



Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
D'ingénieur d'Etat en électronique

Option : communication et instrumentation

Thème :

*Rénovation de la station de déminéralisation de la
centrale Thermique-Electrique de Cap-Djinet par
un automate programmable S7-300*

Proposé et dirigé par :

M^{elle}. S. MOUSSAOUI
M^r. M. LAZRI

Présenté par :

M^{elle}. AMEUR Razika
M^{elle}. ZIBANI Fadila

Promotion 2009 / 2010

Remerciements

Nous exprimons tout d'abord notre gratitude envers le bon Dieu qui nous a permis d'accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les sincères à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de cet ouvrage.

On tient à exprimer nos vifs remerciements à notre Co- promotrice Melle. S. MOUSSAOUI pour ses éclaircissement ; au personnel de la centrale pour nous avoir facilité la tâche pendant notre présence au sein de l'entreprise.

On tient à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur Mr. M. LAZRI qui a accepté de nous encadrer et de nous orienter tout au long de ce mémoire.

Notre gratitude aussi pour l'ensemble de personnel administratif et technique de la centrale en particulier Mr. NOURINE qui nous ont permis d'accomplir notre travail dans un environnement très agréable et pour avoir rependu présent à toutes nos attentes.

On tient aussi à manifester notre haute considération et notre gratitude pour tous les membres du jury d'avoir accepter de juger notre travail.

Il nous serait inimaginable de terminer sans remercier tous les enseignants département électronique qui nous ont encadré et pour tous le savoir qu'il nous inculqué durant toutes ces années.



DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

*A la personne la plus chère à mes yeux, à ma mère qui
a tout sacrifié pour ses enfants, qui a veillé à notre éducation, qui,
sans elle je ne serai pas ce que je suis.*

*A mon cher père, qui m'a toujours soutenu, et m'a été l'ami et le
conseiller, à qui je dois ma place maintenant pour ses sacrifices.*

*A mes très chères sœurs : Nadia, Hakima, Naima, Saida, Zahia,
Djamila et son mari Madjid et leurs joli petit fils Mohammed Rassim,
Farida et son mari Aissa et leurs bébé Aya*

*A toute la famille ZIBANI et la famille DERIOUCHE en
particulier YUCEF qui m'a soutenu dans les moments de doute et
d'incertitude et qui a voulu me voir réussir.*

A mon grand-père, mon oncle et mes tantes et leurs enfants.

A ma chérie baya et mon binôme Razika et leurs familles

A tous mes amis : Hakima, Kahina, Zahra, Taous, Safia et Zina

A tous ceux qui ont veillé à mon instruction

A tous ceux que j'aime et qui m'aiment

FADILA





DEDICACE

Je dédie ce travail à ce qui sont la source de mon courage, ma patience, à qui je dois de l'amour et la reconnaissance.

- *A la lumière de ma vie, mes très chers parents.*
- *A mes chères sœurs.*
- *A mon très cher frère MOULOUD*
- *A mon très cher fiancé RACHID.*
- *A ma nièce MAISSA.*
- *A mes très chers, AHMED, BOUDJMA, FAROUK, YOUNESS, SILASS, YANIS et GHILASS.*
- *A toute la famille AMEUR*
- *A toute la famille BERDAL en particulier YAMA DAHBIA et BABA MOHAMED.*
- *A mes meilleurs(es) amis(es), ZAHIRA, HASSINA, FARIDA, BAYA et mon binôme FADILA*
- *A tous mes camarades d'étude*
- *A tous ce qui m'ont aidé durant ma vie.*

RAZIKA



SOMMAIRE

Introduction

Chapitre I : Description de la centrale et de la station de déminéralisation

Première partie : Description de la centrale

I.1. Présentation de la centrale de Cap-djinet	1
I.2. Organisation d'une centrale thermique	1
I.2.1. Combustible	3
I.2.2. Chaudière	3
I.2.3. Condenseur	5
I.2.4. Pompes	5
I.2.5. Turbine à vapeur	5
I.2.6. Alternateurs	5
I.2.7. Eau de réfrigération (eau de mer)	6
I.2.8. Station de dessalement	6
I.2.9. Station de déminéralisation	6
I.2.10. Station electrochloration	6
I.2.11. Les auxiliaires communs aux 4 tranches	7
I.2.12. Commande et contrôle	7
I.2.13. Système de surveillance	7
I.3. Fonctionnement d'une tranche thermique	8

