur distribue l'énergie nécessaire à l'actionneur en fonction des ordres reçus. Le pré-actionneur peut être :

- 4) Contacteurs pour moteurs électriques.
- 5) Variateurs de vitesse pour moteurs électriques.
- 6) Distributeurs pour vérins pneumatiques ou hydrauliques

g) Différents types de commande

Un système automatisé peut utiliser deux modes de commande :

❖ Mode de commande directe (Fonctionnement en boucle ouverte)

La partie commande ne reçoit aucun compte rendu de la partie opérative. Par conséquent, la partie commande du système automatisé adressera toujours les mêmes ordres à la partie opérative.

Exemple : Un chauffe-eau électrique programmé pour chauffer l'eau pendant la nuit, à une heure fixe. La partie commande de certains feux tricolores envoie toujours les mêmes ordres à la partie opérative et ce quelque soit l'état de circulation.

❖ Mode de commande avec compte-rendu d'exécution (Fonctionnement en boucle fermée)

La partie commande reçoit, à chaque fois qu'elle envoie un ordre, un compte-rendu de la Partie Opérative. Grâce à ce compte-rendu, la partie commande va pouvoir moduler (adapter) ses ordres.

Exemple : Dans un passage à niveau, la barrière ne se lève que si le système est sûr que le train est bien passé.

h) Système automatisé industriel combinatoire et séquentiel

❖ Systèmes automatisés à logique combinatoire

Pour un tel système les sorties dépendent exclusivement d'une combinaison des entrées, sans prendre en compte "l'histoire" du système.

A un état d'entrées, correspond un et un seul état en sortie. Aucune mémoire des états précédents des entrées et des sorties n'est conservée. L'information logique est traitée de manière instantanée. Les grandeurs y sont manipulées sous formes d'états binaires, ce qui justifie l'utilisation de l'algèbre de BOOLE, et des notions liées au codage de l'information.

***Exemple :** dans un afficheur sept segments l'information, chiffre compris entre 0 et 9, est fournie par un nombre binaire sur 4 bits, soit pour notre afficheur quatre entrées (E0, E1, E2 et E3) et en sortie les segments seront allumés ou éteints. Pour chaque combinaison des quatre entrées, doit correspondre un et un seul état des sorties, correspondant à l'affichage correct de l'information.*

❖ **Systèmes automatisés à logique séquentielle**

Qualifié de système à mémoire généralisée, les sorties du système sont élaborées à partir d'un ensemble de signaux logiques, mais dépendent aussi de la chronologie des événements logiques. "L'histoire" du système est prise en compte.

En effet les états précédents des entrées et des sorties sont mémorisés, et influent sur l'évolution du système. A une combinaison d'entrées, peuvent correspondre plusieurs combinaisons des sorties.

***Exemple :** ligne de production industrielle de chocolats Le système est une ligne de production industrielle de sujets creux en chocolat (petits et grands sujets, par exemple Père Noël, lapin, œufs, ...) Le processus d'injection (réalisé par la doseuse) fait l'objet d'une commande séquentielle*

1.2.7 Structure interne d'un API

La structure interne d'un automate programmable industriel (API) est assez voisine de celle d'un système informatique simple. Cette structure comporte quatre principales parties:

- Une unité de traitement (un processeur CPU).
- Une mémoire.
- Des interfaces et modules d'entrées-sorties.
- Une alimentation 230 V, 50/60 Hz (AC) - 24 V (DC).

a) Processeur :

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées et de sorties et d'autre part à exécuter les instructions du programme. Les instructions sont effectuées les unes après les autres, séquencées par une horloge.

b) Mémoire

Elle est conçue pour :

- Recevoir les informations issues des capteurs d'entrées.
- Recevoir les informations générées par le processeur et destinées à la commande des sorties.
- Recevoir et conserver le programme du processus. Il existe dans les automates trois types de mémoires qui remplissent des fonctions différentes :
 - ✓ **Mémoire de programme** : Cette mémoire est utilisée pour stocker le programme. Elle est en général de type EEPROM (electricallyerasable).
 - ✓ **PROM** (mémoires mortes reprogrammables effacement électrique).
 - ✓ **Mémoire système** : Cette mémoire, présente dans le cas d'automates à microprocesseurs, est utilisée pour stocker le système d'exploitation et elle est programmée en usine par le constructeur. Elle peut donc sans problème être réalisée en technologie PROM (c'est-à-dire programmable une seule fois, sans possibilité d'effacement) voire ROM (mémoire morte accessible uniquement en lecture).
 - ✓ **Mémoire de données** : Elle est utilisable en lecture-écriture des données pendant le fonctionnement. C'est une mémoire de type RAM (mémoire vive dans laquelle on peut lire, écrire et effacer) utilisant une technologie spéciale (CMOS) à très faible consommation électrique du moins, à l'état de repos et elle nécessite une batterie de sauvegarde.

c) Interfaces et cartes d'Entrées / Sorties

Les entrées reçoivent des informations en provenance des éléments de détection (capteurs) et du pupitre opérateur (BP). Les sorties transmettent des informations aux pré-actionneurs (relais, électrovannes ...) et aux éléments de signalisation (voyants) du pupitre.

Le nombre de ces entrées est sorties varie suivant le type d'automate. Les cartes d'E/S ont une modularité de 8, 16 ou 32 voies. Les tensions disponibles sont normalisées (24, 48, 110 ou 230V continu ou alternatif ...). L'interface réalise trois fonctions principales :

- Le découplage mécanique (borniers à vis par exemple) entre le câblage processus et le câblage interne de l'automate.
- Le découplage électrique (isolation galvanique) : Le problème est de se protéger contre les tensions de mode commun existant non seulement entre les signaux d'entrée et l'automate mais aussi entre les signaux d'entrée eux-mêmes.
- L'adaptation des niveaux de tensions (Par exemple, atténuer les entrées haut niveau hors standards, amplifier les entrées bas niveau, effectuer la transformation courant/tension)
- La conversion analogique/numérique.
- Filtrage des signaux parasites : Elimination des parasites industriels de fréquence supérieure à celles du signal utile.
- La synchronisation des transferts conformément aux procédures d'échange du BUS de l'automate interface d'entrée.

1.2.8 Niveau d'automatisation, de rentabilité, et de sûreté

L'automatisation nécessite une préconception simultanée du produit, des moyens de production, et du processus (Figure 2). Comment mettre en œuvre un système automatisé complexe, sûr et efficace intégrant une multitude de moyens techniques et des moyens humains à des rythmes différents ?

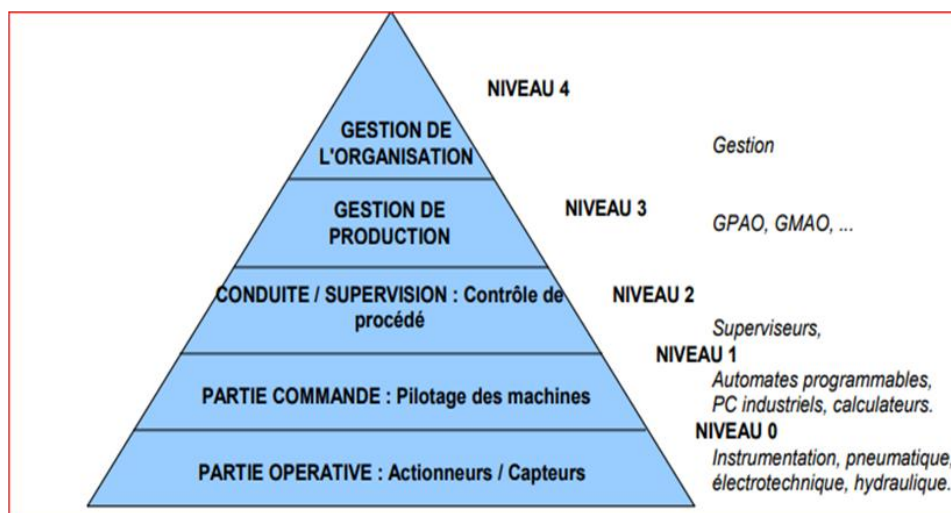


Figure 2. Différents niveaux de l'automatisation.

Il y a différents degrés d'automatisation qui vont du niveau totalement manuel correspondant à 0% d'automatisation à un niveau total d'automatisation (100%) dans lequel l'homme ne joue aucun rôle dans l'accomplissement de la tâche. Cependant, dans la plupart des applications, l'opérateur humain et la machine automatisée coopèrent pour mener à bien la tâche ou la mission à accomplir. Dans les systèmes de haut degré d'automatisation, l'opérateur humain joue seulement le rôle de superviseur. Les systèmes sont de plus en plus complexes et ouverts. Ils nécessitent des compétences élevées pour maintenir ces moyens au niveau de performance exigé. La contrainte principale est le coût global.

Le niveau de sûreté du système automatisé est fonction du risque acceptable en cas de dysfonctionnement. La sécurité des moyens mis en œuvre permet mettre à l'abri de tout danger ou risque les biens et les personnes.

La disponibilité dépend principalement de deux concepts :

- La fiabilité.
- La maintenabilité du système.

La complexité des systèmes automatisés rend plus difficile leur maintenance en cas de problème. Elle force l'entreprise à élaborer des scénarios d'escalade élaborés pour réagir en cas de panne et maintenir ses capacités opérationnelles. [1]

Exemples :

- Le système de pilotage d'un avion de ligne le niveau de sûreté est maximal (trois dispositifs de commande en redondance active).
- Le système de commande d'une centrale nucléaire : le niveau de sûreté est extrême.
- Le système de commande d'une machine-outil à commande numérique (un seul directeur de commande, une seule carte par axe) : niveau de sûreté minimal.

Les automatismes disposent de plus en plus de moyens d'aide au diagnostic, d'autodiagnostic, et de systèmes de surveillance à distance permettant une "télémaintenance". On parle alors de "systèmes communiquant". Les automatismes s'organisent de plus en plus en "réseaux locaux industriels".

1.2.9 Différents langages de programmation des API

L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système. Il existe différents types de langage de programmation :

- Le langage GRAFCET.
- Le langage à contact (Ladder).
- Le langage LIST.
- Le langage booléen (Logigramme).
- Le langage CFC

L'API traduit le langage de programmation en langage compréhensible directement par le microprocesseur. Ce langage est propre à chaque constructeur, il est lié au matériel mis en œuvre. Chaque instruction du programme est composée :

- De l'opération à effectuer (la nature de l'opération est codée 1 ou 0).
- De la variable sur laquelle l'opération va être effectué (variable de sortie, variable d'entrée, variable interne,...).
- De la nature de la variable (binaire, numérique, texte, ...). Chaque instruction est écrite dans une partie de la mémoire appelée adresse ou label. [2]

a) Langage de programmation et supervision PCS7 (Process Control System):

Le système Siemens SIMATIC PCS 7 est un exemple moderne de DCS (Distributed Control System), qui utilise la technologie LAN (Local Area Network), les automates Siemens PLCs (contrôleur logique de programmation) et bus de terrain.

L'ensemble du système comprend un grand nombre de composants matériels Siemens. A partir de l'instrument, d'actionneurs, modules de signaux analogiques et numériques, vers contrôleurs, processeurs de communication, stations d'ingénierie et stations opérateur, etc.

Tous les composants matériels sont pris en charge et configurés au moyen du Outils logiciels PCS 7. Le système logiciel est sophistiqué pour répondre aux exigences de conception. L'ingénierie et la mise en service de diverses tâches d'automatisation dans les secteurs industriels tels que : produits chimiques, pétrochimiques, pharmaceutiques, traitement de l'eau et énergie génération, etc...[3]

❖ Architecture du système PCS 7

Un système PCS7 principalement est illustré dans la figure 3 où ES signifie Engineering Station, OS pour Poste Opérateur et AS pour poste d'automatisation [3].

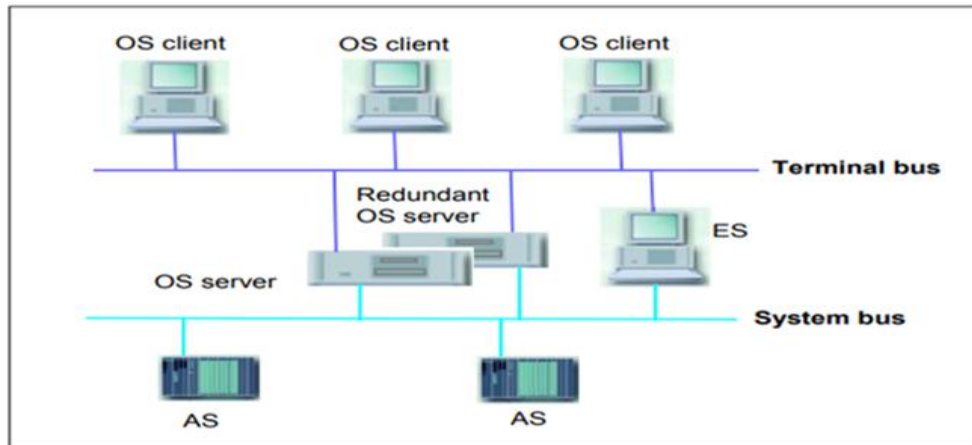


Figure 3. Architecture du système PCS 7

- Station d'ingénierie : Les projets PCS 7 sont conçus sur les postes de travail d'ingénierie qui sont installés avec outils d'ingénierie PCS 7 et disposent d'un accès à la communication avec les OS et AS.

Le PCS 7 fournit des outils d'ingénierie performants, par exemple :

- SIMATIC Manager : création de projet, création de bibliothèque, gestion de projet et diagnostic, etc.
- AS (Station d'automatisation) : Une station d'automatisation peut comprendre une alimentation (PS), un traitement central, unité centrale (CPU), processeur de communication (CP) et modules d'entrée et de sortie.

Le processeur traite le système d'exploitation et les programmes. Les CPU PCS 7 sont sélectionnées parmi la série de processeurs Siemens SIMATIC S7 400. Ils communiquent avec le serveur ES et/ou OS via le bus système/usine.

L'AS dispose également d'un port de communication pour communiquer avec les appareils de terrain via Profibus DP. Un exemple typique de systèmes d'automatisation avec un lien vers des E/S décentralisées est illustré dans la figure 4 [3].

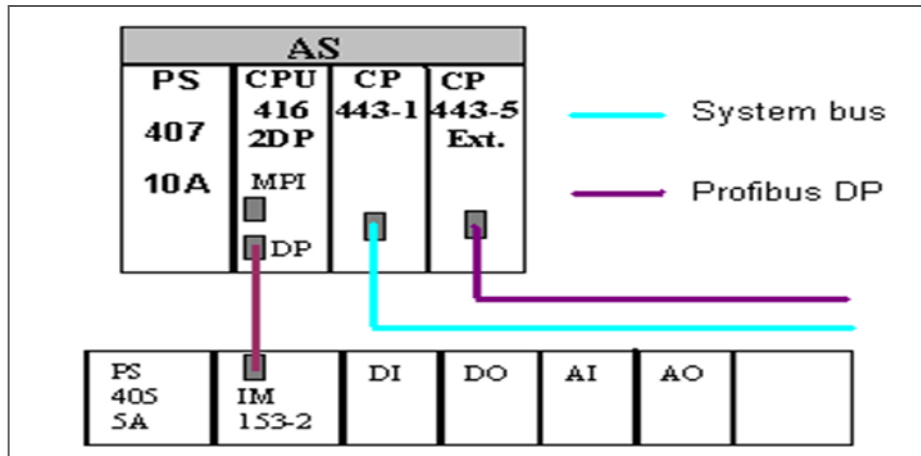


Figure 4. Systèmes d'automatisation

- Bus de terrain : Un grand avantage des systèmes PCS 7 est l'intégration transparente de divers appareils et instruments de terrain dans leurs systèmes de commande centralisés à l'aide de la technologie de bus de terrain.

Siemens lui-même et divers fournisseurs d'appareils proposent des gammes de variateurs, d'émetteurs, capteurs et instruments conformes aux protocoles Profibus. La Figure 5 montre une vue d'ensemble du niveau des appareils des systèmes PCS 7 [3].

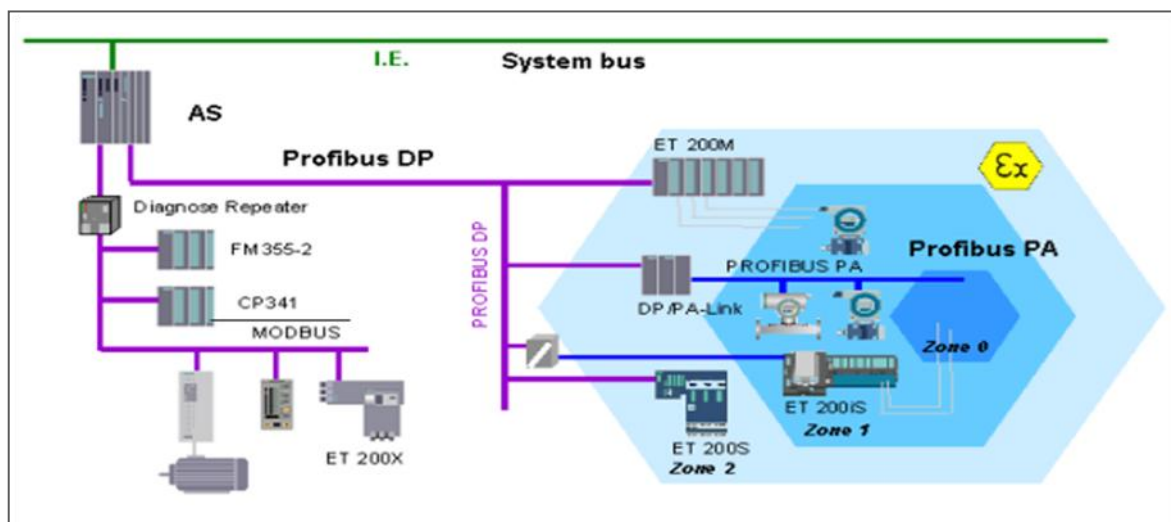


Figure 5. Vue d'ensemble du niveau des appareils des systèmes PCS 7

1.2.10 Protocole de communication

Un protocole de communication est un ensemble de règles et de codes de langage qui définissent comment se déroule la communication entre un émetteur et un récepteur [4].

- **Protocole de communication Profibus :** est un système de communication ouvert acceptant les appareils de divers constructeurs. C'est le réseau idéal à l'échelle de la cellule et du terrain et permet la transmission rapide de moyennes quantités de données (environ 200 octets).
- Réseau PROFIBUS a été mis au point de 1987 à 1990 dans un groupe de travail composé par 14 sociétés et 4 instituts. Les premiers produits sont apparus sur le marché en 1990 et les premières installations équipées de coupleurs PROFIBUS ont été installées en 1991. Il n'est donc pas étonnant que PROFIBUS soit un réseau de terrain et de cellule fortement diffusée dans le monde. PROFIBUS est actuellement standardisé dans les normes IEC 61158 et EN 50 170 [5].
- **Protocole de communication Modbus :** est un protocole de communication série appartenant à la couche application (7^e couche du modèle OSI). Il est conçu principalement pour la communication de données typiques du domaine de l'automatisation. En termes simples, il s'agit d'une méthode utilisée pour transmettre des informations sur des lignes série (RS-232 ou RS-485) ou sur un réseau TCP/IP (Modbus TCP/IP) entre des appareils électroniques [6].
- **Protocole de communication Ethernet :** désigne un protocole de réseau local (LAN). Celui-ci se base sur des commutations de paquets et sur des câbles en paires torsadées pour permettre de relier plusieurs machines entre elles [7].

1.3 Dépoussiérages :

1.3.1 Définitions

Dépoussiérer, c'est capter des particules d'un milieu, dans l'air et les diriger vers un système de séparation air-matière ; le but étant de protéger l'homme, l'environnement et l'outil de travail face aux nuisances causées par les pollutions.

Dans le milieu industriel, elle succède le plus souvent et directement au dépoussiérage des machines, qui peut être fait pour plusieurs raisons. Le dépoussiérage est souvent mis en

place pour récupérer les particules fines qui s'envolent. Il est aussi réalisé, dans la plupart des cas à des fins purement environnementales, afin de réduire les émissions dangereuses pour l'atmosphère [7].

1.3.2 Techniques de dépoussiérage

Les systèmes de dépoussiérage utilisés en industrie sont très diversifiés. Ils se différencient les uns des autres par leurs principes de fonctionnement et leur capacité de captation des particules.

Les technologies de dépoussiérage industriel sont regroupées en trois grandes catégories:

- Les séparateurs à effet mécanique.
- Les séparateurs électrostatiques.
- Les séparateurs à médias filtrants [7].

a) Séparateurs électrostatiques ou électrofiltres

Les séparateurs électrostatiques, comme leur nom l'indique, utilise un champ électrique Pour dissocier les particules du gaz transporteur. Ils ne regroupent que deux catégories de Séparateur à effet électrique :

- Les séparateurs électrostatiques humides.
- Les séparateurs électrostatiques secs.

Les séparateurs électrostatiques humides sont 10 fois plus performants que les séparateurs Électrostatiques secs car pouvant assurer le captage des poussières de 0.1 à 1 μm Suivant la tension appliquée (Figure 6). Les précipitations électrostatiques utilisent les forces électrostatiques pour séparer des particules de la poussière des gaz de l'échappement.

Les particules aéroportées reçoivent une charge négative lorsqu'ils traversent le champ ionisé entre les électrodes. La matière rassemblée sur les électrodes est retirée en tapant les Électrodes ou par vibrations soit continuellement soit à un intervalle déterminée. Le lavage d'une précipitation peut habituellement être fait sans interrompre la circulation d'air [8].

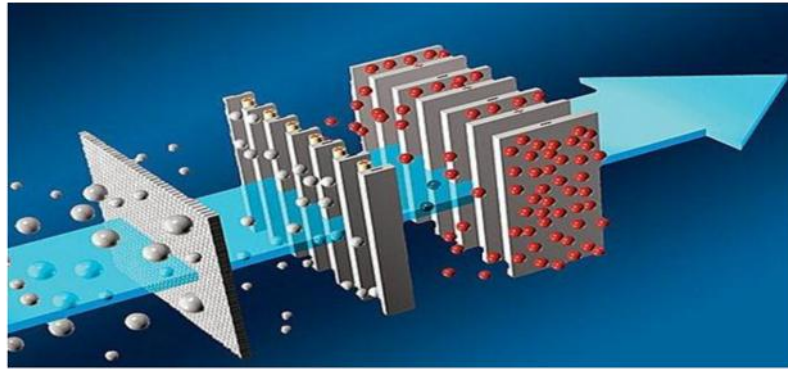


Figure 6. Principe de la séparation électrostatique

La poussière déposée sur les électrodes collectrices profilées est éliminée cycliquement et évacuée ainsi de l'écoulement de gaz. Grâce à la formation de « pièges » sur les électrodes collectrices, ceci empêche tout réentraînement ou « Réentraînement » des particules déjà séparées. Les électrofiltres sont ainsi particulièrement adaptés à la séparation de poussières fines provenant des courants de gaz.

b) Electrofiltres

La conception des électrofiltres pour le dépoussiérage des gaz de fumée selon les processus de combustion exige un grand savoir-faire en matière de recherche, car une multitude de paramètres doivent être pris en considération. Il faut considérer, d'une part, les paramètres des gaz de fumée ayant une influence directe sur la capacité de séparation et sur la composition des cendres, et d'autre part, les conditions générales du processus.

❖ Principe

L'électrofiltre est constitué de plaques métalliques verticales de grande dimension entre lesquelles circulent les fumées chargées en poussières. Les plaques sont alternativement reliées à une source électrique continue (pour les plaques émettrices) et à la masse (pour les plaques réceptrices).

Le champ électrique qui en résulte exerce sur les poussières chargées électriquement une force qui les précipite sur les plaques réceptrices où elles viennent s'accumuler. Des marteaux frappent régulièrement les plaques pour décoller les poussières qui tombent dans des trémies à la base du caisson de l'électrofiltre.

Les effluents gazeux débarrassés des poussières sont évacués par la cheminée via le ventilateur de tirage qui met en dépression la ligne de traitement. Pour éviter les risques de colmatage la trémie et l'ensemble du dispositif d'évacuation doivent être parfaitement bien calorifugés et équipés d'un dispositif de chauffage par cordons électriques, comme pour le filtre à manches. Le gaz de fumée chargé en poussière entre horizontalement dans le filtre via les déflecteurs de gaz et est divisé de manière uniforme en plusieurs « gaz », qui sont formés par les parois des électrodes collectrices mises à la terre. Au milieu de chacun de ces « gaz » se trouvent des électrodes émettrices, sur lesquelles est présente une tension négative élevée et qui ionisent le gaz par une décharge en couronne [8].