Deuxième partie: Description de la déminéralisation

I.1. L'objectif de l'installation	9
I.2. Constitution de l'installation	11
I.3. Description de procédé du filtre à lits mélangés	12
I.4. Régénération	13
I.5. Neutralisation	13

I.5.1. Description de l'installation de neutralisation	14
I.6. Fonctionnement de la station de déminéralisation	14
I.7. Contrôle et enregistrement de l'installation	17
I.8. Description des appareils de mesure	18

Discussion

Chapitre II: Instrumentation de la station

Introduction

II.1. Capteurs de débit	20
II.1.1. Principe de mesure	20
II.1.2. Caractéristiques techniques	21
II.1.3. Domaines d'utilisations	22
II.1.4. Avantages	22
II.2. Le débitmètre UA13 (I, C) F001	22
II.2.1. Fonctionnement	22
II.2.2. Domaines d'applications	24
II.3. Capteurs de niveau	24
II.3.1. Principe de mesure	24
II.3.2. Domaines d'application	25
II.4. Capteurs de pression	25
II.4.1. Manomètres WIKA à tube manométrique (DIN 16006).....	25
II.4.1.1. Manomètre de sécurité (à cloison rigide)	25
II.4.1.2. Manomètre avec accessoires électriques	29
II.4.2. Manomètres différentielles à membranes	30
II.5. Conductivimètre.....	33

Chapitre III: L'automate programmable S7-300 et ses interfaces de communication

Introduction

III.1. Définition de l'automate programmable	35
III.2. Structure d'1 Système automatisé	36
III.2.1. Poste de contrôle	36
III.2.2. Partie commande	36
III.2.3. Partie opérative	36
III.3. Architecture des APIs	36
III.3.1. Architecture externe	36
III.3.2. Architecture interne	37
III.4. La nature de l'information traitée par l'automate	38
III.5. Le choix d'un automate	39
III.6. L'automate S7-300	39
III.6.1. Caractéristique de L'automate S7-300	40
III .6.2. Constitution de l'automate S7-300	40
III.6.2.1. Module d'alimentation	41
III.6.2.2. L'unité centrale (CPU)	41
III.6.2.3. Modules de couplage.....	44
III.6.2.4. Modules des signaux (SM).....	44
III.6.2.5. Modules de fonction(FM).....	45
III.6.2.6. Modules de simulation.....	46
III.6.2.7. Châssis d'extension.....	46
III.6.2.8. Modules de communication.....	46
III.6.3. Console de programmation.....	47
III.7. Sous-réseau dans la communication industrielle.....	47
III.7.1. Communication industrielle via MPI (multipoints interface).....	47
III.7.1.1. Définition de l'interface MPI.....	47

III.7.1.2. Caractéristiques de MPI.....	48
III.7.1.3. Configuration d'un réseau MPI.....	49
III.7.1.4. Communication de données globales par MPI.....	49
III.7.2. Communication industrielle via PROFIBUS.....	50
III.7.2.1. Définition de PROFIBUS.....	51
III.7.2.2. Application de PROFIBUS DP.....	51
III.7.2.3. Stations de système PFOFIBUS DP.....	51
III.7.2.4. Procédé d'accès Bus.....	53
III.7.2.5. Configuration de réseau PROFIBUS.....	54
III.7.2.5.1. Configuration de réseau avec un maître DP.....	54
III.7.2.5.2. Configuration de réseau en mode esclave.....	54
III.7.2.6. Mécanisme de protection.....	55
III.7.2.6.1. En maître DP.....	55
III.7.2.6.2. En esclave DP.....	55