La figure 7 présente les composantes de l'électro-filtre.

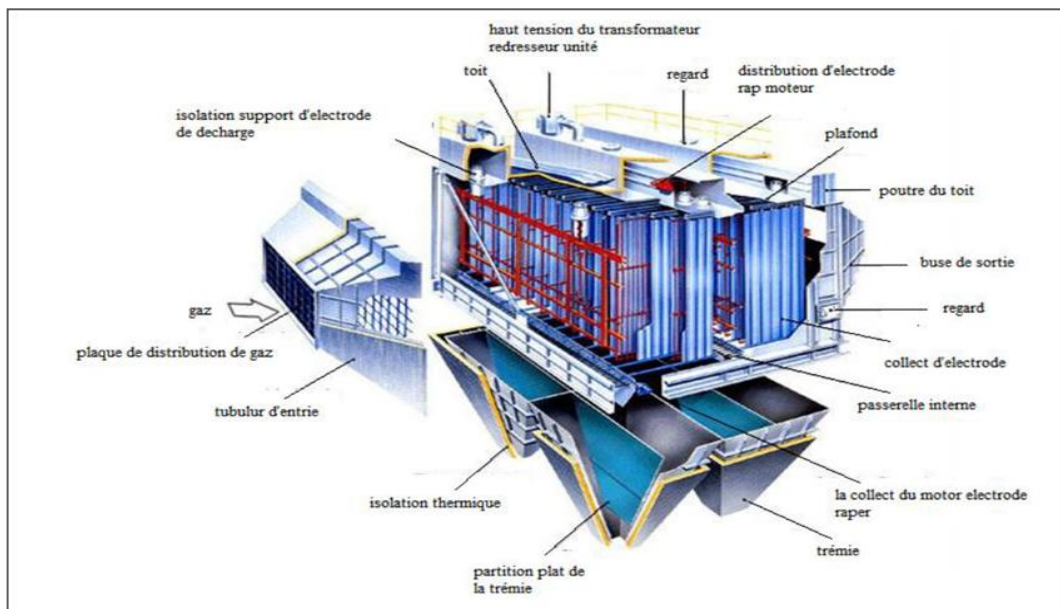


Figure 7. Schéma de principe d'électrofiltre

Les particules de poussières sont, chargées négativement lors de l'apparition d'ions gazeux, puis déposées sur les électrodes collectrices chargées positivement. La couche de poussières qui s'est déposée sur les électrodes collectrices est éliminée périodiquement au moyen d'un secoueur, puis elle tombe dans la cuve collectrice de poussières et est évacuée via un convoyeur à vis sans fin. Afin d'éviter les dépôts sur les électrodes émettrices, ceux-ci sont également éliminés via un secoueur propre.

❖ Performances

L'électrofiltre garde de bonnes performances pour les particules de petite taille. Le rendement de captation est de 95 % pour des particules de 0.1 microns. En théorie, chaque

champ d'électrofiltre a un rendement de captation de l'ordre de 90 %. Cependant, ce rendement diminue si la concentration des poussières augmente. C'est pourquoi le multicyclone est généralement conservé en amont d'un électrofiltre pour garantir une concentration connue en entrée et limiter sa taille.

Les seuils de performance garantis peuvent être de 30, 50 ou 100 mg/Nm^3 à 11% d'O₂. Il est possible de garantir des valeurs inférieures à 20 mg/Nm^3 à 11% d'O₂ mais pour des surcoûts importants. Les seuils de performance variant en fonction de la nature du combustible, l'électrofiltre est donc dimensionné, contrairement à un filtre à manche, ce qui lui donne moins de souplesse d'utilisation. L'électrofiltre travaille généralement à des températures comprises entre 230 et 350°C. La température maximale est environ du 450°C.

❖ Avantages

- Résistance au gaz chaud (jusqu'à 300 °C).
- Capacité de séparation élevée (degré de séparation supérieur à 99 %).
- Frais de fonctionnement réduits en raison de la faible perte de pression (et donc de la puissance du ventilateur).
- Frais d'entretien réduits (pas de manches filtrants de remplacement nécessaire),
- Grande durée de fonctionnement et grande disponibilité,
- Pas de perte de pression.

❖ Inconvénients

- Encombrement (vitesse d'écoulement des gaz faible donc volume élevé).
- Coût de génie civil élevé, lorsque le filtre est placé en intérieur.
- Coût d'investissement minimal incompressible quel que soit la puissance de la Chaudière (limite 1 MW).
- Habilitation électrique nécessaire pour la maintenance (haute tension).[8]

c) *Séparateurs à média filtrant*

Le dépoussiéreur à media filtrants est le système de filtration le plus utilisé dans l'industrie pour éliminer les particules solides présentes dans les effluents gazeux avant leur rejet dans l'atmosphère ou un recyclage dans les ateliers de travail. Les séparateurs à

média filtrants sont tout aussi diversifiés, Pour des concentrations de Poussières très élevées, on parlera, dans le langage courant industriel, de dépoussiéreurs.

Ce sont des dispositifs qui utilisent l'effet de l'auto filtration. En effet, Les poussières se séparent des gaz par elles-mêmes en se déposant sur un support poreux ou médium pour former le gâteau de poussières. Un dépoussiéreur est constitué de media filtrants se présentant généralement sous la forme de manches.

❖ **Filtres à manches**

Les filtres à manches permettent d'atteindre des rejets en poussières inférieurs à $1\text{mg}/\text{Nm}^3$. Ils sont donc la technologie la plus adaptée actuellement pour satisfaire aux renforcements des exigences de rejet sur les particules fines.

Une manche filtrante est constituée d'une armature métallique sur laquelle un média filtrant est mis en place. La température des gaz en entrée du filtre est un paramètre dans le choix du média filtrant car une température de fonctionnement élevée peut entraîner la détérioration des manches.

Le fonctionnement cyclique de ces dépoussiéreurs consiste en une alternance de cycles de colmatage et de dé colmatage. Les poussières filtrées entraînent un colmatage du medium présentant deux régimes :

- Un colmatage en profondeur (irréversible),
- Un colmatage de surface (réversible) au cours duquel les particules se déposent en une couche appelée gâteau de filtration.

La seconde phase de fonctionnement d'un dépoussiéreur industriel est le dé colmatage dont l'objectif principal est de décoller les particules collectées en surface du medium filtrant pendant l'étape de colmatage en dehors de la maîtrise de la durée de vie des manches. Un paramètre primordial intervenant dans le coût d'exploitation, et un point technique à maîtriser est le dé colmatage des manches, qui est assuré par deux moyens :

❖ **Décolmatage on-line**

Cette technologie s'est imposée largement sur le marché depuis les années 60 grâce à la qualité des médias utilisés pour la fabrication des manches et à la mise au point du Nettoyage par impulsion de gaz (pulse-jet en anglais).

Elle consiste à injecter un jet d'air comprimé dans l'axe de la manche pendant 100 à 500ms, ce qui provoque le décrochement du gâteau de poussières. Ce type de décolmatage préserve la capacité de filtration et maintient la perte de charge plus constante, car une fraction très limitée des manches est affectée à chaque impulsion.

❖ Décolmatage off-line

Cette technique nécessite de compartimenter le filtre et d'isoler chaque compartiment pendant le décolmatage, qui est assuré par un contre-flux des gaz. L'inconvénient de cette technique est son coût, par rapport au décolmatage on-line, et le fait que son efficacité meilleure élimine complètement le gâteau, ce qui diminue temporairement l'efficacité de filtration et crée des variations de pertes de charge importantes.

❖ Principe

Les fumées chargées en poussières pénètrent dans le filtre à manches. Ce dernier est constitué de plusieurs cellules de filtration comprenant chacune des rangées de manches ou poches filtrantes. La nature des manches dépend de la température des fumées et de leur composition chimique. Les gaz sont tout d'abord dirigés vers les différentes cellules puis traversent les manches, de l'extérieur vers l'intérieur. Les poussières s'accumulent en gâteau sur le média filtrant. La collecte des gâteaux de filtration est effectuée régulièrement par soufflage d'air comprimé à l'intérieur des manches. Les poussières sont collectées dans une ou plusieurs trémies en partie basse des caissons. Après dépoussiérage, les fumées sont évacuées par la cheminée.

La figure 8 présente le schéma de principe d'un filtre à manche.

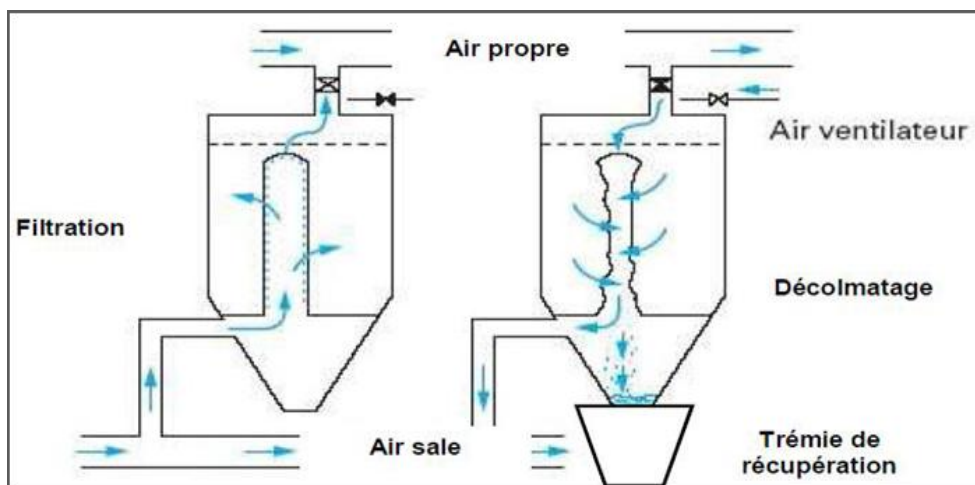


Figure 8. Schéma de principe d'un filtre à manche

❖ Avantages

- Performance garantie élevée (jusqu'à 10 mg/Nm³ à 11% d'O₂) indépendantes de la concentration en poussières dans le flux Seuil de rejet constant en sortie.
- Coûts d'investissement moins élevés qu'un électro filtre à débit d'air et seuil de rejets identiques.
- Coût d'investissement dépendant du nombre de manches, donc fonction de la puissance de la chaudière.
- Montant fortement dépendant de la température des fumées.
- Encombrement moindre qu'un électro filtre.

❖ Inconvénients

- Risque incendie, nécessité d'un système de détection et d'extinction incendie.
- Forte pertes de charge nécessitant d'augmenter sensiblement la puissance du Ventilateur d'extraction.
- Sensible aux polluants acides.
- Consommation d'air comprimé.
- Coût d'exploitation élevé (durée de vie de manches d'environ 3 à 5 ans).
- Nécessite parfois un système de refroidissement des gaz en entrée (en fonction du média filtrant et de la température des fumées).
- Risque de condensation dans les manches, ce qui crée de la corrosion [8].

La Figure 9 représente le Schéma de composition d'un filtre à manche

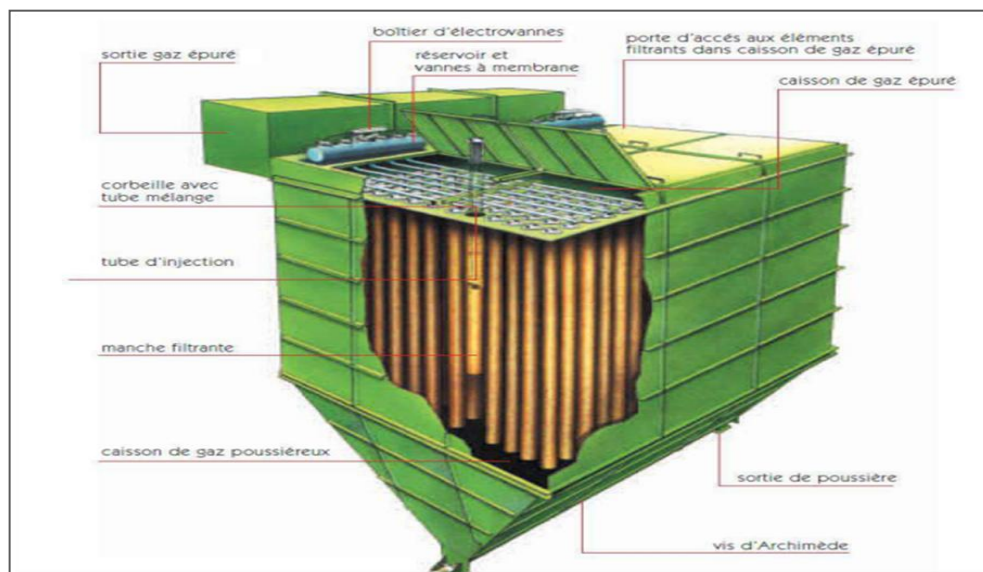


Figure 9. Schéma de composition d'un filtre à manche

1.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté quelques généralités sur les automates programmables SIEMENS à Structures modulaire et les systèmes du dépoussiérage utilisés dans la cimenterie Lafarge M'sila. Dans le chapitre suivant nous allons introduire le matériel utilisé et son mécanisme de fonctionnement.

Chapitre 2

Fonctionnement et Matériels utilisés

2.1 Introduction

Le gaz du four et du broyeur passe à travers le filtre en tissu et est dépoussiéré avant d'être envoyé à l'atmosphère. Le nettoyage du filtre en tissu ne peut commencer que si le transport de poussière fonctionne et que la pression de nettoyage est à la valeur normale. Ces verrouillages ne s'appliquent qu'aux conditions de démarrage, donc une fois que le filtre en tissu commence à nettoyer, il ne s'arrêtera pas en cas de transport de poussière ou de pannes du système d'air comprimé. Le mode de nettoyage normal du filtre en tissu est EN LIGNE, c'est-à-dire basé sur le DP du filtre. En cas de pression différentielle élevée, l'opérateur peut passer en mode DOUBLE PURGE, pour essayer de trop nettoyer les sacs pendant un certain temps.[9]

2.2 Présentation du filtre

Le filtre à décolmatage pneumatique (figure 10) appelé DuoClean™ Pulse (JetFabricFilter) est un filtre en tissu à fonctionnement automatique conçu pour nettoyer les gaz bruts des particules en suspension. Il est composé de 06 compartiments chaque un contient 810 manches. Le système du nettoyage du filtre est commandé par un contrôleur maître, ce dernier communique avec 12 contrôleurs esclaves. Le système de récupération de la poussière est composé de quater (04) chaînes de trainage.

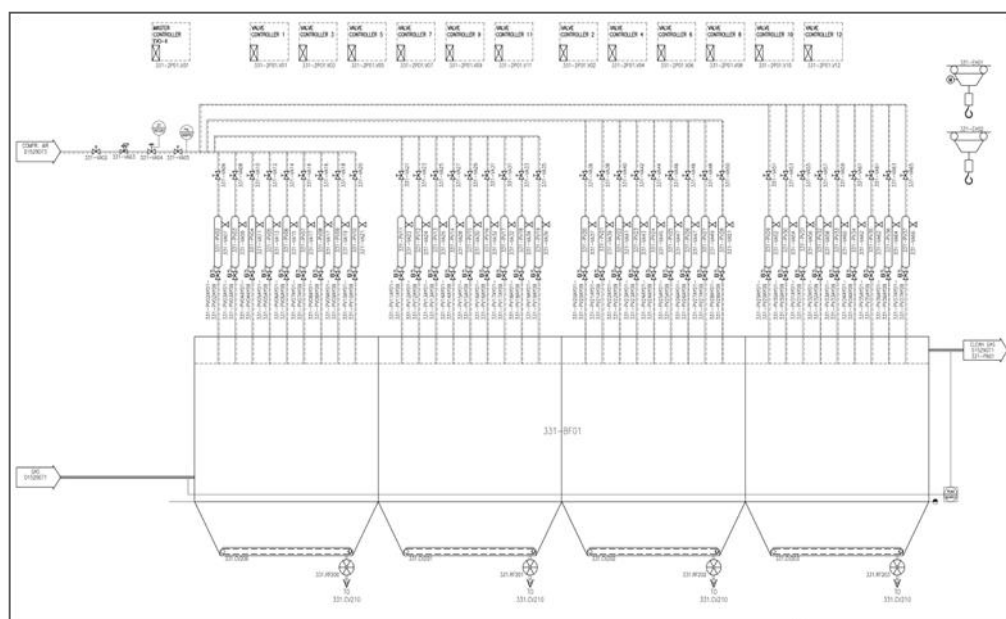


Figure 10. Présentation du filtre.



Figure 11. Vue du filtre en tissu a l'usine de ciment Lafarge.

2.2.1 Fonctionnement du filtre à décolmatage pneumatique DuoClean :

Le gaz brut pénètre dans le collecteur de gaz brut du filtre en tissu par le conduit d'entrée. L'entrée du conduit d'entrée/de sortie est ouvert au niveau de sa partie inférieure, permettant ainsi au gaz brut de pénétrer dans le filtre et de circuler librement dans la moitié gauche ou droite du filtre jusqu'à la trémie, dans la mesure où le filtre ne comprend aucun registre d'entrée. Dans le filtre DuoClean, les parois du conduit d'entrée sont perforées afin de permettre l'infiltration d'une partie des gaz dans la zone des manches filtrantes en provenance de la paroi du conduit (figure 12).

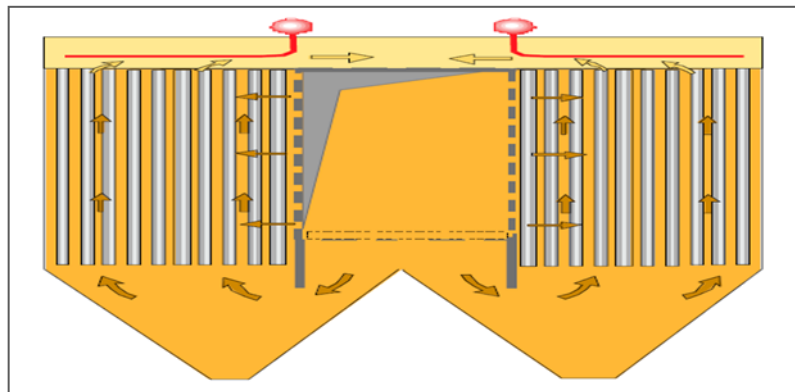


Figure 12. Fonctionnement du filtre

La majeure partie du gaz brut pénètre dans la trémie avant d'atteindre la manche. Autrement dit, une partie de la poussière retombe avant d'atteindre les manches filtrantes, du fait de la veine gazeuse qui s'élargit et de la vitesse du gaz qui, par conséquent, diminue. Le mouvement des gaz est entièrement contrôlé par l'aspiration du ventilateur de tirage. Le gaz pénètre dans les manches et la poussière est récoltée sur leur surface extérieure. Lorsque l'intérieur de la manche du filtre est nettoyé à l'air comprimé, les

poussières tombent dans les trémies et sont éliminées grâce au système d'évacuation des poussières.[9]

2.2.2 Données de traitement générales

Tableau 1: Données de traitement générales

Température de service pour fonctionnement continu	[°C]	200
Température de fonctionnement max pour le matériau de la manche	[°C]	240
Crête de température max pour le matériau de la manche	[°C]	260
Pression max pulsation de nettoyage	[Bar]	4.5
Température de capot maximale	[°C]	260

2.2.3 Analyse fonctionnel

Le système du filtre est divisé en groupes comme indiqué ci-dessous. La suite logique pour le départ se fera dans l'ordre séquentiel des numéros de groupe. Il faut cependant noter que ces derniers groupes peuvent être démarrés avant ou en parallèle aux groupes précédents tant que les verrouillages et les protections requis sont respectés. La suite de la séquence de groupe fournira cependant la manière la plus sûre de démarrer l'ensemble du système sans défaillances du sous-groupe provoquant l'arrêt général du système :

- Registre de l'air fais (Groupe 01).
- Filtre en tissu (Groupe 02).
- Ventilateur du filtre (Groupe 03).

Chaque groupe individuel peut être considéré comme un processus ayant à la fois des entrées et des sorties. Celles-ci peuvent provenir d'autres groupes, d'entrées de l'opérateur ou de paramètres spécifiques définis pendant la conception. Chaque groupe suivra et synchronisera ainsi son propre processus. Les points de consigne, les températures, la vitesse, le courant et les alarmes du ventilateur du Filtre doivent être disponibles sur le poste opérateur.

a) Registre de l'air fais (Groupe 01)

Ce groupe est composé de deux clapets.

- Registre d'air frais (FAD).

- Registre d'air frais d'urgence (EFAD).

Le fonctionnement de ce groupe est comme suite :

FAD & EFAD sont positionnés avant l'entrée FF. Le but de ces registres est de refroidir les gaz chauds en cas de haute température à l'entrée du filtre. Dans ce cas, les registres ouvrent et permettent le refroidissement du gaz de procédé, de sorte que la température du mélange soit dans les limites, évitant ainsi d'endommager les manches filtrants.

Lorsque la température atteint la valeur de consigne, définie dans les boucles de régulation, le FAD réagit en fonction d'un contrôle PID sur la température d'entrée du filtre. Si la température atteint la valeur seuil H1 (limite supérieure1), le point de consigne sera forcé à 100 % et le FAD et l'EFAD s'ouvriront complètement. Dans ce cas, le contrôle des FAD et EFAD doivent passer en mode manuel et l'opérateur peut les remettre en mode automatique lorsque la situation d'urgence est terminée.

Si la température d'entrée FF atteint le seuil H2, le ventilateur ID du four se déclenchera pour diminuer la chaleur provenant du four tandis que le ventilateur FF doit être maintenu en marche pour assurer une pression au point d'aspiration du FAD et de l'EFAD.

La température d'entrée FF est une mesure redondante pour avoir une lecture plus précise et éviter les déclenchements indésirables du ventilateur four en raison de faux signaux [9].

❖ Verrouillage du Groupe 01

Tableau 2: Verrouillage du groupe 01

Equipement	Instrument/signal	Type de Verrouillage	Description du Verrouillage
331. BV01(EFAD) &331.BV02(FAD)	331. BF01.N0xT01 (FF Température d'entrée)	PR	Si la température d'entrée filtre >>H. Donc les deux clapets FAD et EFAD doivent être ouverts 100%
Ventilateur du four	331. BF01.N0xT01 (FF Température d'entrée)	PR	Si la température d'entrée filtre >>HH. Donc le ventilateur four doit être à l'arrêt.

❖ Boucles de contrôle (Control Loops)

Contrôleur PID :

Tableau 3: Boucle de contrôle du groupe 01

Actionneur	Position du volet d'air frais (331-BV02)
Valeur de processus	Température à l'entrée du filtre (331-BF01-N0xT01) Point de consigne : 215 °C
L'événement suivant ouvrira l'air frais registres à une position prédéfinie (par défaut 100 %) et le contrôle est remis à l'opérateur en mode manuel mode. L'opérateur reviendra en mode automatique mode lorsque la situation d'urgence est terminée et les températures sont revenues à un fonctionnement normal valeurs.	
	Température H1 à l'entrée du filtre (331-BF01-N0xT01)

❖ Logique pour la température d'entrée

La température (331-BF01-N0xT01) est toujours une valeur calculée. Le calcul doit être fait dans PLC. Le signal de chaque émetteur est contrôlé pour vérifier s'il est dans la plage de valide (C'est-à-dire 4 à 20 mA). Si un émetteur est en dehors de la plage de validité, son signal est rejeté comme invalide, et le maximum entre les deux autres est utilisé.

Si aucun signal invalide n'est détecté, l'écart entre les valeurs est calculé. Si chacun d'eux est dans les limites préréglées (par défaut 15 °C), la valeur maximale est prise comme bon et utilisée comme variable de processus par le contrôleur. Si une différence dépasse la limite prédéfinie, une alarme est émise à l'opérateur et la valeur max est utilisée comme variable de processus pour le contrôleur.

Si deux différences dépassent la limite prédéfinie, la valeur de l'émetteur impliqué dans les deux, les différences excessives sont rejetées, une alarme est émise à l'opérateur, et le max valeur des deux autres est utilisé comme valeur de processus. Si les trois différences dépassent la limite prédéfinie, cela signifie qu'au moins deux émetteurs ne sont pas fiables, une alarme est émise à l'opérateur et la valeur maximale des trois est utilisée.

Chaque fois qu'un instrument est mis au rebut pour différence excessive, une alarme doit être générée pour l'opérateur.[9]

Exemple 1 :

- ✓ Température (331-BF01-N02T01) = 105
- ✓ Température (331-BF01-N03T01) = 113
- ✓ Température (331-BF01-N04T01) = 111

Si toutes les mesures sont valides, la valeur calculée (331-BF01-N02T01x) doit être = 113.

Exemple 2 :

- ✓ Température (331-BF01-N02T01) = 105
- ✓ Température (331-BF01-N03T01) = 113
- ✓ Température (331-BF01-N04T01) = 122

Si toutes les mesures sont valides, la valeur calculée (331-BF01-N02T01x) doit être = 122.

Exemple 3 :

- ✓ Température (331-BF01-N02T01) = 105
- ✓ Température (331-BF01-N03T01) = 113
- ✓ Température (331-BF01-N04T01) = 130

Si toutes les mesures sont valides, la valeur calculée (331-BF01-N02T01x) doit être = 113.

Exemple 4 :

- ✓ Température (331-BF01-N02T01) = 105
- ✓ Température (331-BF01-N03T01) = 125
- ✓ Température (331-BF01-N04T01) = 145

Si toutes les mesures sont valides, la valeur calculée (331-BF01-N02T01x) doit être = 145.

b) Filtre en tissu (Groupe 02)

Ce groupe est composé de trois parties.

- Filtre en tissu.
- Contrôleur SPC.
- Sondes du niveau de trémie.

Le fonctionnement de ce groupe est comme suite :

Le gaz du four et du broyeur passe à travers le filtre en tissu et est dépoussiéré avant d'être envoyé dans l'atmosphère.

Le nettoyage du filtre en tissu ne peut commencer que si le transport de poussière est en marche et que la pression d'air de nettoyage (frappage) est à la valeur normale. Ces verrouillages ne sont que dans les conditions de démarrage, donc une fois le filtre en tissu commence à nettoyer il ne s'arrêtera pas en cas de transport de poussière ou d'air comprimé sont en défauts.

Le mode de nettoyage normal du filtre en tissu est EN LIGNE, c'est-à-dire basé sur le DP du filtre. En cas de pression différentielle(DP) élevée, l'opérateur peut passer en mode DOUBLE PURGE, essayer de trop nettoyer les sacs pendant un certain temps.[9]

❖ Verrouillage du Groupe 02

Tableau 4: Verrouillage du groupe 02

Numéro d'étiquette équipement	Signal/instrument numéros d'étiquette	Verrouillage	Description/condition	Alarmes
Nettoyage du filtre	331-CV200 331-CV201 331-CV202 331-CV203	ST	Le nettoyage démarre si le système de récupération de poussières (04 chaines de trainage) est en marche	Transport récupération de poussières n'est pas en marche
Nettoyage du filtre	331. BF01- N04P01	ST	Si la pression d'air de nettoyage <L2, le nettoyage ne peut pas démarrer	La pression d'air est basse

❖ Boucles de contrôle (Control Loops)

Contrôle manuel :

Tableau 5: Boucle de contrôle du groupe 02

Actionneur Valeur de processus	Séquence de nettoyage du filtre DP de filtre (331.BF01- N04P01)
L'événement suivant donnera une alarme à l'opérateur. L'opérateur doit sélectionner la vanne double mode de purge depuis l'automate. Lorsque DP revient à valeurs normales, l'opérateur peut basculer sur le nettoyage à pression différentielle normal mode (EN LIGNE)	La valeur de DP de filtre est élevée

❖ Autres Conditions

- Pour éviter les accumulations de poussière et le colmatage de la poussière dans la trémie, des détecteurs de niveau sont installés. Si le transport des poussières s'arrête, cela n'empêche pas le nettoyage des sacs, la trémie se remplira lentement et une alarme de niveau de poussière élevé correspondante sera générée dans l'automate.
- Le démarrage et l'arrêt du filtre concernent la disponibilité réelle du nettoyage par des impulsions.
- Le filtre est prêt lorsqu'il a commencé à nettoyer les sacs, à condition la pression d'air comprimé est disponible et à condition que la pression différentielle soit suffisamment élevée comme réglée par le point de consigne de nettoyage dans le contrôleur de filtre à manches.[9]

c) Liste des signaux d'échange de contrôleur PLC/SPC

Au minimum, les informations suivantes doivent être échangées entre le PLC et le SPC.

❖ Sortie numérique (PLC->SPC)

- Marche/Arrêt
- Mode de nettoyage (En ligne / Forcé / Après-nettoyage / Double purge)
- Réinitialisation d'alarme
- Activer/désactiver le nettoyage
- Contrôle local désactivé

❖ Entrée numérique (SPC -> PLC)

- Alarme générale
- État des vannes à membrane
- Alarme limite supérieur1(H) DP
- Alarme limite supérieur2(HH) DP
- Défaut du capteur DP
- Système Pr. Alarme de pression élevée
- Système Pr. Alarme de pression basse
- Système Pr. Défaut du capteur

- Dysfonctionnement de la vanne de purge
- Niveau poussières de la trémie supérieur1(H)
- Niveau poussières de la trémie supérieur2(HH)
- Nettoyage activé
- Retour mode nettoyage (En ligne / Forcé / Après-nettoyage / Double purge)
- Contrôle local activé.

❖ **Entrée analogique (SPC -> API)**

- Pression du système
- Pression différentielle

❖ **Sortie analogique (PLC -> SPC)**

- Seuil de nettoyage L
- Seuil de nettoyage H

d) Ventilateur du filtre (Groupe03)

Ce groupe est composé d'un ventilateur de tirage. La fonction du ventilateur du filtre est de déplacer le gaz d'évacuation du four/broyeur à cru vers la cheminée principale à travers le filtre. Le tirage et le débit à l'entrée du filtre sont contrôlés par un ventilateur moteur VFD qui régule la pression au ventilateur ID du four au moyen d'un contrôle PID. La température et les vibrations des roulements du ventilateur sont surveillées et en cas de valeurs HH, le ventilateur doit être déclenché.

Aussi, la température de l'enroulement du moteur et les vibrations et les températures des roulements sont surveillés et en cas de valeurs HH, le ventilateur doit être déclenché. Le ventilateur se déclenche également en cas de valeurs HH de DP du filtre ou de pression négative. Avant déclenchement du ventilateur par la pression ou la pression différentielle, automatiquement la vitesse du ventilateur sera réduite et la commande sera rendue manuelle à l'opérateur lorsque les valeurs H seront atteintes.

La pression d'entrée du ventilateur est une mesure redondante pour avoir une lecture plus précise et éviter les déclenchements intempestifs du ventilateur du four en raison de faux signaux.[9]

❖ Verrouillage du Groupe 03

Tableau 6: Verrouillage du groupe 03

Numéro d'étiquette équipement	Numéro d'étiquette instrument	Verrouillage	Retard	Description	Alarmes
331-FN01	331.BF01- N0xP01	PR		Si la pression d'entrée du ventilateur > H2 déclenche le ventilateur	Pression entrée est très élevée
	331.BF01-N04P01	PR		Si la pression DP >H2 déclenche le ventilateur	Pression DP du filtre est très élevée
	331-BF01-D01L41	PR	02 H	Si le niveau de poussière élevé dans un ou plusieurs trémies, pendant plus de 2 heures, déclenchez le ventilateur	Niveau de poussières élevées dans la trémie
	331-BF01-D02L41				
	331-BF01-D03L41				
331-BF01-D04L41					
331-FN01-N06T01	PR		Si température palier de ventilateur >H2, déclenche le ventilateur	Température palier ventilateur élevée	
331-FN01-N07T01					
331-FN01	331-FN01-N08T01	PR		Si température palier du moteur ventilateur >H2, déclenche le ventilateur	Température palier moteur ventilateur élevée
	331-FN01-N09T01				
	331-FN01-N10T01				
	331-FN01-N11T01	PR		Si la température enroulements du moteur ventilateur > H2, déclenche le ventilateur	Température enroulements moteur ventilateur élevée
	331-FN01-N12T01				
331-FN01	331-FN01-N01Y01	PR		Si la vibration de ventilateur > H2 déclenche le ventilateur	Vibration ventilateur élevée
	331-FN01-N02Y01				
	331-FN01-N03Y01				
	331-FN01-N04Y01	PR		"Si la vibration du moteur ventilateur > H2, déclenche le ventilateur"	Vibration moteur ventilateur élevée
331-FN01-N05Y01					
	331-FN01-N06Y01				

❖ Boucles de contrôle (Control Loops)

Régulateur PID (mode VSD) :

Tableau 7: Boucle de contrôle du groupe 03

Actionneur	Vitesse de moteur ventilateur
Valeur de processus	Pression à l'entrée du filtre 331.BF01-N01P01
	Point de consigne : à définir lors de la mise en service
Les événements suivants régulent la vitesse de ventilateur à 50% pendant 2 minutes (réglable). Après 2 minutes, le contrôle peut revenir au PID normal.	Limite H1 de pression à l'entrée du ventilateur (331.BF01-N0xP01)

❖ Autres Conditions

- La vitesse de ventilateur du filtre doit être affichée sur l'écran principal à la fois en tr/min et en %, et s'il est en mode manuel ou automatique.
- Vue complète de l'état du ventilateur du filtre, de l'instrumentation, réglage du contrôleur visible sur l'écran d'opérateur.
- La pression (331.BF01-N0xP01) est toujours une valeur calculée. Le calcul doit être fait dans l'automate.
- Le signal de chaque émetteur est contrôlé pour vérifier s'il est dans sa plage de mesure (C'est-à-dire 4 à 20 mA). Si un émetteur est en dehors de la plage de mesure, son signal est rejeté comme non valide et l'autre est utilisé. Si aucun signal invalide n'est détecté, l'écart entre les valeurs est calculé. Si chacun d'eux est dans les limites prédéfinies (par défaut 1 mbar), la valeur moyenne est prise comme bon et utilisé comme variable de processus par le contrôleur.
- Si la différence dépasse la limite prédéfinie, une alarme est émise à l'opérateur, un contrôle peut être effectué en comparant la valeur de la pression de sortie avec la soustraction de la pression d'entrée (331.BF01-N01P01) moins la pression différentielle du filtre (331.BF01-N04P01), et alors seul l'instrument avec moins de différence est considéré. En raison du l'emplacement physique des instruments, un

facteur de correction K (par défaut 0 mbar, à décider lors mise en service) peut être considéré comme ayant une estimation plus précise.

Chaque fois qu'un instrument est mis au rebut pour différence excessive, une alarme doit être générée pour l'opérateur.[9]

Exemple 1 :

- Pression (331.BF01-N02P01) = -30,5 mbar
- Pression (331.BF01-N03P01) = -30,3 mbar

Si toutes les mesures sont valides, la valeur calculée (331.BF01-N0xP01) doit alors = -30,4 mbar.

Exemple 2 :

- Pression (331.BF01-N02P01) = -30,5 mbar
- Pression (331.BF01-N03P01) = -25,0 mbar

À condition que toutes les mesures soient valides, un contrôle d'intégrité doit être effectué :

- Pression (331.BF01-N01P01) = -13,0 mbar
- Pression différentielle (331.BF01-N04P01) = 15,0 mbar
 $331.BF01-N01P01 - 331.BF01-N04P01 - K = -13 - 15 - 2 = -30$ mbar
- Différence 1 = $-30,5 + 30 = -0,5$ mbar
- Différence 2 = $-25,0 + 28 = +3,0$ mbar

La valeur calculée (331.BF01-N0xP01) doit alors être = -30,5 mbar

2.2.4 Limite d'instrumentation et d'alarmes

a) Registre de l'air fais (Groupe 01)

Tableau 8: Paramètres des instruments du groupe 01

Numéro d'étiquette	Unité	Echelle	Valeur de processus	LL	L	H	HH	Description
331-BF01-N02T01	°C	0-300	130- 200			230	250	Température
331-BF01-N03T01								entrée filtre
331-BF01-N04T01								

b) Filtre en tissu (Groupe 02)

Tableau 9: Paramètres des instruments du groupe 02

Numéro d'étiquette	Unité	Echelle	Valeur de processus	LL	L	H	HH	Description
331. BF01-N04P01	mbar	0-50	14				25	Pression différentielle
331. BF01-N05P01	Bar	0-6	3.5	2.3	2.5	4.5	5	Pression d'air comprimé
331. BF01-N05T01	°C	0-300	130-200			210	240	Température sortie filtre

c) Ventilateur du filtre (Groupe 03)

Tableau 10: Paramètres des instruments du groupe 03

Description	Unité	Echelle	L2	L1	H1	H2
331-FN01-N06T01	°C	0-150	/	/	110	120
331-FN01-N07T01						
331-FN01-N01Y01	mm/s	0-20				
331-FN01-N02Y01	(RMS)		/	/	6	7.1
331-FN01-N03Y01						
331-FN01-N04Y01						
331-FN01-N08T01	°C	0-150				
331-FN01-N09T01			/	/	110	120
331-FN01-N10T01						
331-FN01-N11T01						
331-FN01-N12T01						

2.3 Matériels Utilisés**2.3.1 Capteurs et transmetteurs**

Un capteur est un organe de prélèvement d'information qui élabore à partir d'une grandeur physique, une autre grandeur physique de nature différente (très souvent

électrique). Cette grandeur représentative de la grandeur prélevée est utilisable à des fins de mesure ou de commande.

Un transmetteur est le dispositif qui convertit le signal de sortie du capteur en un signal électrique standard (4-20mA, 0-10 VDC...), il assure la liaison entre le capteur et l'entrée analogique de l'automate.[10]

a) Transmetteur de pression:

Le capteur - transmetteur de pression *Cerabar* avec membrane métallique est utilisé dans les industries de processus pour mesurer la pression, le niveau, le volume ou la masse dans les liquides ou les gaz.

Dans notre cas est utilisé pour mesurer les trois pressions du filtre (Une pressions d'entrée et deux pressions de sortie).[11]



Figure 13. Transmetteur de pression

b) Transmetteur de pression différentielle :

Le capteur - transmetteur de pression *Deltabar* est utilisé dans les industries de processus pour mesurer une différence de pression entre deux points.[12]



Figure 14. Transmetteur de pression différentielle

c) Capteur du niveau

Le Soliphant FTM51 est une sonde de niveau robuste pour les silos de solides à faible granulométrie ou pulvérulents, même avec une faible densité. Adapté pour un grand nombre d'applications, avec certificats internationaux pour zones à poussières ou gaz inflammables. Disponible avec une fourche polie et un boîtier inox avec Tri-Clamp ou avec un boîtier aluminium et une fourche revêtue. Dans notre installation nous avons utilisé Huit (08) sonde (04 pour niveau supérieur de la matière H et 04 pour le niveau extra supérieur HH). [13]



Figure 15. Capteur du niveau (Lames vibrantes)

d) Transmetteur de température

Nous avons utilisé deux types thermocouple et Pt100.

❖ **Thermocouple type K :**

Ce type est utilisable en cimenterie, en aciérie, dans les incinérateurs et fours à cyclones. Il peut résister à une température élevée de 1260 ° C [14].



Figure 16. Thermocouple type K

❖ **Pt100**

Une sonde Pt100 est un type de capteurs de température aussi appelé RTD (détecteur de température à résistance) qui est fabriqué à partir de platine. L'élément Pt100 a une résistance de 100 ohms à 0 °C, et il est de loin le capteur Pt100 le plus utilisé.

Dans notre installation nous avons utilisé quatre sondes pour mesurer la température des roulements (moteur et ventilateur) [15].

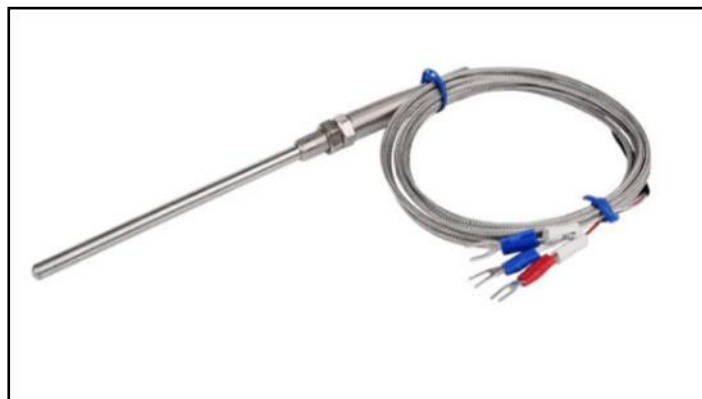


Figure 17. Pt100

e) Capteur de vibration

Le PCH 1270 est un Vibration Guard compact et sans entretien qui peut être utilisé pour surveiller les niveaux de vibration globaux dans les applications avec des machines telles que pompes, soufflantes, ventilateurs, décanteurs, séparateurs, broyeurs... [16]



Figure 18. Capteur de vibration

2.3.2 Actionneurs

Dans une machine ou un dispositif de commande à distance, semi-automatique ou automatique, un actionneur est l'organe de la partie opérative qui, recevant un ordre de la partie commande via un éventuel pré-actionneur, convertit l'énergie qui lui est apportée en un travail utile à l'exécution de tâches, peut-être programmées d'un système automatisé [17].

a) Actuateur pneumatique

L'actuateur pneumatique est un convertisseur qui converti l'énergie pneumatique à une énergie mécanique.

Dans notre installation nous avons deux types qui assurent la fermeture et l'ouverture des deux clapets (FAD et EFAD).

- **Actuateur pneumatique modulaire :** C'est un actuateur commander par une commande analogique électrique (4-20mA), grâce à ce type on peut contrôler l'ouverture et la fermeture du clapet (FAD) de la position 0% jusqu'à la position 100% selon le command analogique.

Exemple :

- ✓ Si la commande est 4 mA le clapet est fermé (0%).
 - ✓ Si la commande est 20mA le clapet est ouvert (100%).
 - ✓ Si la commande est 12 mA le clapet est au milieu (50%).
- **Actuateur pneumatique toute ou rien :** C'est un actuateur commander par une commande digital électrique (24VDC), avec ce type on peut fermer et ouvrir le clapet (EFAD) en deux position seulement.

Exemple :

- ✓ Si la commande est 24VDC la position du clapet est ouverte (Toute).
- ✓ Si la commande est 0VDC la position du clapet est fermée (Rien).



Figure 19. Actuateur Pneumatique

b) Moteur électrique triphasé asynchrone

Le moteur électrique est un convertisseur qui converti l'énergie électrique à une énergie mécanique. Ce moteur est utilisé pour faire tourner le ventilateur du filtre.

La vitesse du moteur est variable grâce un variateur de vitesse VSD (Variable Speed Drive), ce dernier reçoit la consigne de la vitesse de l'automate (PLC) à travers une communication Profibus.



Figure 20. Moteur électrique

2.3.3 Pré actionneurs

Les pré- actionneurs sont des constituants qui, sur ordre de la partie de commande, assurent la distribution de l'énergie de puissance aux actionneurs. Dans les circuits électriques. Les pré- actionneurs sont généralement soit un relais, soit un contacteur ou un variateur de vitesse [18].

a) Variateur de vitesse électrique

Un variateur de vitesse est un dispositif électronique destiné à commander la vitesse d'un moteur électrique.

Dans notre installation nous avons utilisé un variateur ABB pour régler la vitesse souhaitée du moteur asynchrone [19].



Figure 21. Variateur de vitesse ABB

2.3.4 Autre équipements

a) *Contrôleur maître du filtre SPC*

Ce contrôleur assure la communication et la gestion des 12 contrôleurs esclaves à travers un protocole de communication Modbus d'une part, d'autre part le contrôleur assure l'échange des données avec l'automate (PLC) via un module de communication Anybus par un protocole de communication Profibus. [20]



Figure 22. Contrôleur maître SPC

b) *Contrôleurs esclave du filtre*

Le filtre contient 12 contrôleurs esclave, chaque contrôle commande 54 électrovannes [20].

c) *Module de communication Anybus-Profibus*

Le module de communication Anybus-Profibus assure l'intégration des appareils et équipements industriels basés sur RS-232/422/485 série à un système de contrôle PROFIBUS sans avoir besoin de modifier l'appareil.

La passerelle Anybus effectue une conversion de protocole intelligente et présente les données série à l'API (PLC) maître sous forme de données d'E/S faciles à traiter [21].

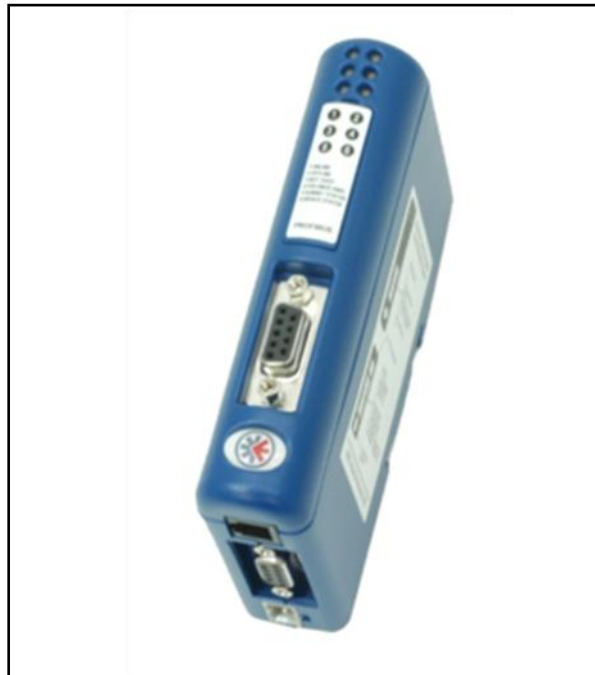


Figure 23. Module de communication Anybus-Profibus

2.4 Conclusion

La compréhension de l'analyse fonctionnelle de l'installation du filtrage et le principe de fonctionnement de matériels et équipements utilisés est importante pour l'étude de notre système automatisé d'une part, d'autre part et nous permet de nous trouver une solution optimale pour réaliser la partie pratique (commande et supervision) de cette installation. C'est ce que nous verrons dans le chapitre III.

Chapitre 3

Programmation et Supervision

3.1 Introduction

Afin de commander l'installation présentée dans le chapitre précédent, on doit élaborer un programme qui guère les déférentes étapes de procès. Mais aussi supervisé cette installation avec ses déférentes composantes. Dans ce chapitre on va entamer la programmation et la supervision de notre procès, il contient deux partie : partie programme et partie supervision. On va détailler tous notre travail fait en ce stade, en présentant les différant blocs de programme et les variables utilisé ainsi que les différentes vue qui ont étaient conçu pour la supervision. Les programmes seront implémentés dans l'automate S7-410-5H, grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation « PCS7 » de SIEMENS.

3.2 Programmation

3.2.1 Principes de Configuration des postes et réseaux

On Distingue deux méthodes :

a) Méthode "classique" dans STEP 7

La figure 24 montre la méthode de configuration d'un automate en utilisant un Console de Programmation:

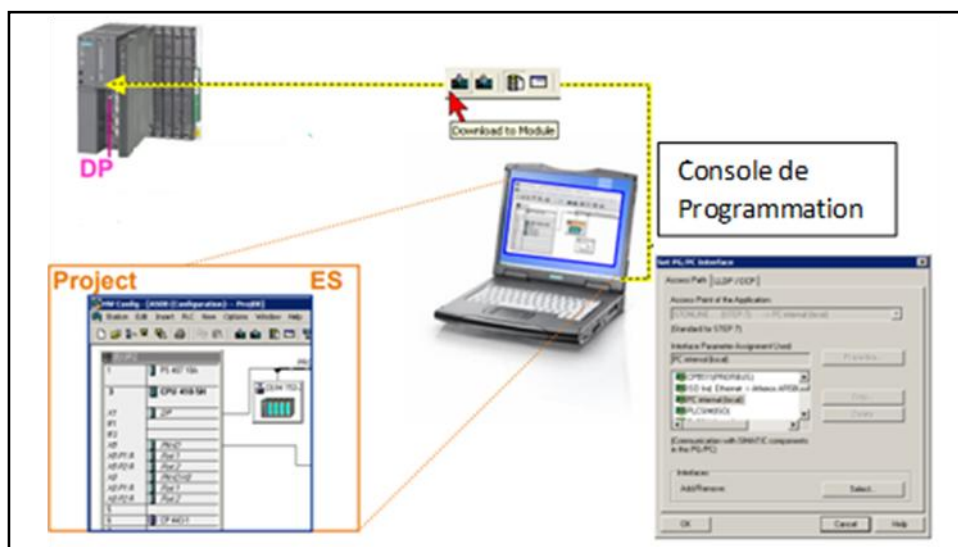


Figure 24. Méthode de configuration d'un automate dans STEP7

Les Étapes partielles à suivre de la méthode classique :

- 1) Configurez l'automate dans le projet sur une console de programmation.
- 2) Connectez la console de programmation à l'automate et paramétrez l'interface PG/PC correspondante.
- 3) Chargez les données de configuration dans l'automate.
- 4) Déconnectez à nouveau la console de programmation de l'automate.

Note : La console de programmation et son interface PG/PC ne font pas partie du projet, elle sert simplement de "station de chargement".

b) Méthode conforme à PCS 7

Une configuration doit être créée pour chaque station AS ou PC utilisée dans un projet PCS 7. Contrairement à l'utilisation d'une PG de terrain dans STEP 7, l'ES elle-même fait partie d'un projet PCS 7 et les stations y sont mises en réseau. Pour cette raison, tous les téléchargements peuvent être gérés via une seule interface PG/PC.

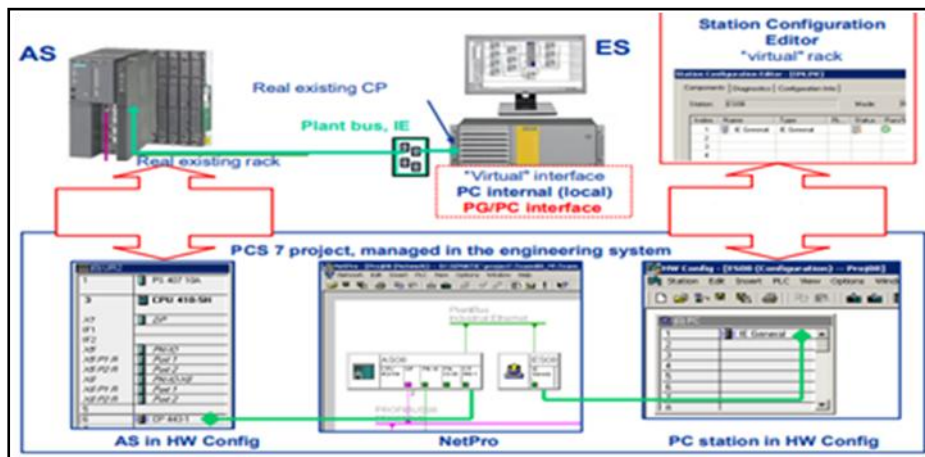


Figure 25. Vue d'ensemble des outils ES pour la configuration des stations et des réseaux

❖ Configuration des Stations

- Créez une configuration matérielle réelle existant pour toutes les stations du projet. le matériel de l'AS est structuré en slots d'un rack.
- Chaque emplacement peut être occupé par des composants matériels (par ex. alimentation, CPU, CP). Les propriétés des composants d'un emplacement peuvent être les suivantes : type, adresses, etc.

❖ Configuration des réseaux et connexions

- En configurant le matériel de la station concernée dans HW Config, vous déterminez l'affectation réseau des composants capables de communiquer.
- L'outil NetPro dans SIMATIC Manager représente toutes les stations et liaisons configurées d'un projet.

❖ Interface PG/PC

L'interaction de votre station PC avec les différents systèmes de bus utilisés pour mettre en réseau les systèmes d'automatisation (par ex. MPI, Industriel Ethernet,...) nécessite des interfaces spécialisées. Chacune des interfaces installées et intégrées est représentée par un jeu de paramètres d'interface correspondant.

PC interne est activé dans SIMATIC Manager via la boîte de dialogue "Configurer l'interface PG/PC".

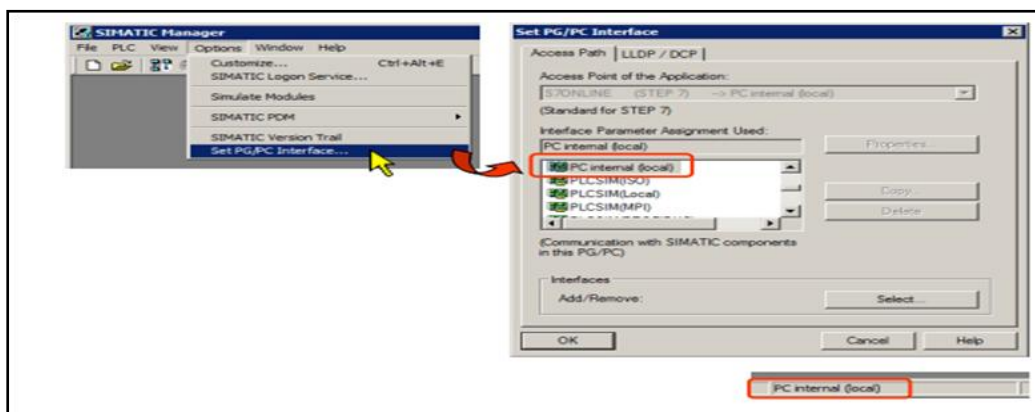


Figure 26. Paramétrage de l'interface de communication

3.2.2 Configuration de Matérielles (Hardware)

a) Interface utilisateur

Les Principaux éléments sont :

- 1) Commutation entre la fenêtre hors ligne et la fenêtre en ligne Dans HW Config, vous pouvez lire directement en ligne les informations du module (par ex. informations de diagnostic).
- 2) Enregistrement et compilation Après la configuration et le paramétrage des composants, la configuration matérielle peut être enregistrée et compilée.

- 3) Téléchargement vers la station Après compilation, les données peuvent être téléchargées vers la station.
- 4) Fenêtre de la station Ici, vous placez les racks pour la configuration de la station. Il contient également les objets pour les systèmes de périphérie décentralisée et les appareils de terrain ainsi que les systèmes de bus nécessaires (systèmes maîtres).
- 5) Catalogue de matériel de fenêtre Sélectionnez ici les composants matériels requis, par ex. racks, modules et modules d'interface.
- 6) Objet pour un système d'E/S décentralisé.
- 7) Tables de configuration Les racks sont représentés par une table de configuration qui permet l'insertion d'un nombre déterminé de modules enfichables.

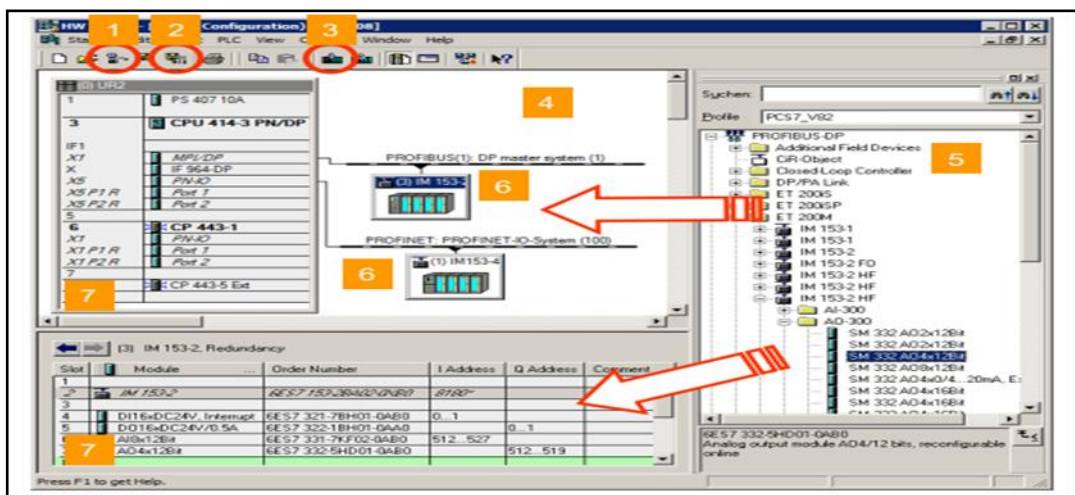


Figure 27. Interface utilisateur

b) Insertion d'une station SIMATIC S7-400

❖ Automate S7 410-5H

Le CPU installé dans notre atelier est de type S7 410-5H. L'AS 410 est donc le système de choix pour toutes les nouvelles installations avec SIMATIC PCS 7. L'utilisation de l'AS 410 est particulièrement utile pour les systèmes PCS 7 avec PROFINET car il est le seul système d'automatisation qui prend en charge les fonctions PROFINET suivantes en liaison avec PCS 7 V9.

La CPU 410 dispose de deux interfaces PROFINET/Ethernet, jusqu'à 500 appareils peuvent être commandés via PROFINET. De plus, la CPU 410 dispose d'une interface PROFIBUS avec 12 Mbit/s. Elle permet la connexion jusqu'à 96 nœuds PROFIBUS.

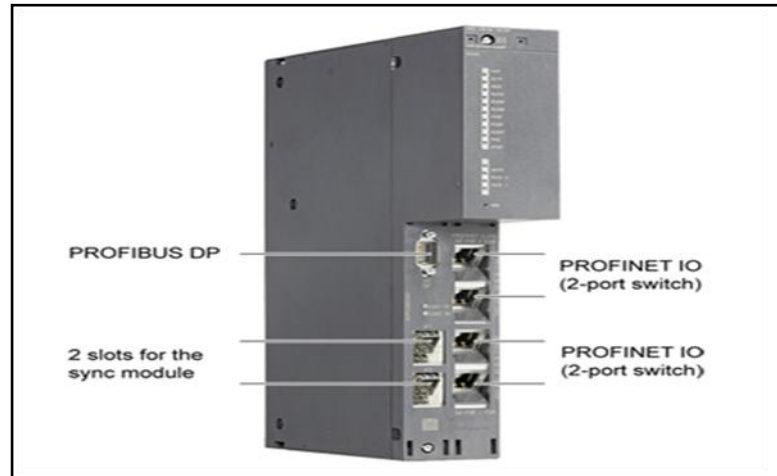


Figure 28. Automate S7 410-5H

La périphérie de processus décentralisée peut ainsi soit être reliée directement à PROFINET, PROFIBUS DP ou via un système de bus subordonné, tel que PROFIBUS PA. La connexion au bus système peut s'effectuer soit via le module de communication CP 443-1 ou via les interfaces PROFINET/Ethernet intégrées dans la CPU.

❖ Insertion d'une station S7 400

Lors de la création d'un système d'automatisation, vous avez besoin d'une station SIMATIC 400 avec alimentation, d'une CPU et d'un processeur de communication Ethernet (peut être omis si vous utilisez une CPU avec une interface Ethernet intégrée).

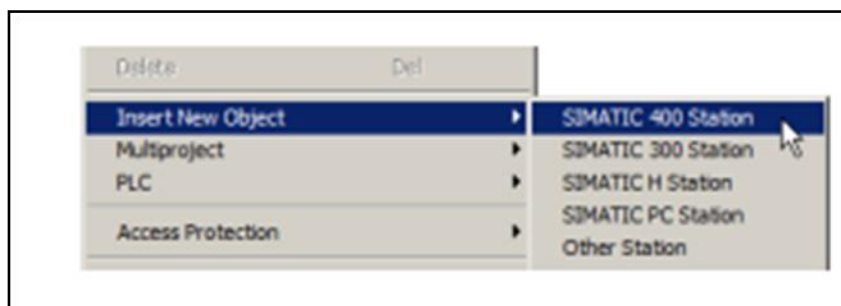


Figure 29. Insertion d'une station SIMATIC S7-400

❖ Connexion via l'interface ISO

Les points suivants décrivent étape par étape comment établir la connexion entre l'AS et l'ES.

- 1) Configurez l'AS dans HW Config. et attribuer l'adresse du CP (MAC adresse) en conséquence

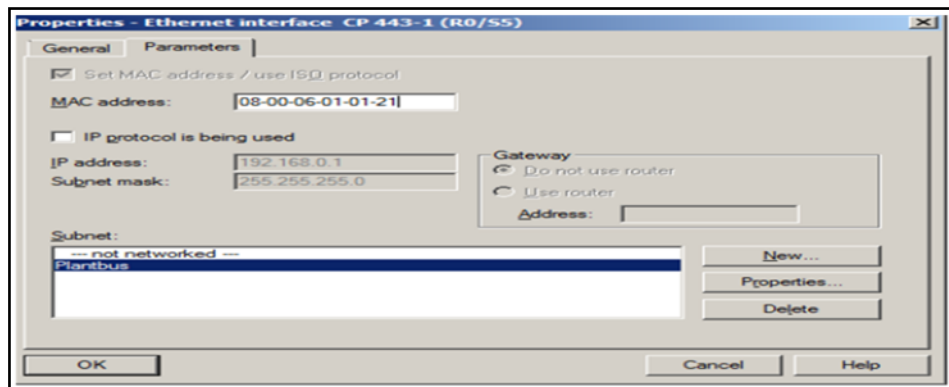


Figure 30. Insertion de l'adresse MAC

- 2) Enregistrez et compilez la configuration.
- 3) Dans SIMATIC Manager, utilisez la commande de menu "Outils > Paramétrer l'interface PG/PC".
- 4) Revenez à la configuration matérielle.
- 5) Exécutez la commande de menu "Système cible > Charger dans le module".
- 6) Dans la fenêtre de dialogue "Sélectionner le module cible", sélectionnez le module approprié et cliquez sur "OK".

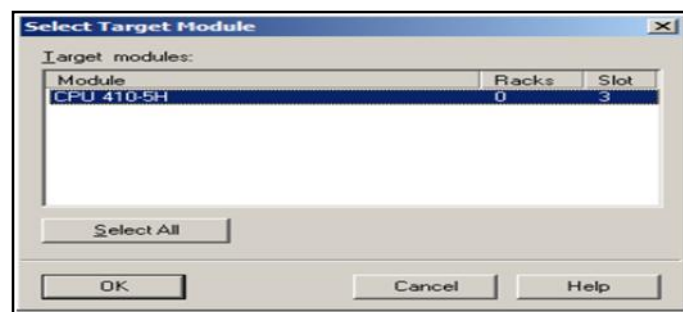


Figure 31. Sélection du L'automate à charger

- 7) Si vous n'avez pas modifié l'adresse MAC du CP (l'adresse MAC configurée est identique à l'adresse MAC réglée en usine), cliquez sur le bouton "OK" dans Fenêtre de dialogue "Sélectionner l'adresse du nœud"

c) Vue Globale de la configuration du matérielle (HWConfig)

Afin de faire l'automatisation de notre installation On a utilisé les Modules suivantes :

- deux modules d'entrées digitaux(inséré sur L'interface ET200M Existant dont l'adresse est 21), pour acquisition et affichage des états.
- Module de sortie digitale (inséré sur L'interface ET200M Existant dont l'adresse est 21), pour donner les ordres aux actionneurs (démarrage, arrêt ...).
- Deux modules d'entrées analogiques (inséré sur L'interface ET200M Existant dont l'adresse est 22), pour acquisition et affichage des mesures (pression.....).
- Un module de sortie analogique (inséré sur L'interface ET200M Existant dont l'adresse est 22) pour donner les ordres de point de consigne.
- Fichier GSD anybus pour le contrôleur maître du Filtre a manche (adresse 22).
- Fichier GSD pour le variateur de vitesse du Moteur du ventilateur (adresse 12).
- L'ET 200M est une station de périphérie décentralisée sur réseaux de terrain.

La figure 32 présente la vue Globale de la configuration du matérielle (HWConfig) de tous les modules utilisés.

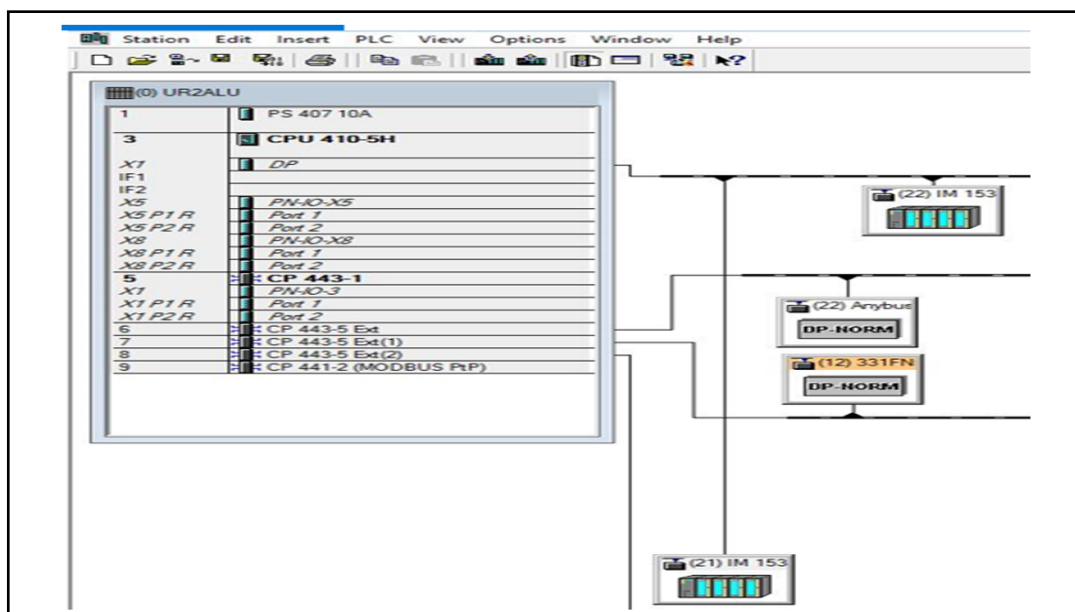


Figure 32. Vue Globale de la configuration du matérielle (HWConfig)

d) Insertion des Modules D'entrées / sorties Digitaux

Après identification générale des entrées /sorties on a utilisé au total:

- Des entrées numériques : 64.
- Des sorties numériques : 32.

Au module d'interface ET200 qui a l'adresse 21 on a inséré deux modules d'entrées et un module de sortie :

- ✓ *Emplacement 8* : DI32 x DC24V un module d'entrée de type 6ES7 321-1BL00-0AA0 sachant que la plage d'adressage est du 341....344
- ✓ *Emplacement 9* : DI32 x DC24V un module d'entrée de type 6ES7 321-1BL00-0AA0 sachant que la plage d'adressage est du 345....348
- ✓ *Emplacement 10*: DO16 x DC24V / 0, 5A un module de sortie de type 6ES7 321-1BH01-0AA0 sachant que la plage d'adressage est du 345....346

Les Figures 33 et 34 représente les modules d'entrées et de sorties Digitaux utilisée :



Figure 33. Module d'entrées Digitale



Figure 34. Module de sorties Digitale

Après installation des modules physiquement on fait la configuration hardware sur le logiciel SIMATIC STEP7. La figure 35 montre la configuration des modules :

Slot	Module	Order Number	I Address	Q Address	Comment
1					
2	IM 153-1	6ES7 153-1AA03-0XB0	16363*		
3					
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	320...323		
5	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	324...327		
6	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	328...331		
7	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0		332...335	
8	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	341...344		
9	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0	345...348		
10	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0AA0		345...346	
11					

Figure 35. Configuration des modules d'entrées/sorties digitaux

e) Insertion des Modules D'entrées / sorties Analogiques

Après identification générale des entrées /sorties analogiques on a utilisé au total:

- Des entrées analogiques : 24.
- Des sorties analogiques : 01.

Au module d'interface ET200 qui a l'adresse 22 on a inséré Trois modules d'entrées analogiques et un module de sorties analogiques :

Slot	Module	Order Number	I Address	Q Address	Comment
1					
2	IM 153-1	6ES7 153-1AA03-0XB0	16365*		
3					
4	AI8x16Bit	6ES7 331-7NF00-0AB0	1984...1999		
5	AI8x16Bit	6ES7 331-7NF00-0AB0	2000...2015		
6	AQ4x16Bit	6ES7 332-7ND00-0AB0		2016...2023	
7	AI8x13Bit	6ES7 331-1KF02-0AB0	2016...2031		
8	AI8x16Bit	6ES7 331-7NF00-0AB0	2032...2047		
9	AI8x16Bit	6ES7 331-7NF00-0AB0	2048...2063		
10					
11					

Figure 36. Configuration des modules d'entrées/sorties Analogiques

- ✓ *Emplacement 6* : AO4 x 16Bit un module de sorties Analogiques de type 6ES7 332-7ND00-0AB0 sachant que la plage d'adressage est du 2016....2023
- ✓ *Emplacement 7* : AI8 x 13Bit un module d'entrée Analogiques de type 6ES7 331-1KF02-0AB0 sachant que la plage d'adressage est du 2016....2031
- ✓ *Emplacement 8* : AI8 x 13Bit un module d'entrée Analogiques de type 6ES7 331-7NF00-0AB0 sachant que la plage d'adressage est du 2032....2047
- ✓ *Emplacement 9* : AI8 x 13Bit un module d'entrée Analogiques de type 6ES7 331-7NF00-0AB0 sachant que la plage d'adressage est du 2048....2063

La figure 37 représente les modules d'entrées et de sorties analogiques utilisée :



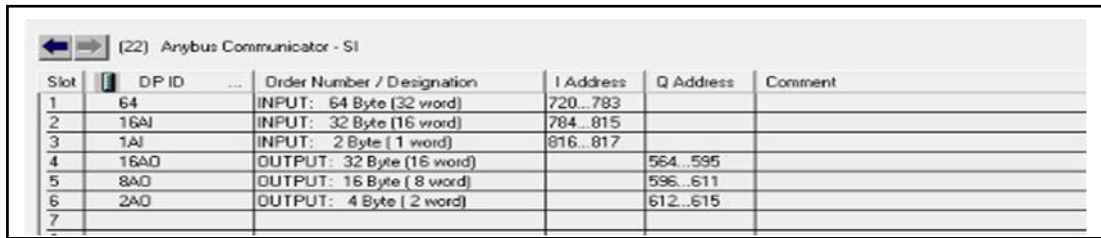
Figure 37. Modules d'entrées et de sorties analogiques

f) Insertion des fichiers GSD

Les fichiers GSD contiennent des informations sur les capacités de base d'un appareil. Tous les appareils sont livrés avec un fichier GSD, ou un fichier peut être téléchargé à partir de ce site Web ou du site Web du fournisseur. Avec un fichier GSD, les intégrateurs systèmes peuvent déterminer des données de base telles que les options de communication et les diagnostics disponibles.

❖ Insertion du fichier GSD du communicateur anybus :

On donne l'adresse de nœud pour le communicateur anybus : adresse 22



Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	64	INPUT: 64 Byte (32 word)	720..783		
2	16AJ	INPUT: 32 Byte (16 word)	784..815		
3	1AJ	INPUT: 2 Byte (1 word)	816..817		
4	16AQ	OUTPUT: 32 Byte (16 word)		564..595	
5	8AQ	OUTPUT: 16 Byte (8 word)		596..611	
6	2AQ	OUTPUT: 4 Byte (2 word)		612..615	
7					

Figure 38. Insertion du Fichier GSD communicateur anybus

Selon les entrées /sorties qui sont configuré comme illustré dans la figure 38, on reçoit des informations sur le Filtre et on envoi des ordres.

❖ Insertion de fichier GSD de Variateur de vitesse :

- Le PPO est défini pour le transfert de données cyclique, permettant au maître et à l'esclave d'échanger des données de processus (PZD) et des paramètres.
- PZD est une zone du télégramme Profibus/Profinet permettant d'échanger cycliquement des données entre le variateur et le contrôleur : mot de commande, mot d'état, consigne de vitesse, état de vitesse, couple, etc...
- PKW est une zone séparée conçue pour la lecture et l'écriture de paramètres individuels sur le variateur ; il fonctionne de manière acyclique, ce qui signifie que vous devez utiliser les fonctions DP_RDD (SFC_15) et DP_WRD (SFC 14) pour transmettre les informations entre le contrôleur et le variateur.

Dans notre cas on a donné l'adresse 12 Pour le nœud de variateur de vitesse avec le Paramétrage suivante :

- ✓ PPO (Paramètre Objet de données de processus) → PPO 04
- ✓ PKW (Valeurs des paramètres) → 0 PKW
- ✓ PZD (Données de processus) → 6PZD

Donc l'échange de données se fait sur Six Mots (Six Mots d'entrées et Six Mots de sorties)

Slot	DP ID	Order Number / Designation	I Address	Q Address	Comment
1	6AX	PP0-04, 0 PKw 6 PZD	4736...4747	4736...4747	
2					

Figure 39. Insertion du Fichier GSD du variateur de vitesse

3.2.3 Création du programme

a) Vue des composants et vue de l'installation:

❖ Vue des composants

Après l'ouverture ou la création d'un projet, sa vue des composants s'affiche dans SIMATIC Manager. Toutes les données sont affectées aux stations physiques et aux composants.

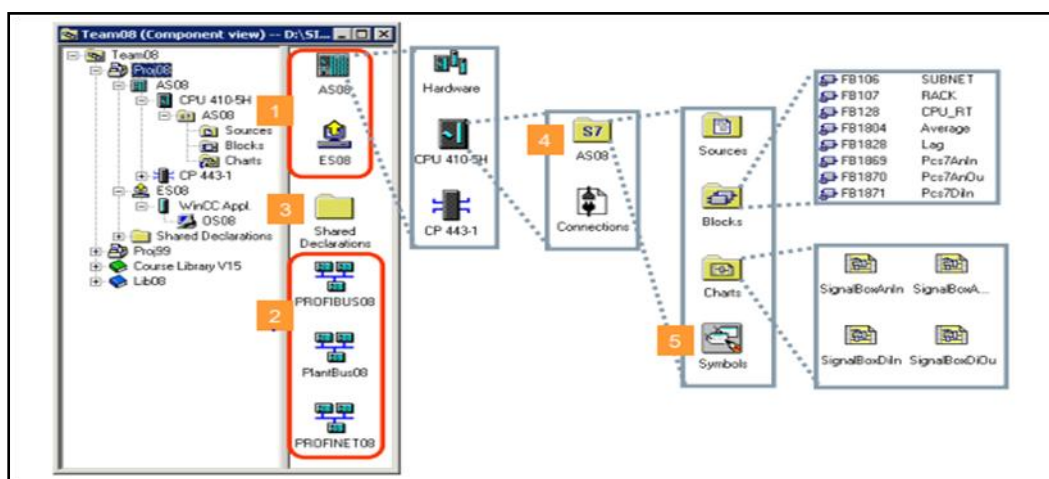


Figure 40. Vue des composants

- 1) Stations
- 2) Objets de sous-réseau : ne peuvent être renommés qu'ici.
- 3) Déclarations partagées contiennent les énumérations d'éléments, les unités et les propriétés d'équipement qui peuvent être utilisées par différentes applications.
- 4) Dossier de programme S7 : Il est recommandé d'attribuer des noms univoques aux dossiers de programme S7 des différentes stations SIMATIC d'un multi

projet afin d'éviter les confusions. Les noms de programmes S7 ne doivent contenir aucun espace.

- 5) Table de mnémoniques : Chaque programme S7 (chaque CPU, chaque AS) dispose d'une table de mnémoniques unique pour stocker la relation entre les noms symboliques et les adresses ou les blocs.

Les stations et les composants doivent d'abord être insérés avant de pouvoir être modifiés. Les objets de sous-réseau sont uniquement affichés ici. Ils sont édités à partir de HW Config.

❖ vue de l'installation

Pour les projets PCS 7, une autre vue dans SIMATIC Manager joue un rôle important : la vue technologique pour l'affichage de la hiérarchie technologique.

La hiérarchie technologique cartographie exactement la structure hiérarchique de l'installation (par exemple, installation, unité ou fonction) dans une arborescence de dossiers hiérarchiques. Les noms de dossier servent à identifier les unités d'installation.

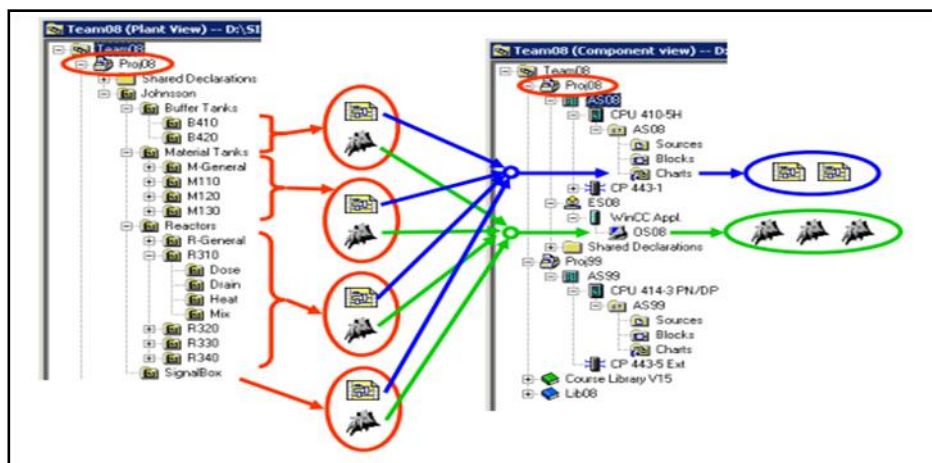


Figure 41. Vue de l'installation

❖ Représentation différente de la bibliothèque principale

- Dans la vue des composants : Un programme S7 avec les dossiers pour
 - ✓ Sources
 - ✓ Blocks
 - ✓ Diagrammes
 - ✓ Dossier pour les déclarations partagées

- Dans la vue technologique : Dossier pour
 - ✓ Types de points de processus
 - ✓ Modèles
 - ✓ Déclarations partagées

b) Diagramme et Blocks

❖ Fonctions de contrôle de l'appareil :

Chaque unité d'une installation est représentée par un diagramme avec des blocs sur l'Automate et une icône de bloc / bloc d'affichage sur la Supervision. Les types de blocs prédéfinis sont conservés dans une bibliothèque.

La commande de moteurs, de vannes ou d'autres appareils de processus (points de mesure) est réalisée dans des systèmes de contrôle de processus à l'aide de fonctions de commande d'appareils. Ils permettent la commande, la surveillance et l'exploitation d'équipements de technique de commande en fournissant des connecteurs appropriés pour les signaux de commande et de commande et pour les fonctions de paramétrage et de surveillance.

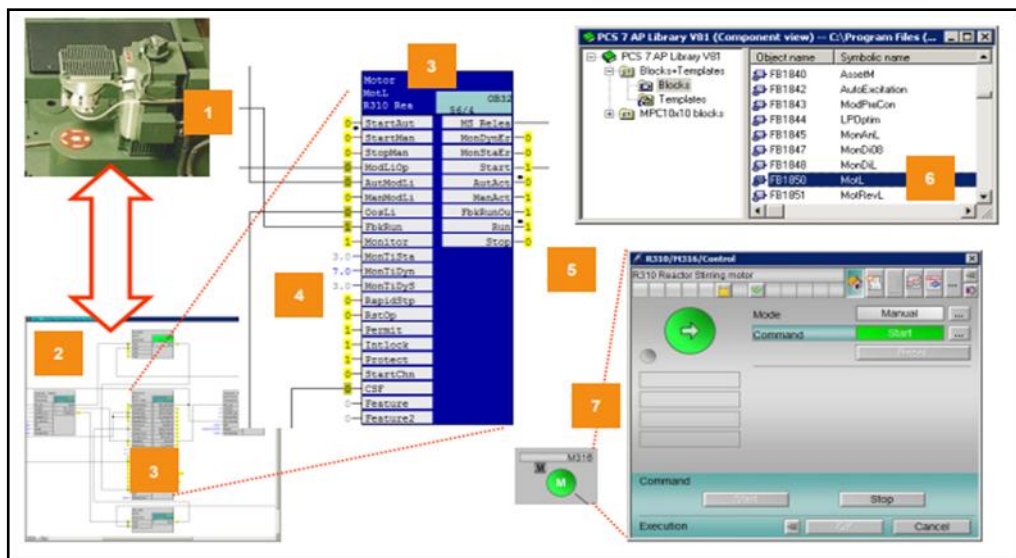


Figure 42. Représentation d'un équipement sur l'automate et la supervision

Les principaux éléments sont :

- 1) Equipement dans l'usine
- 2) Diagramme dans le système d'ingénierie

- 3) Bloc qui représente l'équipement
- 4) Contrôle, surveillance, verrouillage ...
- 5) Signal de commande vers l'équipement
- 6) Type de bloc dans la bibliothèque
- 7) Contrôle et surveillance de l'opérateur

❖ Blocks :

Des fonctions de contrôle d'appareil prédéfinies sont disponibles dans les bibliothèques de contrôle de processus. Par exemple, un moteur peut être commandé dans PCS 7 par un bloc moteur. Ils se caractérisent par la gamme de fonctions de commande disponibles, les verrouillages et leur représentation graphique pour la commande et la surveillance de l'opérateur.

❖ Diagramme :

Les diagrammes contiennent les blocs et les représentent avec une interface utilisateur graphique (l'éditeur CFC). Chaque diagramme a un nom unique sur le CPU. Une fois la configuration terminée, chaque diagramme contiendra au moins un bloc, mais dans la plupart des cas plusieurs blocs. Les blocs d'un diagramme sont reliés entre eux par des interconnexions.

Chaque diagramme comprend jusqu'à 26 partitions de graphique contenant chacune 6 feuilles. Dans la vue d'ensemble (vue graphique), vous pouvez visualiser toutes les feuilles.

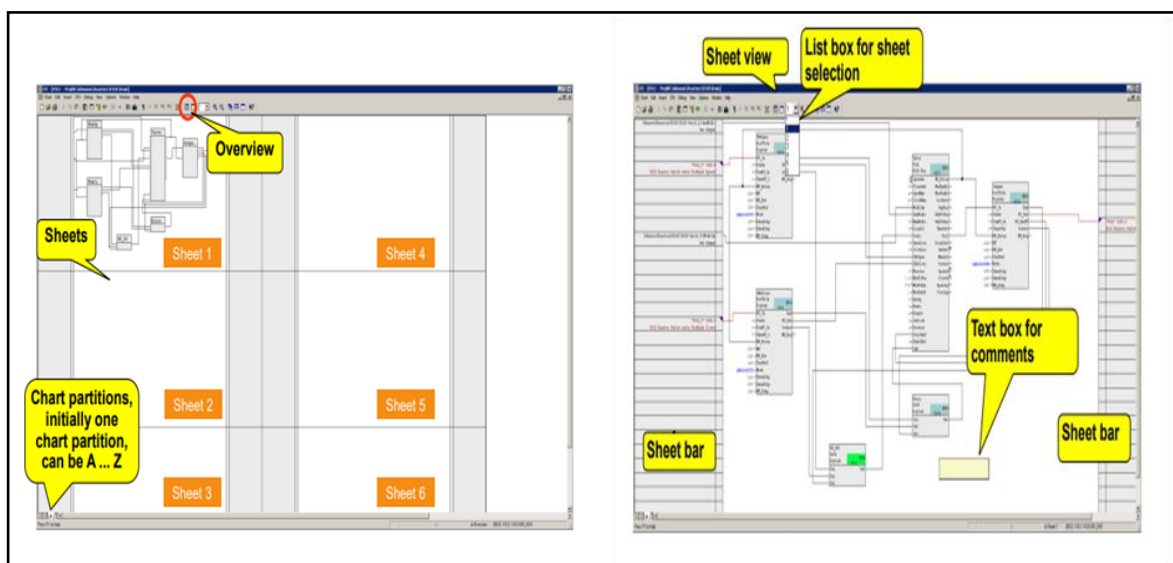


Figure 43. Aperçu de partition et de feuille

- Après avoir ouvert un nouveau diagramme inséré dans le dossier Diagrammes, vous voyez initialement une partition de diagramme composée de six feuilles dans l'éditeur CFC.
- Vous pouvez basculer entre la vue par feuille et la vue d'ensemble en cliquant sur le bouton dans la barre d'éléments ou en double-cliquant sur le fond blanc d'une feuille.

❖ Barre d'éléments dans l'éditeur CFC

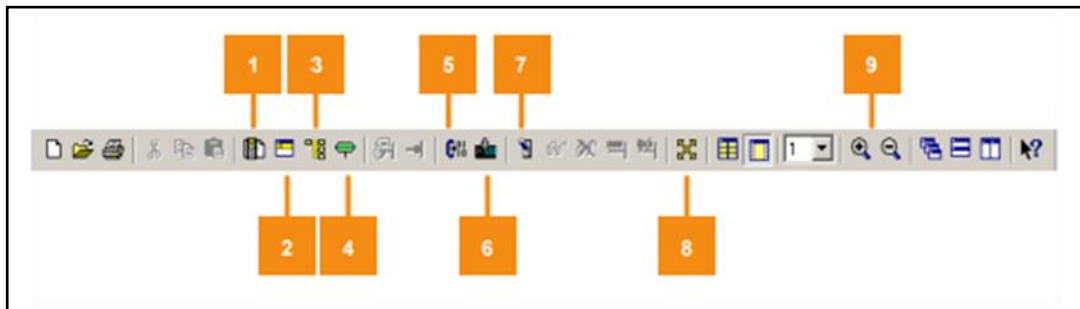


Figure 44. Barre d'éléments dans l'éditeur CFC

Les principaux éléments sont :

- 1) Affichage du catalogue CFC
- 2) Affichage des entrées/sorties du diagramme
- 3) Affichage de l'éditeur Runtime
- 4) Affichage des E/S technologiques
- 5) Compiler des diagrammes
- 6) Téléchargez le programme S7
- 7) Passer en mode test CFC
- 8) Ouvrez les données de référence du graphique
- 9) Zoom avant/arrière sur la vue de la feuille

❖ Interconnexions des blocs

Interconnexions Les blocs peuvent être connectés entre eux en interconnectant les E/S.



Figure 45. Deux blocs interconnectés

c) Compiler et charger

❖ Compiler

- 1) Le processus de compilation convertit les fonctions des diagrammes en blocs qui sont stockés dans le dossier Blocs hors ligne du programme S7.
- 2) Avec l'option Scope vous spécifiez si le programme entier sera compilé (la première fois que vous compilez un programme est le seul choix possible) ou si vous voulez uniquement compiler les modifications (par rapport à la dernière compilation effectuée).

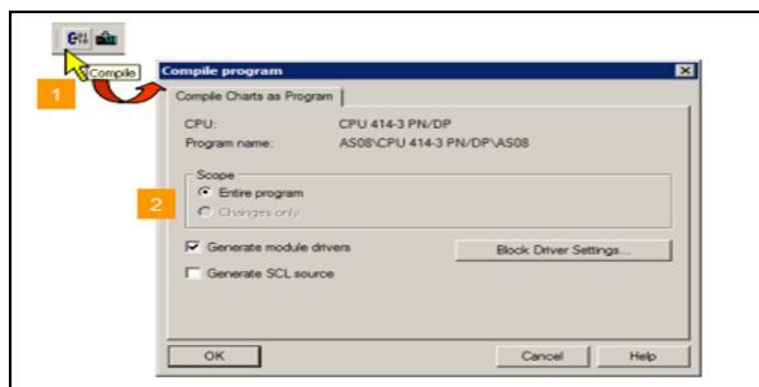


Figure 46. Boîte de dialogue de compilation

❖ Charger

- 1) Lors du téléchargement, les blocs sont copiés dans la CPU.
- 2) Avec le mode de chargement, vous spécifiez si le programme entier sera copié dans la CPU (la première fois que vous chargez un programme, le seul choix possible) ou seulement les blocs modifiés (ou nouvellement ajoutés).

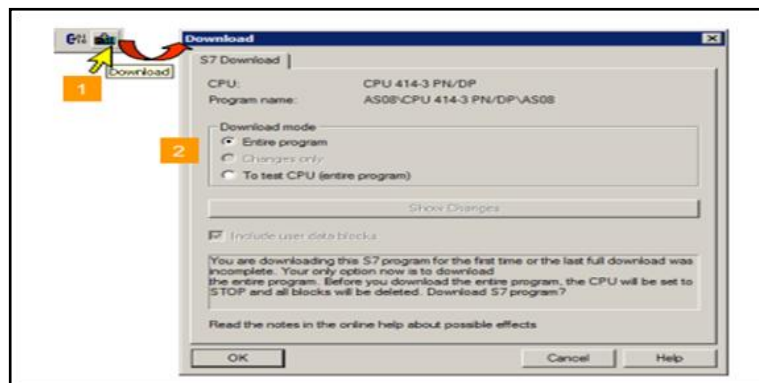


Figure 47. Boîte de dialogue de chargement

d) Organisation des blocks

Les blocs fonctionnels (FB) des diagrammes représentent les fonctions d'un programme. Le code du programme est exécuté normalement. Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation de la CPU et le programme utilisateur.

Différents OB (avec numéros) sont disponibles. Chaque OB dispose d'un déclencheur du système d'exploitation. Chaque OB représente donc un événement déclencheur commandé par le système d'exploitation de la CPU. Les blocs sont affectés au moins à un OB.

❖ Interruptions cycliques :

Notre groupe d'OB le plus important sont les alarmes cycliques OB30...OB38. Ils représentent une exécution cyclique sur une base de temps définie. L'insertion d'un bloc PCS 7 dans l'un de ces OB d'alarme cyclique permet d'obtenir un temps de réponse défini du bloc.

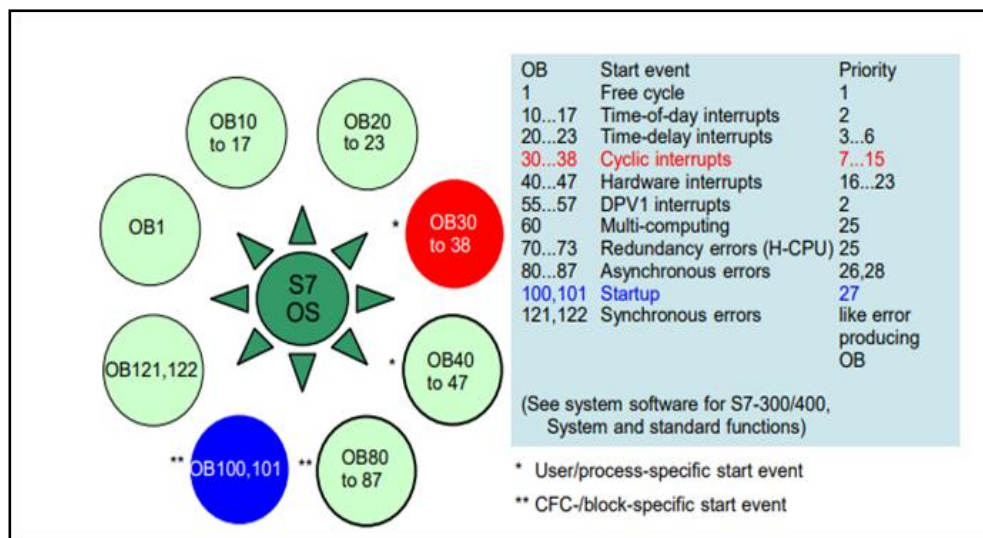


Figure 48. Interruptions cycliques

3.3 Diagramme et Blocks utilisés pour le Programmation

On a créé un Dossier BF et à l'intérieur de ce dossier on a créé Quatre sous dossiers comme illustré dans la figure 49 :

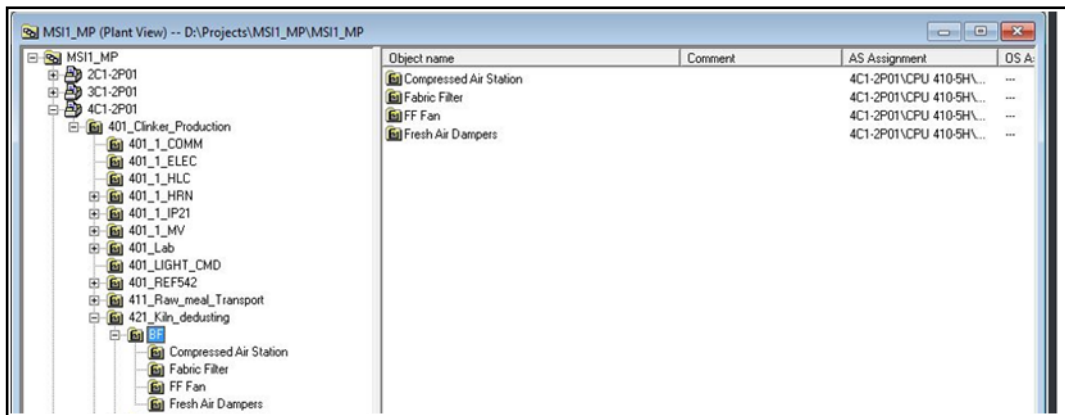


Figure 49. Création du Dossier BF

3.3.1 Block Groupe

Le module de type C_GROUP est un module supérieur pour le démarrage et l'arrêt de sections de l'installation regroupées technologiquement en mode automatique. Les commandes de démarrage et d'arrêt de groupe doit être connecté aux Equipements.

Les informations "équipement en marche" et "équipement arrêtés" doivent être transmis au groupe. Le module de groupe permet la visualisation des conditions opérationnelles d'une section de l'usine, affiché comme affichage d'état et un diagnostic de défaut détaillé (appel d'état).

La figure 50 présente les Blocks du trois Groupes utilisés :

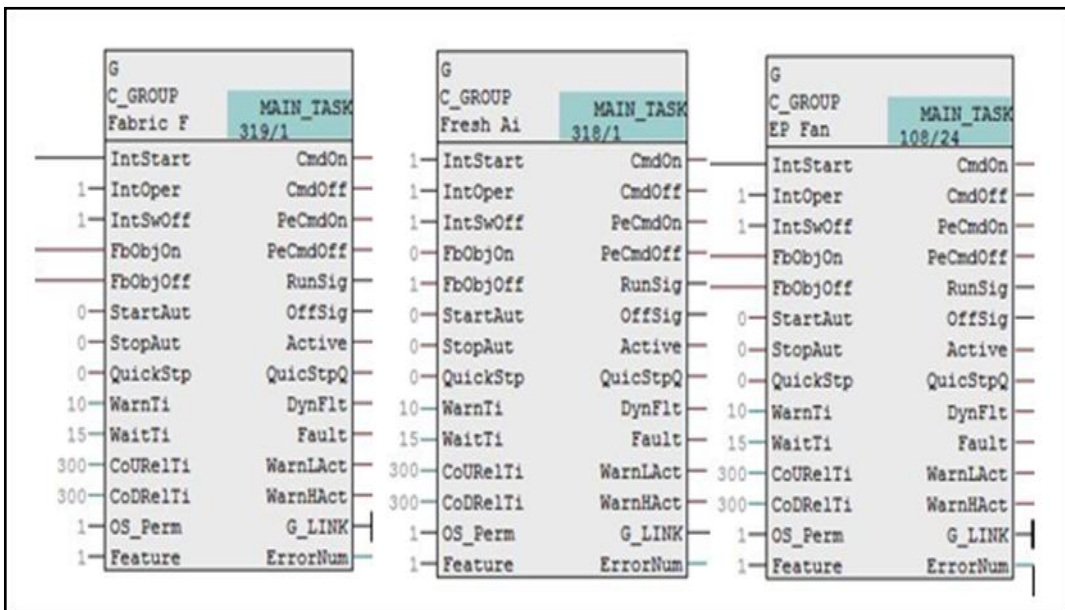


Figure 50. Blocks du Groupes Utilisés

En reliant tous les entraînements, signalisations et mesures d'une section de l'installation au module de groupe, l'icône de bloc du groupe affiche les indications récapitulatives des défauts et des avertissements et il interrompt la procédure de démarrage en cas de défaut.

- Avec une fonction d'appel d'état groupé (Bouton 'Etat'), tous les défauts et interverrouillages présents du les entraînements associés, les valeurs mesurées et les signaux de processus dans cette section de l'installation peuvent être interrogés à tout moment. Pour un groupe avec des routes, l'appel d'état n'affecte que les routes présélectionnées du groupe.
- La liste d'instances de groupe (bouton 'Objets') affiche tous les objets (équipements, annonces, Mesures), appartenant au groupe ou à la section d'usine. Tous les objets sont affichés avec "Réel status", "Tagname" et "Comment". Dans le cas d'une "Simulation" active, l'objet est mis en évidence avec la couleur orange.

3.3.2 Block Moteur

La figure 51 présente les deux Blocks du Moteur de ventilateur et le contrôleur maitre du Filtre utilisé :

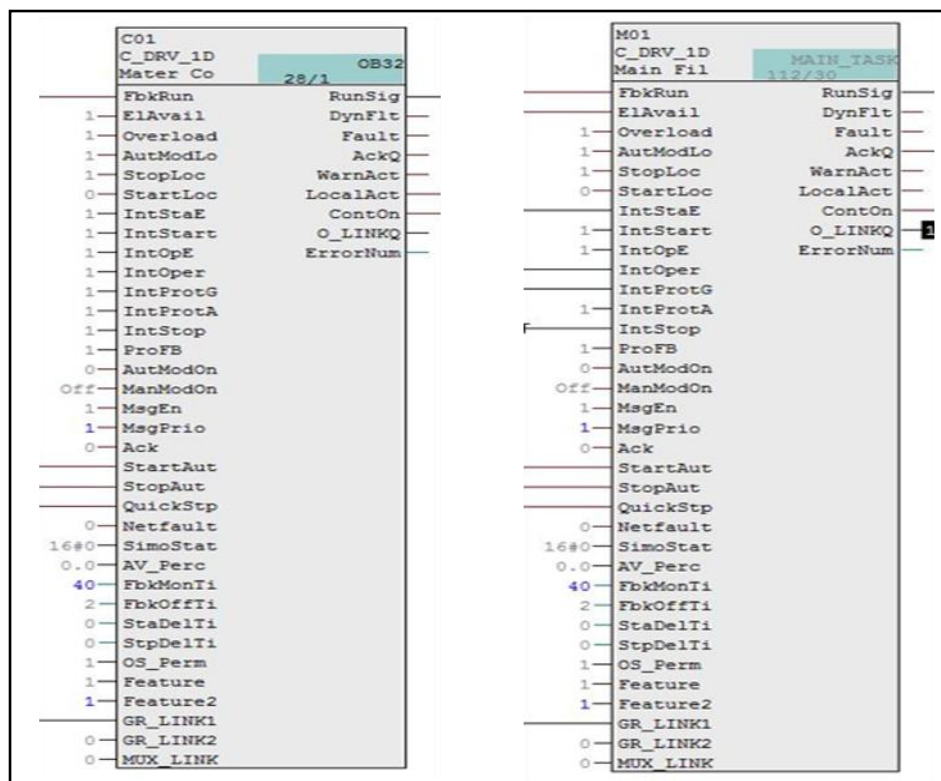


Figure 51. Blocks du Moteur de ventilateur et le contrôleur maitre du Filtre

Le module de type C_DRV_1D peut être utilisé pour contrôler tous les types d'entraînements unidirectionnels. Démarrer/arrêter peut s'effectuer selon trois modes de fonctionnement différents :

- En "mode automatique", l'entraînement est démarré/arrêté par un module de groupe supérieur. Tous les verrouillages de processus et les verrouillages de protection sont efficaces.
- Le "mode manuel" permet un démarrage/arrêt individuel via le bloc d'affichage de l'entraînement. Il existe différents niveaux de verrouillage qui doivent être configurés via les bits de fonction.
- En "mode local", le variateur peut être démarré et arrêté par les interrupteurs installés localement ou les boutons poussoir. Seuls le verrouillage général de protection et les verrouillages essentiels sont efficaces.

3.3.3 Block de mesure analogique

La figure 52 présente un exemple du block de mesure de valeur analogique utilisé :

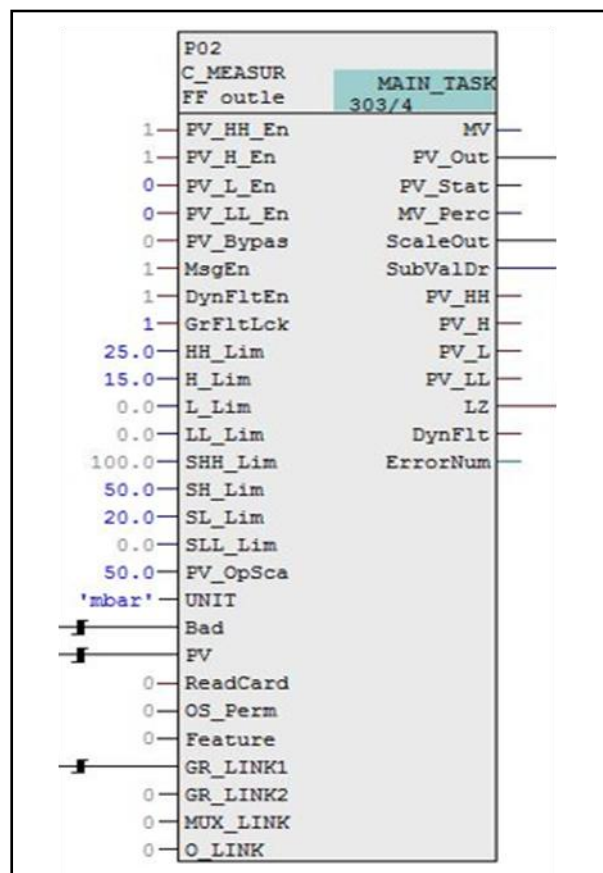


Figure 52. Block de mesure de valeur analogique

Le bloc C_MEASUR peut être utilisé pour lire des valeurs de processus analogiques et surveiller jusqu'à 8 valeurs limites. 4 valeurs limites peuvent être configurées pour créer des messages d'avertissement/défaut, les 4 autres limites sont des limites de commutation et ne génèrent aucune alarme. Dans le symbole de bloc et dans le bloc d'affichage, la valeur et l'état du signal sont affichés.

3.3.4 Block Régulateur

Le C_PID3 appelle à l'intérieur du contrôleur standard FB61 CTRL_PID. Le bloc amélioré C_PID3 peut gérer 3 plusieurs ensembles de paramètres de contrôleur pour (GAIN, TI, TD). Avec 3 entrées binaires, on peut activer un ensemble de paramètres de contrôleur (1-3).

La figure 53 présente le Block Régulateur qui fait actionner l'ouverture et la fermeture de la vanne régulatrice en fonction de température entrée filtre à manche utilisé :

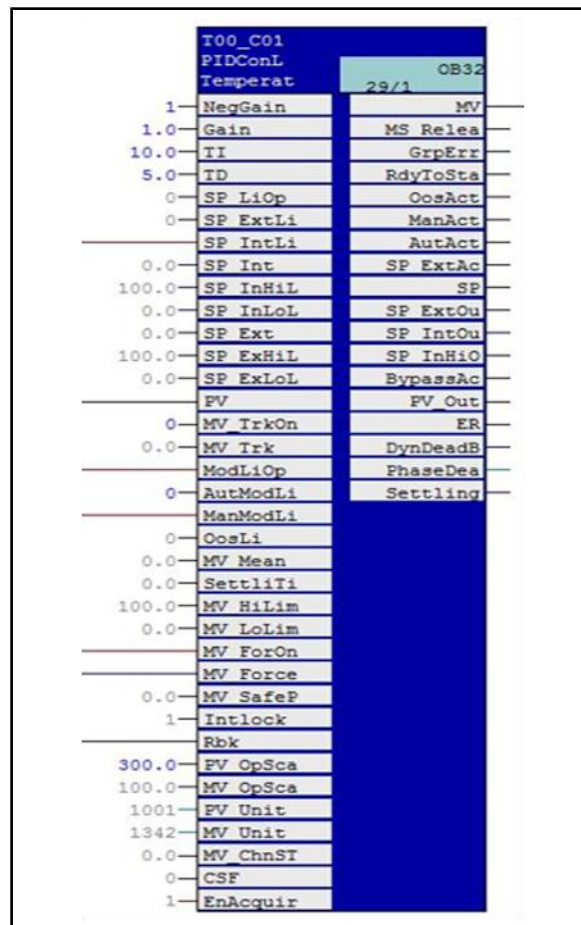


Figure 53. Block Régulateur

3.3.5 Block Register

La figure 54 présente le Block du registre qui fait l'ouverture et la fermeture du registre en fonction de température à l'entrée du filtre à manche utilisé :

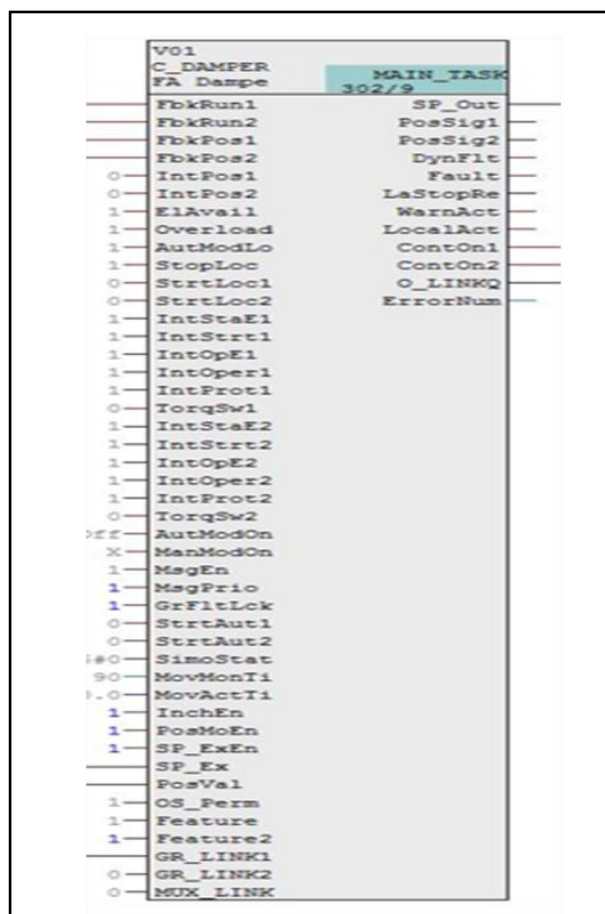


Figure 54. Block du Registre

Le module de type C_DAMPER peut être utilisé pour contrôler des registres, des actionneurs ou des portails, selon la définition, sens 1 = fermer et sens 2 = ouvrir. Le registre peut être contrôlé en trois différents modes de fonctionnement :

- 1) En "mode automatique", le registre est commandé par un module de groupe supérieur. Tous les verrouillages de processus et les verrouillages de protection sont efficaces.
- 2) Le "mode manuel" permet un contrôle individuel via la plaque frontale de l'opérateur du registre. Il existe différents niveaux de verrouillage qui doivent être configurés via les bits de fonction.

- 3) En "mode local", le registre peut être contrôlé par les interrupteurs installés localement ou le Boutons poussoir. Seuls le verrouillage général de protection et les verrouillages essentiels sont efficaces.

3.3.6 Block Annonce

Le bloc C_ANNUNC permet d'afficher un signal de processus binaire. Si le signal de processus n'est pas valide, un message d'erreur ou d'avertissement peut être créé. Les applications les plus courantes pour les modules C_ANNUNC sont :

- **Défauts d'entraînement** : Les signaux de protection d'un moteur (par exemple dérive de la courroie, câble de traction, température des roulements, etc.) peuvent être signalés par le bloc d'entraînement. Dans ce cas, le bloc d'annonce est utilisé pour créer les messages supplémentaires. La sortie du bloc d'annonce est utilisée pour arrêter le variateur en cas de panne.
- **Signaux de processus** : Un bloc d'annonce est utilisé pour afficher les signaux de processus binaires tels que les niveaux de silo, la pression supervisions, etc. Un message d'erreur ou d'avertissement sera créé si le signal est manquant.
- **Conditions de verrouillage** : Les blocs de signalisation sont utilisés pour indiquer les conditions d'enclenchement des groupes et des routes dans l'appel d'état de groupe/route. Il peut s'agir de verrouillages via des signaux de processus tels que les conditions d'enclenchement « internes », les sélections d'itinéraire ou l'état de fonctionnement des autres groupes.

La figure 55 présente un exemple du Block annonce utilisé :

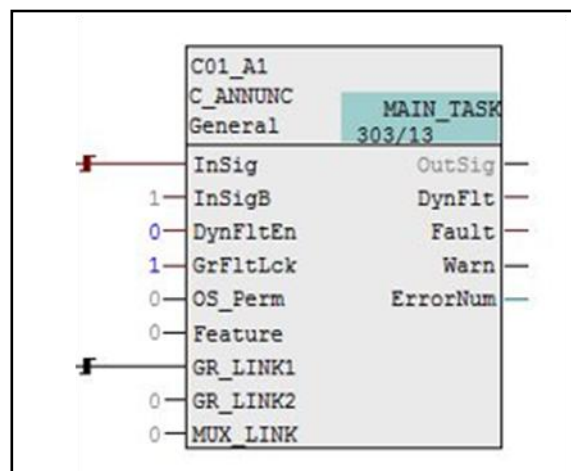


Figure 55. Block annonce

3.3.7 Block Sélection

Le module de type C_SELECT peut être utilisé pour tout type de fonction de sélection. Contrairement au parcours, il ne fournit pas d'analyse détaillée des défauts (appel d'état). Mais, d'un autre côté, la sélection est relativement simple à manipuler et peut être facilement utilisée pour la sélection d'un équipement individuel.

La figure 56 illustre un exemple du Block de sélection utilisé :

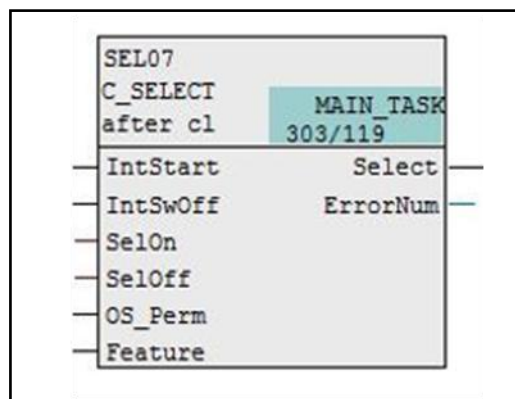


Figure 56. Block de sélection

3.3.8 Block Vanne tout ou Rien

Le module de type C_VALVE peut être utilisé pour contrôler tous les types de vannes. Les commandes d'ouverture/fermeture peuvent être données dans trois modes de fonctionnement différents :

- En "mode automatique", la vanne est ouverte/fermée par un module de groupe supérieur. Tous les verrouillages de processus et les verrouillages de protection sont efficaces.
- Le "mode manuel" permet une commande individuelle via la plaque frontale de l'opérateur de la vanne. Il existe différents niveaux de verrouillage qui doivent être configurés via les bits de fonction.
- En "mode local", la vanne peut être ouverte et fermée par les interrupteurs installés localement ou le bouton poussoir.

Seuls les verrouillages de protection générale et les verrouillages essentiels sont efficaces. La figure 57 présente le Block Vanne tout ou Rien utilisé :

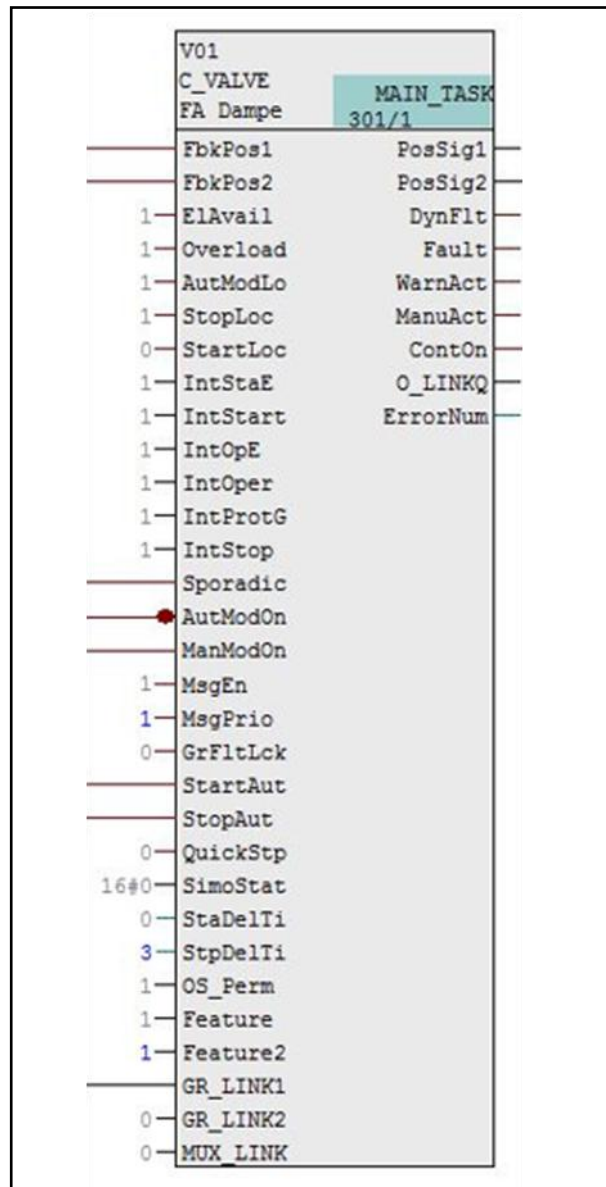


Figure 57. Block Vanne tout ou Rien

3.4 Création de la supervision

3.4.1 Vue d'ensemble

La supervision du SIMATIC PCS 7 est basée sur SIMATIC WinCC. Ce dernier est utilisé avec plusieurs options WinCC et des outils supplémentaires dans SIMATIC Manager pour former un station operateur.

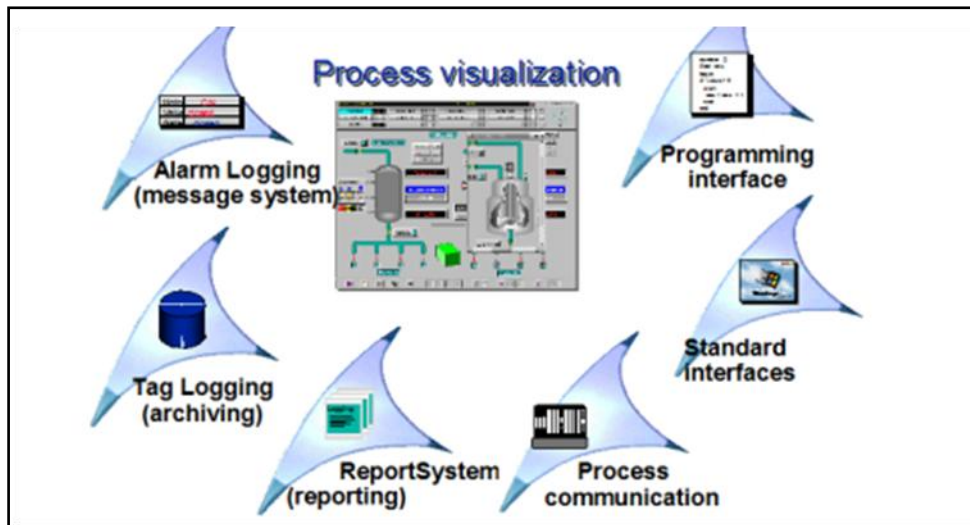


Figure 58. WinCC et des outils supplémentaires dans SIMATIC Manager

3.4.2 WinCC Explorer / Lieu de stockage du projet

Après l'insertion d'une station PC avec une application WinCC dans le multi projet, le projet OS est enregistré dans un sous-dossier du chemin du projet, comme illustré sur la figure 59 :

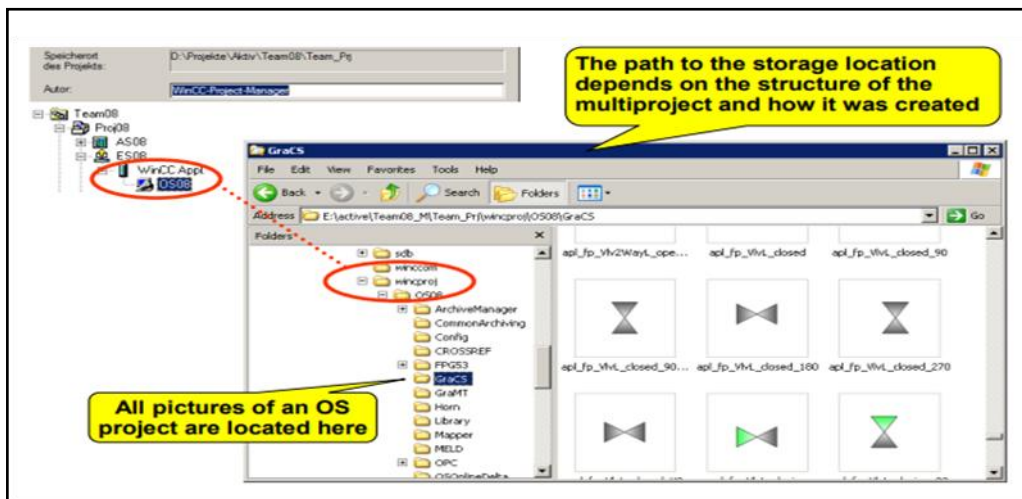


Figure 59. Lieu de stockage du projet

a) Gestionnaire d'arborescence d'images

La manière dont les vues sont disposées dans les zones (hiérarchie des vues) peut être consultée dans le Gestionnaire d'arborescence d'images. Cet outil fait partie de WinCC Explorer.

Le sous-dossier GraCS contient toutes les images d'un projet. Pour permettre l'utilisation d'images de différents multi projets dans votre propre projet actuel, celles-ci doivent d'abord être copiées dans le dossier GraCS. Pour éditer le contenu d'une Projet, le Projet doit être ouverte depuis la vue des composants de SIMATIC Manager : WinCC Explorer.



Figure 60. WinCC Explorer

b) Conception de la vue principale de l'opérateur

L'écran est divisé en trois zones dans WinCC Runtime :

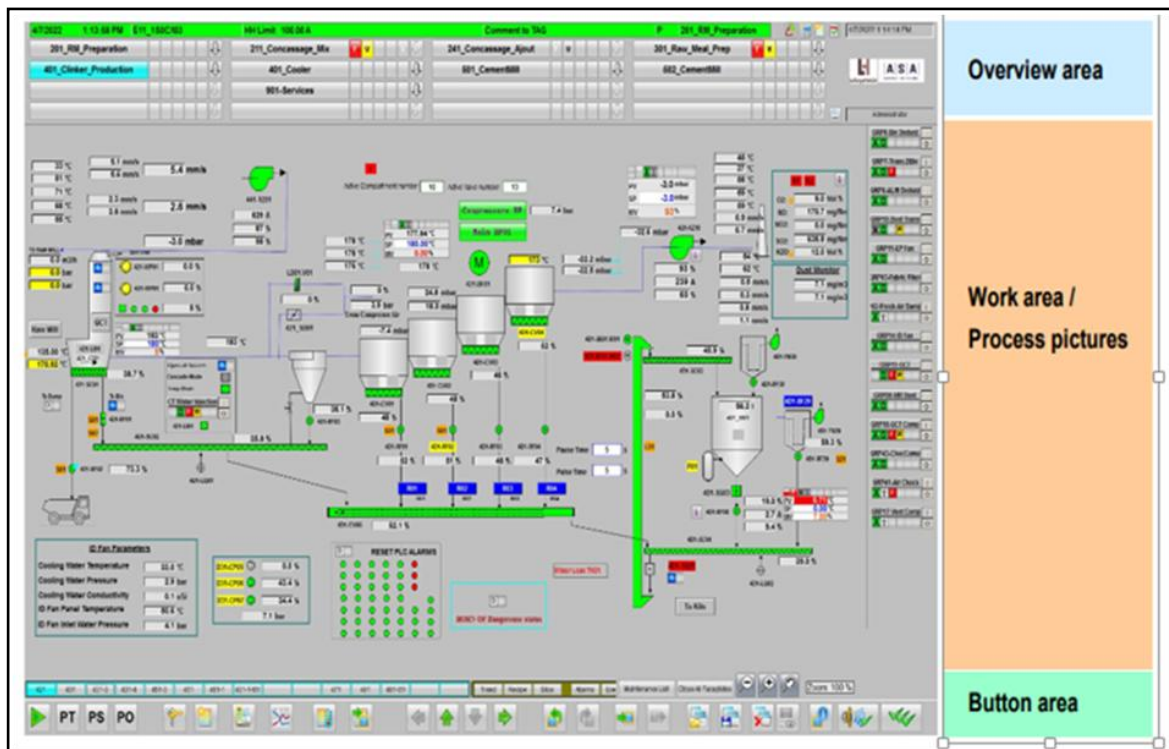


Figure 61. Conception de la vue Principale de l'opérateur

- Zone d'aperçu (les différents ateliers).
- Espace de travail (image de processus).
- Zone des boutons (des boutons d'opérateur standardisés sont définis pour le contrôle de processus).

❖ Activation du Runtime

Si vous souhaitez activer le Runtime pour un projet sur l'ES, cliquer sur la commande Exécuter.

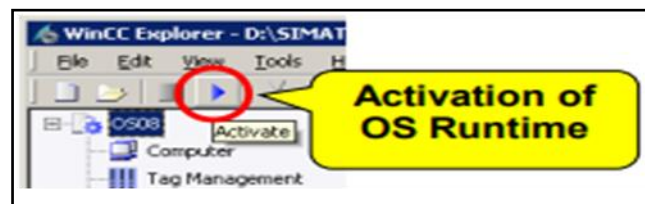


Figure 62. Activation du Runtime

3.4.3 Blocs d'affichage (faceplate) :

a) Block d'affichage d'une bibliothèque standard PCS 7

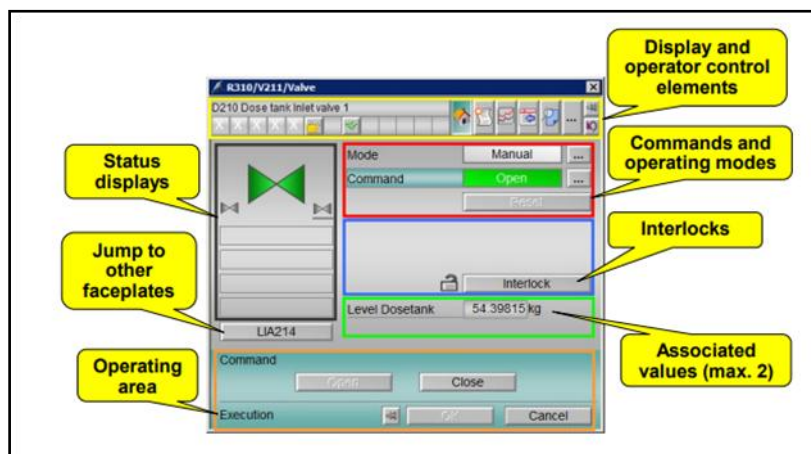


Figure 63. Block d'affichage

Les principaux éléments sont :

- 1) Affichage d'état.
- 2) Passer à une autre faceplate.
- 3) Zone d'exploitation.
- 4) Eléments d'affichage et de commande.

- 5) Commandes et modes de fonctionnement.
- 6) Verrouillages.
- 7) Valeur associée.

❖ **Éléments d'affichage et de commande d'un bloc d'affichage**

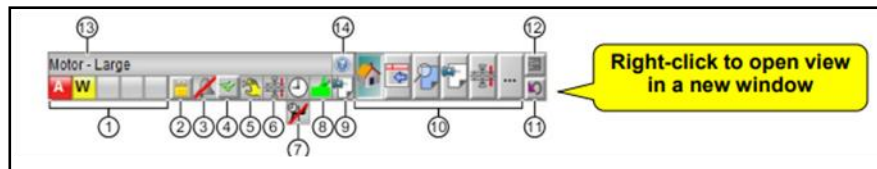


Figure 64. Eléments d'affichage et de commande d'un bloc d'affichage

Le bloc d'affichage comporte les affichages et éléments de commande suivants :

- 1) Groupe d'Affichage
- 2) Verrouillage d'alarme via la plaque frontale
- 3) Suppression d'alarme via le bloc fonctionnel (FB)
- 4) Acquiescement d'alarme
- 5) Pire état du signal
- 6) Affichage des lots
- 7) Non utilisé
- 8) Maintenance exigée et libération
- 9) Affichage des mémos
- 10) Ouvrir les vues de bloc
- 11) Retour à l'icône de bloc
- 12) Bloc de broches
- 13) Nom de l'instance de bloc
- 14) Bouton Aide

❖ **Affichages d'état :**

Dans cette zone, l'état (moteur, symbole de vanne, etc.) est affiché sous forme symbolique en haut. En dessous, il y a des informations supplémentaires et il y a des fonctions de saut (boutons pour appeler un bloc d'affichage d'un bloc différent). Les informations supplémentaires sont destinées à aider l'opérateur et fournissent des informations sur l'état de l'instrumentation de processus, par exemple si un moteur est en cours de simulation ou en cours de maintenance.

❖ **Commandes et modes de fonctionnement :**

Le mode de fonctionnement et la commande sont affichés dans cette zone et peuvent être modifiés sous certaines conditions (par exemple avec une autorisation adéquate de l'opérateur). Selon le bloc, les modes "Manuel", "Automatique", "Mode programme", "Local" ou "Hors service" peuvent être sélectionnés. Les commandes "Démarrer", "Arrêter", "Ouvrir", "Fermer" etc. peuvent être sélectionnées. Les modes de fonctionnement et les commandes peuvent être sélectionnés dans une zone de commande séparée sous le bloc d'affichage. Cette action peut être avec ou sans acquittement. Cela dépend du réglage.

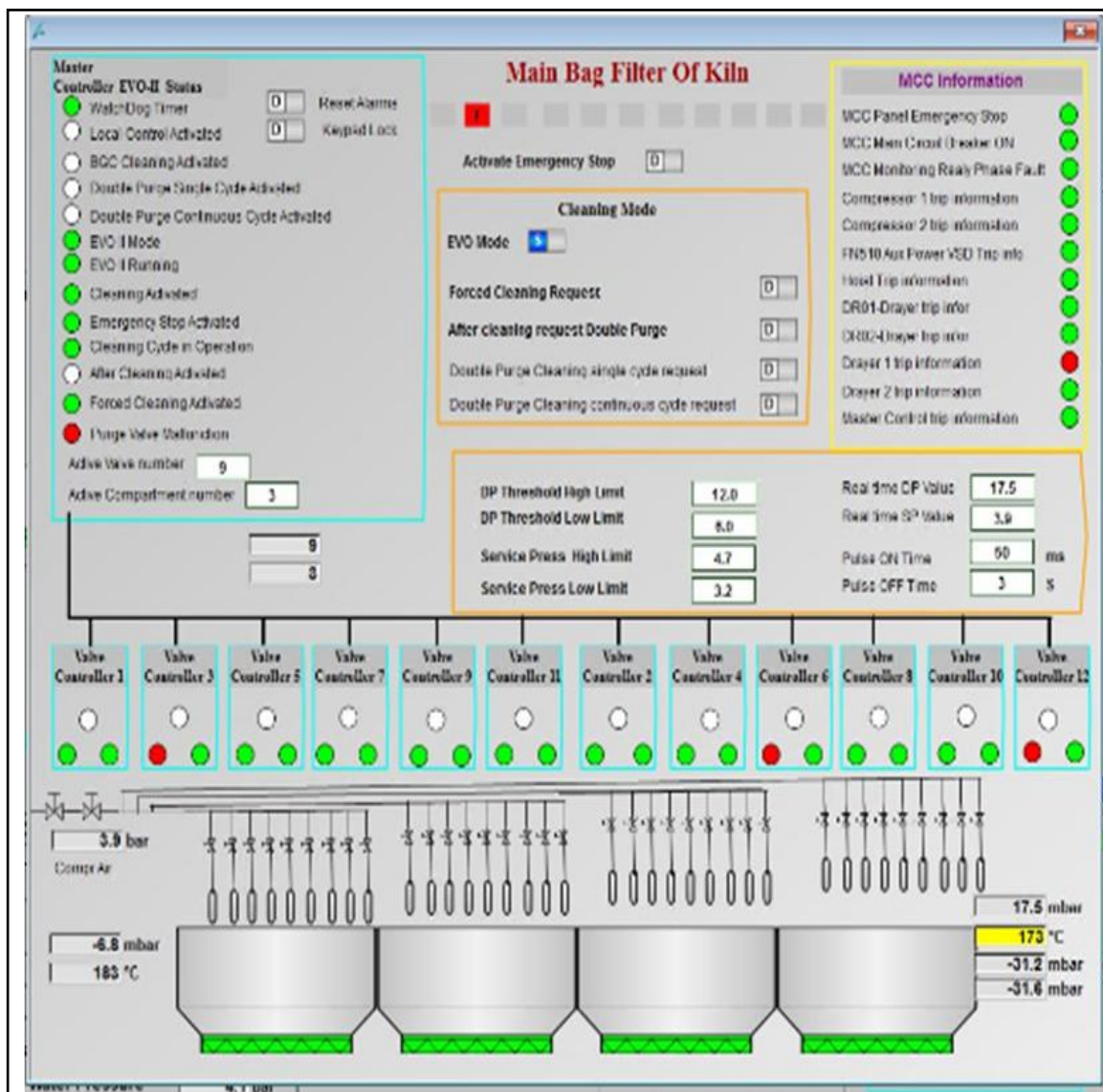


Figure 65. Vue de Filtre en tissu

❖ Verrouillages

Ici, les différents types de verrouillage sont affichés.

❖ Valeurs associées

Dans la vue standard de certains blocs d'affichage technologiques, jusqu'à deux valeurs analogiques auxiliaires supplémentaires peuvent être affichées. Par exemple, ceux-ci peuvent être utilisés pour afficher le courant du moteur et la température d'enroulement d'un moteur.

3.4.4 Icônes de bloc utilisé dans le système de supervision

La figure 66 illustre les icônes de Bloc utilisé dans le système de supervision. 11 icônes sont utilisées à savoir :

- (a) Vanne Toute Ou Rien
- (b) Régulateur
- (c) Moteur ventilateur
- (d) Contrôleur maître du filtre en tissu
- (e) Registre
- (f) Groupe Filtre en tissu
- (g) Groupe Ventilateur du filtre
- (h) Groupe Registre de l'air frais
- (i) Annonce
- (j) Sélection
- (k) Mesure Analogique



Figure 66. Icones des blocs (a) Vanne Toute Ou Rien (b) Régulateur (c) Moteur ventilateur (d) Contrôleur maître du filtre en tissu (e) Register (f) Groupe Filtre en tissu (g) Groupe Ventilateur du filtre (h) Groupe Register de l'air fais (i) Annonce (j) Sélection (k) Mesure Analogique

3.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté le processus de programmation et de supervision de notre procès. Dans ce contexte nous avons présenté les différents blocs de programme et les variables utilisés ainsi que les différentes vues qui ont été conçues pour la supervision. Pour la programmation, nous avons utilisé la plateforme Automate S7-410-5H, grâce au logiciel de conception de programmes pour des systèmes d'automatisation « PCS7 » de SIEMENS.

Conclusion Générale

Ce travail de fin d'étude s'inscrit dans le cadre de l'automatisation et supervision d'un procédé de filtres au sein de l'usine de ciment de Lafarge Msila. A cette fin, nous avons commencé par prendre connaissance de l'automatisme et le dépoussiérage puis le fonctionnement du filtre et le matériel utilisé pour l'installation et l'automatisation

.Au cours de ce travail, une description du fonctionnement de filtre a été mise en œuvre ; et en suite un programme personnalisé basé sur l'automate S7-400 a été développé afin de mettre en service le filtre en tissu selon l'analyse fonctionnelle.

Nous avons passé en revue les automates programmables industriels de la gamme SIEMENS, leurs caractéristiques, critères de choix, avantages, ainsi que les langages de programmation utilisables. La communication et le transfert d'information via un réseau, rendront un système automatisé plus simple et plus performant.

La prise de connaissance du Système PCS7, nous a permis de créer le programme qui répond aux exigences de fonctionnement filtre et d'en récupérer les états et les mesures qui nous intéressent pour créer notre système de contrôle et de supervision homme-machine (SCADA).

Pour la conception de SCADA en vue de la supervision du système, nous avons exploité les performances de PCS7, qui est un logiciel permettant de gérer les interfaces graphiques avec des visualisations et des animations actualisées.

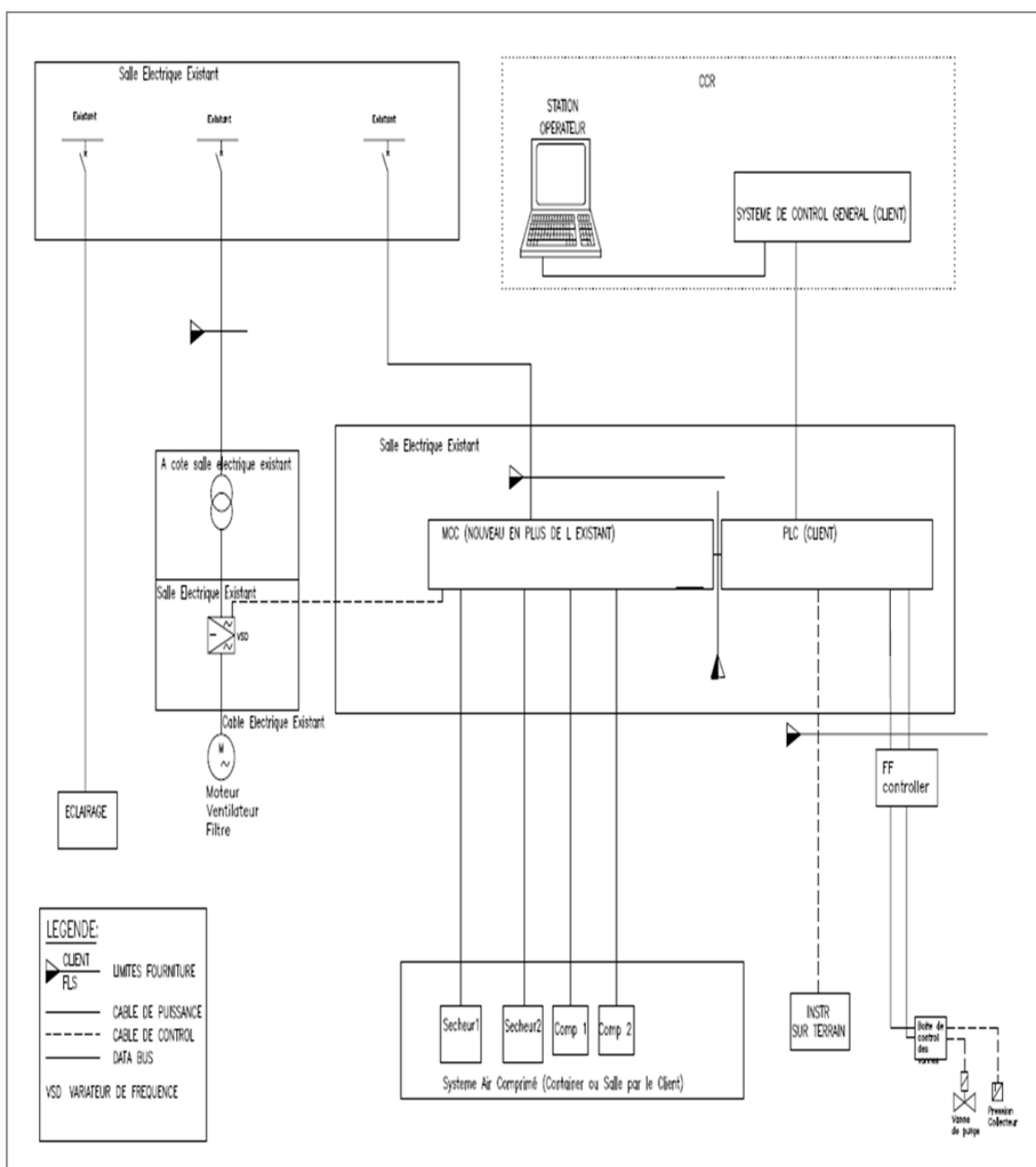
Enfin, nous espérons que notre travail sera une meilleure solution à la problématique posée et servira comme base de départ pour donner des solutions et des recommandations pour aider des autres usines.

L'étude et la réalisation de l'automatisation de ce processus nous donner l'opportunité de compléter le cahier des charges et à atteindre des objectifs désirés tel que :

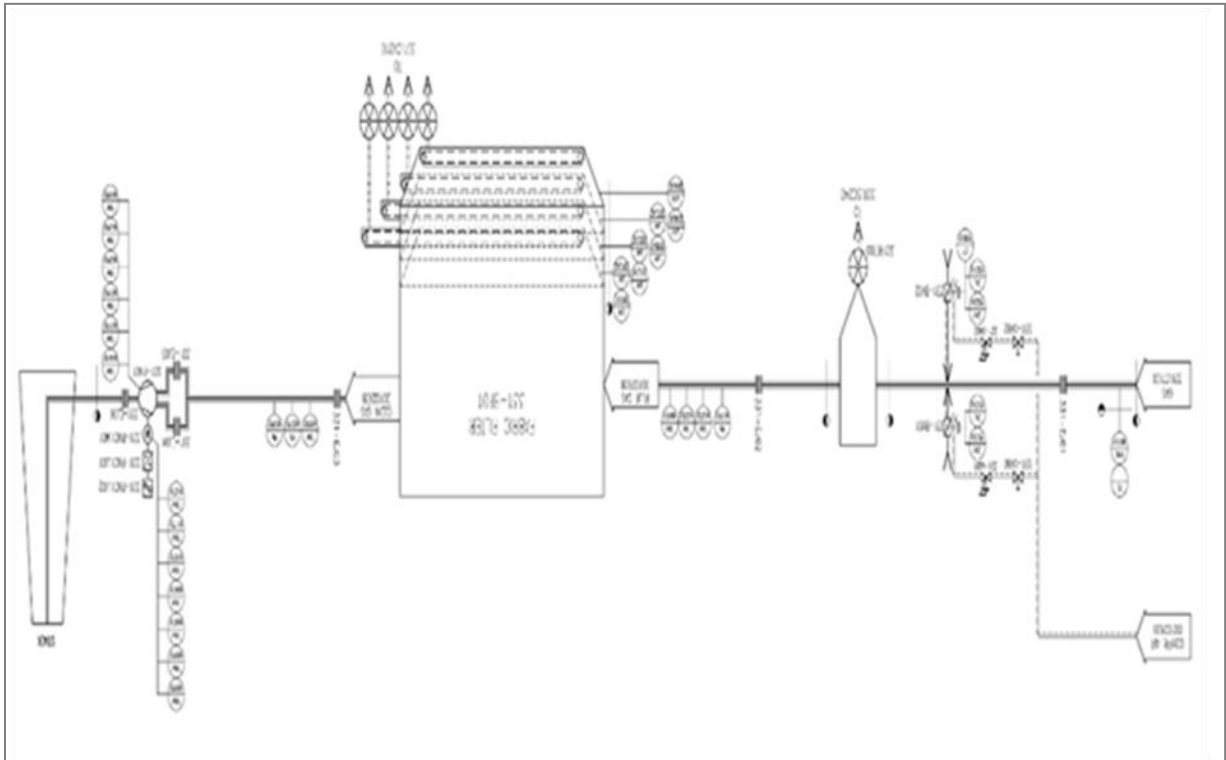
- ✓ Le projet qui nous a été confié nous a permis de mieux connaître la démarche de résolution des problèmes dans l'automatisation d'un procédé industriel.
- ✓ Notre objectif consistait à trouver une solution en automatisation à partir du cahier de charge.
- ✓ Ce travail nous a permis d'enrichir nos connaissances et de les mettre en œuvre ce qu'on a déjà acquis bien avant tout au long de notre cycle professionnelle.
- ✓ Ce travail est pour nous un premier pas dans le milieu de Gestion des projets c'est une expérience complémentaire.

Annexes

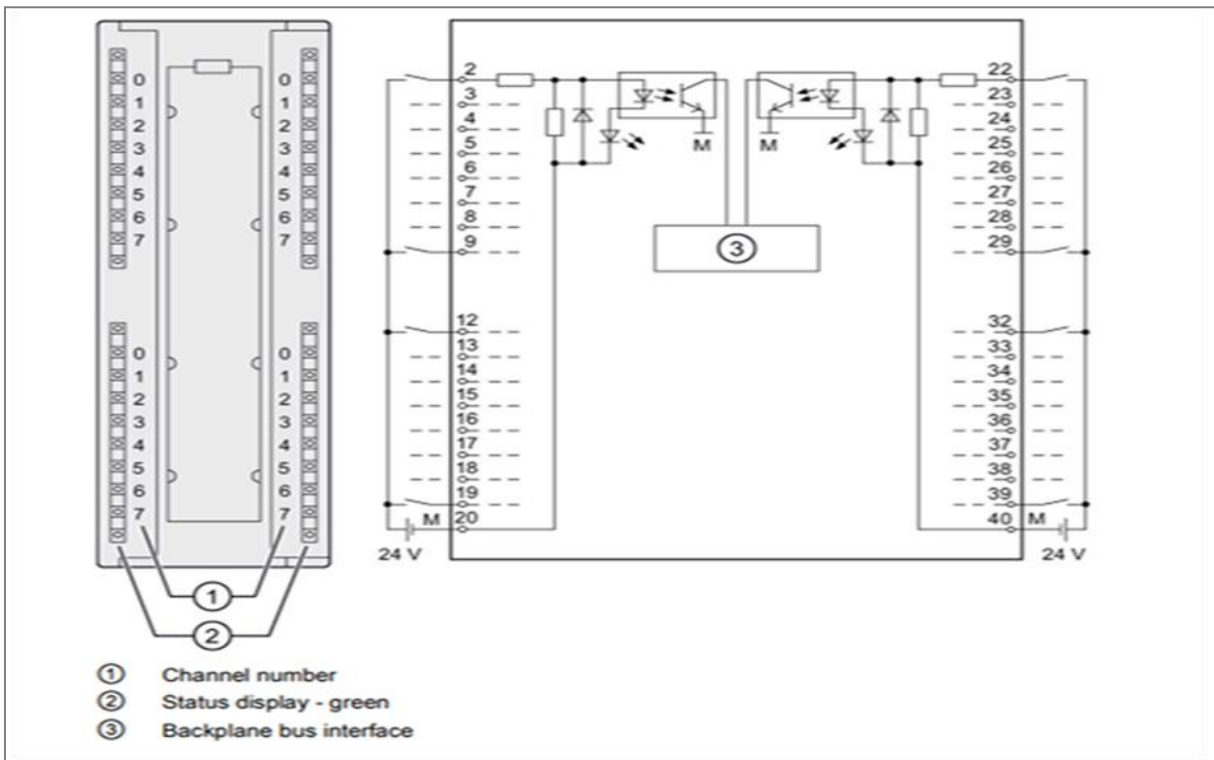
A1 : Diagramme électrique de l'installation



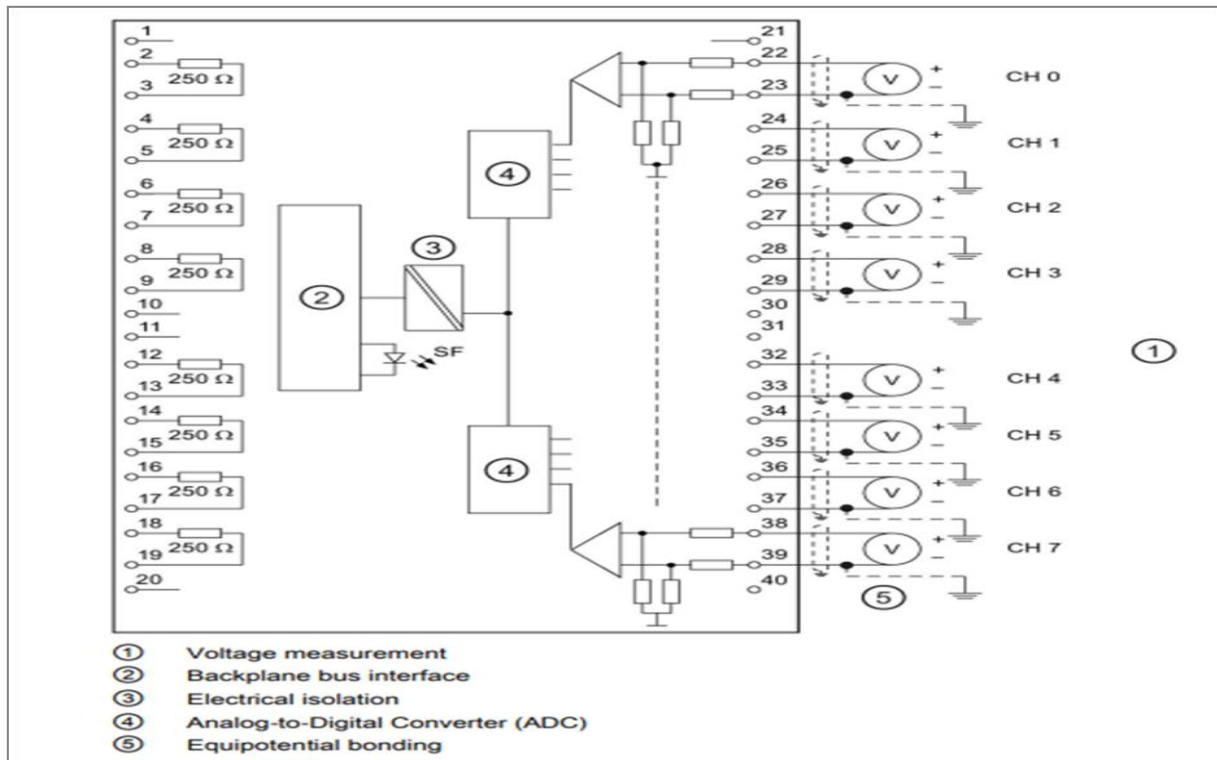
A2 : Positions de l'instrumentation du filtre



A3 : Schéma électrique du module digital inputs 321-1BL00-0AA0



A4 : Schéma électrique du module analogue inputs 331-7NF00-0AB0



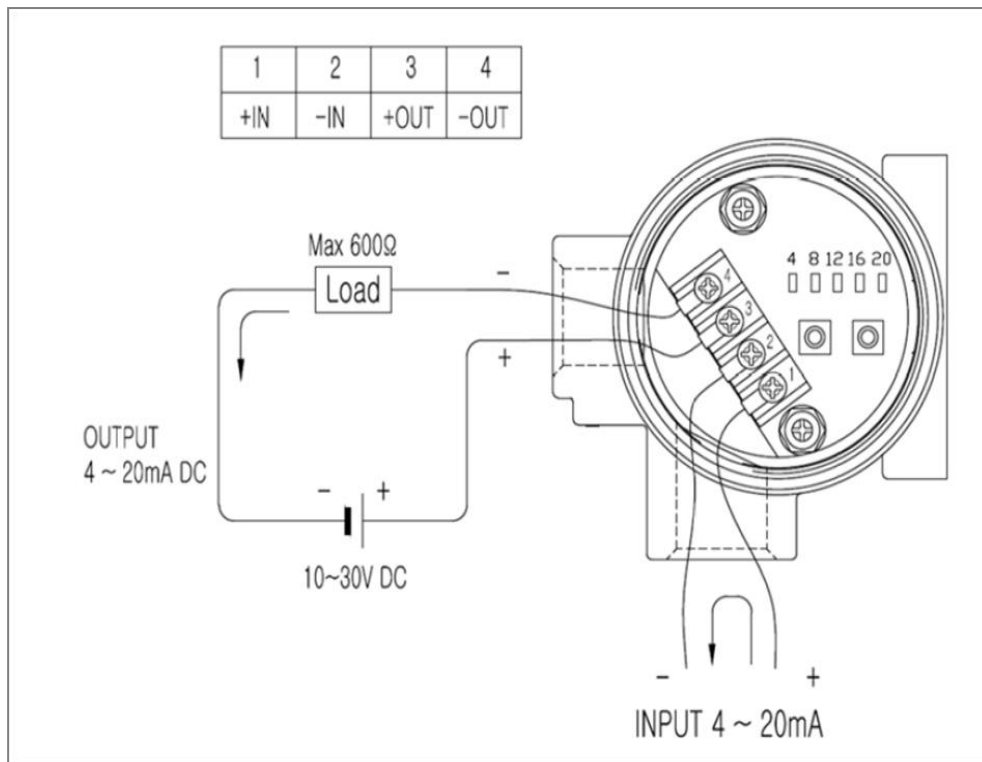
Annexe (A5) : Plaque signalétique du variateur de vitesse ABB

ABB		CE EAC	
Made in Switzerland			
Type code	ACS1000-040-A03C-E2-010		
Serial number	3BHB901006934		
Year of manufacture	2020		
Degree of protection	IP21		
Design standard	IEC 61800, IEC 60146		
Weight	kg	2'000	
Number of input phases		2 x 3	
Rated input current	A	2 x 217	
Rated input voltage	V	2'305	
Rated input frequency	Hz	50	
Max. permissible short-circuit current	kA	15	
Number of output phases		1 x 3	
Rated output current	A	1 x 274	
Rated output voltage	V	4'000	
Output voltage range	V	0...4'000	
Rated output frequency	Hz	50.5	
Output frequency range	Hz	0...50.5	
Duty cycle	A	281 A (continuous)	
Motor type		Asynchronous machine	
1-phase auxiliary power consumption	VA	N.A.	
3-phase auxiliary power consumption	VA	6'520	
Cooling method	AF (air forced)		
Rating plate complies with IEC 60146-1-1			

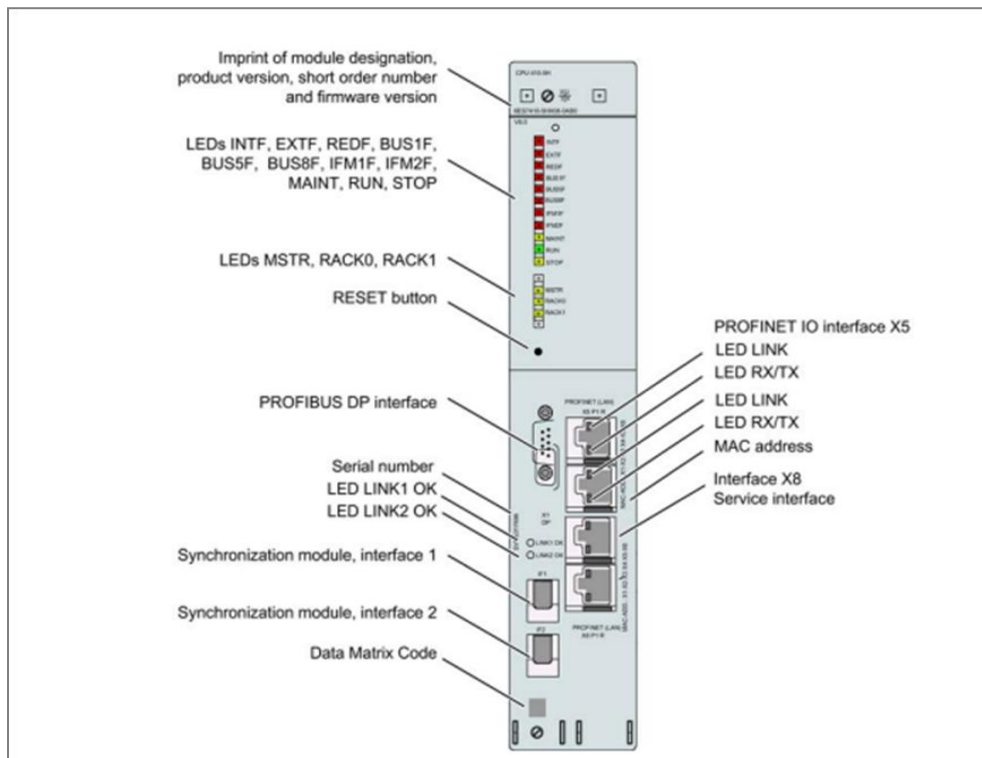
A6 : Plaque signalétique du moteur

ROULEMENT CA	RBKL 0638N/	
ROULEMENT COA	EBRL NU 1034N/C	
INTERVALLE DE LUBRIFICATION A 70°C(158°F) TEMPERATURE PALIER	3000 HEURES FONCTIONNEMENT	
QUANTITE DE GRAISSE CA	70.70 GRAMMES	COA 55 GRAMMES
NOTE! TOUS LES 15°C (27°F) DE PLUS DE LA TEMPERATURE PALIER 70°C (158°F) DIVISER PAR 2 L'INTERVALLE DE LUBRIFICATION		
NOTE! AU DESSUS DE 85°C (185°F) GRAISSE HAUTE TEMP. DOIT ETRE UTILISEE		
USE SYNTHETIC HIGH TEMPERATURE GREASE ONLY		
SORTIE D'USINE AVEC GRAISSE	KLUBERPLEX-BEM 41-132	
POUR PLUS D'INFORMATION VOY LE MANUEL DE MAINTENANCE		
ABB		ABB
Type NMI 500L BA GAPS		No 4661225
Year 2020	Phases 3~	Duty S1
Connection D	Insul. cl. F	Weight 9480 kg
IP 55	IC 611	IM 1001
Duty S1, CONVERTER SUPPLY		
kw	0-2000	
V	0-4000	
A	0-350	
Cpfl	0-0.4	
Hz	0-500	
rpm	0-1500	
Amb. temp.	30°C	
IFC 60034-1		

A7 : Raccordement électrique du clapet FAD



Annexe (A8) : Structure of the CPU 410-5H



Afficheurs LED

Afficheurs LED

LED	Color	Meaning
Top bar		
INTF	red	Internal error
EXTF	red	External error
REDF	red	Loss of redundancy/Redundancy fault
BUS1F	red	Bus fault at the PROFIBUS interface
BUS5F	red	Bus fault at the first PROFINET IO interface
BUS8F	red	Bus fault at the service interface
IFM1F	red	Error in synchronization module 1
IFM2F	red	Error in synchronization module 2
MAINT	yellow	Maintenance request pending
RUN	green	RUN mode
STOP	yellow	STOP mode
Bottom bar		
MSTR	yellow	CPU controls the process
RACK0	yellow	CPU in rack 0
RACK1	yellow	CPU in rack 1
For the interfaces		
LINK	green	Connection at the PROFINET IO interface is active
RX/TX	orange	Receiving or sending data at the PROFINET IO interface.
LINK 1 OK	green	Connection via synchronization module 1 is active and OK
LINK 2 OK	green	Connection via synchronization module 2 is active and OK

Afficheurs d'états et d'erreurs : Les LEDs **RUN** et **STOP** fournissent des informations sur l'état de fonctionnement actuel de l'UC.

LED		Meaning
RUN	STOP	
Lit	Dark	The CPU is in RUN mode.
Dark	Lit	The CPU is in STOP mode. The user program is not being executed. Cold restart/restart is possible. If the STOP status was triggered by an error, the error indicator (INTF or EXTF) is also set.
Flashes 2 Hz	Flashes 2 Hz	The CPU has detected a serious error that is blocking startup. All other LEDs also flash at 2 Hz.
Flashes 0.5 Hz	Lit	HOLD status has been triggered by a test function.
Flashes 2 Hz	Lit	A cold restart/restart was initiated. The cold restart/warm start may take a minute or longer, depending on the length of the called OB. If the CPU still does not change to RUN, there might be an error in the system configuration, for example.
Dark	Flashes 2 Hz	A high-quality RAM test (self-test) is executed after POWER ON. The self-test takes at least 15 minutes. Memory is being reset
Dark	Flashes 0.5 Hz	The CPU requests a memory reset.
Flashes 0.5 Hz	Flashes 0.5 Hz	Troubleshooting mode This display also indicates that internal processes are busy on the CPU and prevent access to the CPU until completed. This status can be triggered by the following routines: <ul style="list-style-type: none"> Startup (POWER ON) of a CPU on which a large number of blocks is loaded. If encrypted blocks are loaded, startup may take a longer time depending on the number of such blocks.

Spécifications techniques du CPU 410-5H; (6ES7 410-5HX08- 0AB0) :

6ES7410-5HX08-0AB0	
Product type designation	CPU 410-5H Process Automation
General Information	
Hardware product version	1
Firmware version	V8.0.1
Model	with Conformal Coating (ISA-S71.04 severity level G1; G2; G3)
Engineering with	
Programming package	as of PCS 7 V8.0 SP1 + HUP CPU 410-5H
CiR – Configuration in RUN	
CiR synchronization time, base load	60 ms
CiR synchronization time, time per I/O slave	0 µs
Input current	
From backplane bus 5 V DC, typ.	2.0 A
From backplane bus 5 V DC, max.	2.4 A
From backplane bus 24 V DC, max.	150 mA; DP interface
From interface 5 V DC, max.	90 mA at the DP Interface
Power loss	
Power loss, typ.	10 W
Memory	
Main memory	
integrated	32 MB
Integrated (for program)	16 MB
Integrated (for data)	16 MB
Expandable	No
Load memory	
Expandable FEPR0M	No
Integrated RAM, max.	48 MB
Expandable RAM	No
Battery backup	
Available	Yes
With battery	Yes; all data
Without battery	No

	6ES7410-5HX08-0AB0
Battery	
Backup battery	
Battery operation	
<ul style="list-style-type: none"> Backup battery current, typ. 	370 µA; valid to 40 °C
<ul style="list-style-type: none"> Backup battery current, max. 	2.1 mA
<ul style="list-style-type: none"> Backup battery time, max. 	Covered with the conditions and effects described in the Module Data manual
<ul style="list-style-type: none"> Feed of external backup voltage to the CPU 	No
CPU processing times	
CPU speed	450 MHz; multiprocessor system
PCS 7 process objects	100 ... approx. 2600 can be set with system expansion card
Average processing time of PCS 7 typicals	46 µs; with APL typicals
Process tasks, max.	9; can be set individually from 10 ms to 5 s
CPU blocks	
DB	
Number, max.	16000; number range: 1 to 16 000 (= instances)
FB	
Number, max.	8000; number range: 0 to 7999
FC	
Number, max.	8000; number range: 0 to 7999
OB	
Number of free-cycle OBs	1; OB 1
Number of time-of-day interrupt OBs	8; OB 10-17
Number of time-delay interrupt OBs	4; OB 20-23
Number of cyclic interrupt OBs	9; OB 30-38 (= Process tasks)
Number of process interrupt OBs	8; OB 40-47
Number of DPV1 interrupt OBs	3; OB 55-57
Number of restart OBs	2; OB 100, 102
Number of asynchronous error OBs	9; OB 80-88
Number of synchronous error OBs	2; OB 121, 122
Data areas and their retentivity	
Retentive data area, total	Total work and load memory (with backup battery)
Address range	
I/O address range	
Inputs	16 Kbyte; up to 7500 IO
Outputs	16 Kbyte; up to 7500 IO
of those distributed	
<ul style="list-style-type: none"> DP interface, inputs 	8 Kbyte; up to 3800 IO
<ul style="list-style-type: none"> DP interface, outputs 	8 Kbyte; up to 3800 IO
<ul style="list-style-type: none"> PN interface, inputs 	8 Kbyte; up to 3800 IO
<ul style="list-style-type: none"> PN interface, outputs 	8 Kbyte; up to 3800 IO

	6ES7410-5HX08-0AB0
Digital channels	
Inputs	131072, max.
Outputs	131072, max.
Analog channels	
Inputs	8192, max.
Outputs	8192, max.
Hardware configuration	
Expansion units, max.	21) S7-400 expansion units
connectable OP	119
Multicomputing	No
Interface modules	
Number of plug-in IMs (total), max.	6
Number of plug-in IM 460s, max.	6
Number of plug-in IM 463s, max.	4; only in stand-alone operation
Number of DP masters	
integrated	1
Via CP	10; CP 443-5 Extended
Number of IO controllers	
integrated	1
Via CP	0
Number of usable FMs and CPs (recommendation)	
PROFIBUS and Ethernet CPs	11; max. 10 CPs as DP masters
Time	
Clock	
Hardware clock (real-time clock)	Yes
With battery backup, can be synchronized	Yes
Resolution	1 ms
Deviation per day (with battery backup), max.	1.7 s; Power Off
Deviation per day (without battery backup), max.	8.6 s; Power On
Time synchronization	
Supported	Yes
On DP, master	Yes
On DP, slave	Yes
On the AS, master	Yes
On the AS, slave	Yes
On Ethernet using NTP	Yes; as client
Time difference in the system with synchronization via	
Ethernet, max.	10 ms
Interfaces	
Number of RS 485 interfaces	1; PROFIBUS DP
Number of other interfaces	3; 2x Synchronization, 1x Service
PROFINET IO	
Number of PROFINET interfaces	1

	6ES7410-5HX08-0AB0
1. Interface	
Type of interface	integrated
Physics	RS 485/PROFIBUS
Electrically isolated	Yes
Power supply at interface (15 to 30 V DC), max.	150 mA
Number of connection resources	32
Functionality	
DP master	Yes
DP slave	No
DP master	
Number of connections, max.	32
Transmission rate, max.	12 Mbps
Number of DP slaves, max.	96
Services	
• PG/OP communication	Yes
• Routing	Yes
• Global data communication	No
• S7 communication	Yes
• S7 communication, as client	Yes
• S7 communication, as server	Yes
• Support for constant bus cycle time	No
• Isochronous mode	No
• SYNC/FREEZE	No
• Activation/deactivation of DP slaves	No
• Direct data exchange (cross-traffic)	No
• DPV1	Yes
Address range	
• Inputs, max.	8 Kbyte; up to 3800 IO
• Outputs, max.	8 Kbyte; up to 3800 IO
User data per DP slave	
• User data per DP slave, max.	244 bytes
• Inputs, max.	244 bytes
• Outputs, max.	244 bytes
• Slots, max.	244
• Per slot, max.	128 bytes
2. Interface	
Type of interface	PROFINET
Physics	Ethernet RJ45

	6ES7410-5HX08-0AB0
Electrically isolated	Yes
Integrated switch	Yes
Number of ports	2
Automatic determination of transmission rate	Yes; Autosensing
Autonegotiation	Yes
Autocrossing	Yes
Change of the IP address at runtime, supported	No
Number of connection resources	120
Media redundancy	
Supported	Yes
Changeover time at line interruption, typ.	200 ms
Number of nodes on the ring, max.	50
Functionality	
PROFINET IO controller	Yes
PROFINET IO device	No
Open IE communication	Yes
Web server	No
PROFINET IO controller	
Transmission rate, max.	100 Mbps
Number of connectable IO devices, max.	250
Number of connectable IO devices for RT, max.	250
• of which in line, max.	250
Shared device, supported	No; but can be used in S7 framework
Prioritized startup supported	No
Device replacement without removable medium	Yes
Send clocks	250 µs, 500 µs, 1 ms, 2 ms, 4 ms
Update time	250 µs to 512 ms, minimum value depends on the amount of configured user data and the configured operating mode or redundancy mode
Services	
• PG/OP communication	Yes
• S7 routing	Yes
• S7 communication	Yes
• Open IE communication	Yes
Address range	
• Inputs, max.	8 Kbyte; up to 3800 IO
• Outputs, max.	8 Kbyte; up to 3800 IO
• User data consistency, max.	1024 bytes
Open IE communication	
Open IE communication, supported	Yes
Number of connections, max.	118

	6ES7410-5HX06-0AB0
Local port numbers used by the system	0, 20, 21, 25, 102, 135, 161, 34962, 34963, 34964, 65532, 65533, 65534, 65535
Keep Alive function supported	Yes
3. Interface	
Type of interface	integrated
Physics	RJ45 (only for service)
4. Interface	
Type of interface	Plug-in synchronization module (FOC)
Plug-in interface modules	Synchronization module 6ES7960-1AA06-0XA0 or 6ES7960-1AB06-0XA0
5. Interface	
Type of interface	Plug-in synchronization module (FOC)
Plug-in interface modules	Synchronization module 6ES7960-1AA06-0XA0 or 6ES7960-1AB06-0XA0
Protocols	
PROFINET IO	Yes
PROFINET CBA	No
PROFIsafe	Yes
PROFIBUS	Yes
Protocols (Ethernet)	
TCP/IP	Yes
Other protocols	
AS-i	Yes; via add-on
MODBUS	Yes; via add-on
Foundation Fieldbus	Yes; via DP/FF link
Communication functions	
PG/OP communication	Yes
<ul style="list-style-type: none"> Number of connectable OPs without message processing 	119
<ul style="list-style-type: none"> Number of connectable OPs with message processing 	119; when using Alarm_S/SQ and Alarm_D/DQ
Data record routing	Yes
S7 routing	Yes
S7 communication	
Supported	Yes
As server	Yes
As client	Yes
User data per job, max.	64 KB
User data per job (consistent), max.	462 bytes; 1 variable
Open IE communication	
TCP/IP	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FBs
<ul style="list-style-type: none"> Number of connections, max. 	118
<ul style="list-style-type: none"> Data length, max. 	32 KB
<ul style="list-style-type: none"> Several passive connections per port, supported 	Yes

	6ES7410-5HX06-0AB0
ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes; via integrated PROFINET interface or CP 443-1 and loadable FBs
<ul style="list-style-type: none"> Number of connections, max. 	118
<ul style="list-style-type: none"> Data length, max. 	32 KB; 1452 bytes via CP 443-1 Adv.
UDP	Yes; via integrated PROFINET interface and loadable FBs
<ul style="list-style-type: none"> Number of connections, max. 	118
<ul style="list-style-type: none"> Data length, max. 	1472 bytes
Number of connections	
Total	120
S7 message functions	
Number of stations that can be logged on for message functions, max.	119; max. 119 with Alarm_S and Alarm_D (OPs); max 12 with Alarm_8 and Alarm_P (e.g., WinCC)
Alarm_8 blocks	Yes
<ul style="list-style-type: none"> Number of instances for Alarm_8 and S7 communication blocks, max. 	10000
<ul style="list-style-type: none"> Pre-assigned, max. 	10000
Process control messages	Yes
Test and commissioning functions	
Block status	Yes
Single-step	Yes
Number of breakpoints	4
Monitor/modify	
Status/modify tag	Yes
Tags	Inputs/outputs, bit memory, DB, I/O inputs/outputs, timers, counters
Number of tags, max.	70
Diagnostics buffer	
Available	Yes
Number of entries, max.	3200
Service data	
Readable	Yes
EMC	
Emission of radio interference according to EN 55 011	
Limit class A, for use in industrial areas	Yes
Limit class B, for use in residential areas	No
Configuration	
Know-how protection	
User program/password security	Yes
Block encryption	Yes; using S7-Block Privacy
	6ES7410-5HX06-0AB0
Dimensions	
Width	50 mm
Height	290 mm
Depth	219 mm
Slots required	2
Weights	
Weight, approx.	1.1 kg

Références Bibliographiques

- [1] BUTS de l'automatisation : http://lycees.ac-rouen.fr/modeste-leroy/spip/IMG/pdf/Buts_de_l_automatisme.pdf
- [2] Communication technique : L'automate programmable industriel (les langages) : http://lycees.ac-rouen.fr/maupassant/site2/BEPME/sujet03_04/com_tech/Automate_lang.pdf
- [3] Siemens A&D AS CS2 PA Karlsruhe, August 2003, Page 3 : https://automationhub.files.wordpress.com/2010/12/pcs7_workshop.pdf
- [4] <https://energieplus-lesite.be/techniques/numerique/protocole-de-communication/>
- [5] Définitions et profils : https://www.uvt.rnu.tn/resources-uvt/cours/Automates/chap4/co/Module_chap4_6.html
- [6] Modbus : <https://iotindustriel.com/glossaire-iiot/modbus/>
- [7] Ethernet : <https://www.journaldunet.fr/web-tech/dictionnaire-du-webmastering/1203383-ethernet-definition/>
- [8] Amar Benabdellah, F. '*Etude et maintenance d'un filtre à manches cas de cimenterie de Beni-Saf*', Mémoire de master en génie mécanique, université de Abou Bekr Belkaid- Tlemcen, 2012.
- [9] Doc Fls : '*Filtre à manches à décolmatage Pneumatique Duo Clean TM*', Manuel d'utilisation et entretien, Doc. N° 59922-02-2.2.
- [10] Capteur : <https://www.les-electroniciens.com/sites/default/files/cours/capteurs.pdf>
- [11] Transmetteur de pression : <https://www.fr.endress.com/fr/instrumentation-terrain-sur-mesure/mesure-pression/pression-absolue-relative-cerabar-PMP71?t.tabId=product-overview>
- [12] Transmetteur de pression différentielle : <https://www.fr.endress.com/fr/instrumentation-terrain-sur-mesure/mesure-pression/transmetteur-pression-differentielle-PMD75B?t.tabId=product-overview>

- [13] Détecteur du niveau (Lames vibrantes) : <https://www.ch.endress.com/fr/instrumentation-terrain-sur-mesure/mesure-detection-niveau/vibronique-detecteur-niveau-FTM51?t.tabId=product-overview>
- [14] Thermocouple type K: <https://www.fr.endress.com/fr/instrumentation-terrain-sur-mesure/mesure-temperature/thermocouple-tc-haute-temperature-taf16?t.tabId=product-overview>
- [15] Pt100: <https://www.omega.fr/prodinfo/pt100.html>
- [16] Capteur de vibration : https://rms-reliability.com/wp-content/uploads/2019/09/RMS-Vibration-Monitor-CHF1129-UK17-PI-PCH1270_72_90.pdf
- [17] Actionneur : <http://www.electrosup.com/actionneur.php>
- [18] Pré actionneur : <https://www.technologuepro.com/cours-capteurs-actionneurs-instrumentation-industrielle/ch31-les-preactionneurs-electriques.pdf>
- [19] Variateur de vitesse ABB : https://library.e.abb.com/public/578edb478406564cc12576a1004a05e6/ACS%201000%20FR%20Rev%20E_lowres.pdf
- [20] Contrôleur maître SPC : Doc Fls Smart Pulse Controller User Manual Version 1.0
- [21] Module de communication Anybus: <https://www.anybus.com/fr/products/gateway-index/anybus-communicator/detail/anybus-communicator-profibus?ordercode=AB7000>