Discussion

Chapitre IV : Langage de programmation STEP 7 et création de programme

Introduction

IV.1. Définition de Logiciel STEP 7.....	57
IV.2. Différents modes de programmation.....	58
IV.2.1. mode contact(CONT).....	58
IV.2.2. mode logigramme (LOG).....	58
IV.2.3. Mode liste d'instruction(LIST).....	59
IV.3. Bocs de STEP 7.....	59
IV.3.1. Blocs système.....	59
IV.3.1.1. Bloc fonctionnel système (SFB).....	59
IV.3.1.2. Fonction système(SFC).....	60
IV.3.1.3. Bloc de données système SDB.....	60

IV.3.2. Bloc d'utilisateurs	60
IV.3.2.1. Bloc d'organisation (OB)	60
IV.3.2.2. Bloc de données DB	61
IV.3.2.3. Blocs fonctionnels (FB)	62
IV.3.2.4. Fonctions FC	62
IV.4. L'adressage des modules du S7-300	63
IV.4.1. Adressage des modules axé sur les emplacements	63
IV.4.2. Adressage absolu des modules des signaux.....	63
IV.4.3. Mémentos.....	64
IV.5. Traitement du programme par l'automate.....	64
IV.6. GRAFCET de procédé du production de l'eau déminéralisée	66
IV.7. Implémentation du projet sous STEP 7	67
IV.6.1. Configuration matérielle.....	69
IV.6.2. Création de la table des mnémoniques.....	70
IV.6.3. Création de programme.....	71
IV.6.4. Simulation et visualisation de programme avec le logiciel S7-PLCSIM.....	72
Conclusion	



Introduction

Introduction

Le monde moderne demande de plus en plus d'énergie. Une partie de celle-ci est utilisée sous forme d'énergie électrique qui est non polluante à l'environnement et son acheminement se fait à travers des câbles qui deviennent une solution économique dans le domaine de transport d'énergie.

En Algérie une grande partie de la production de l'énergie électrique est fournie par des centrales thermiques utilisent des combustibles fossiles (les hydrocarbures), ces centrales comportent tout un ou plusieurs groupes tournants, constitués chacun par une machine motrice entraînant un alternateur ; celui-ci produit un courant électrique triphasé 50hz et une tension comprise entre 5 et 15,5KV. Cette tension est insuffisante pour être transportée, elle est donc élevée à une valeur comprise entre 63 et 235KV par les transformateurs situés dans un poste de départ.

La centrale thermique de Cap-Djinet occupe une place importante dans le réseau de production de l'énergie électrique nationale, elle est, en effet, la deuxième centrale thermique à vapeur en Algérie vu sa puissance utile fournie (704Mw).

La commande des organes de la centrale est assurée par un circuit hydraulique dont la partie électrique est réalisée à base de logique câblée qui présente plusieurs inconvénients ; le problème majeur de la centrale thermique de cap-djinet réside dans la non disponibilité des cartes de recharge du circuit de commande, (qui sont des cartes mers) d'où, son automatisation que s'impose et se proclame une solution définitive et permanente.

L'objet de notre travail consiste à étudier le fonctionnement détaillé de l'unité de déminéralisation de la centrale, la modéliser ainsi que la proposition d'une solution d'automatisation pour le procédé de production d'eau déminéralisée à l'aide d'un automate programmable S7-300.

Pour ce faire, nous avons réparti notre mémoire en quatre chapitres comme suit

Le premier chapitre est consacré à la description de la centrale thermique ainsi que la station de déminéralisation.

Le second chapitre réservé à L'instrumentation de la station.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude de l'automate programmable S7 300 et ses interfaces de communication.

Le dernier chapitre concerne la présentation du Logiciel de programmation STEP7 et création de programme.

Chapitre I

Description de centrale et de la station de déminéralisation



Première partie

Description de la centrale

I.1. Présentation de la centrale de Cap-Djinet

La centrale de Cap-Djinet est une station thermique électrique qui a été conçue par « Consortium Austro-allemand: Siemens-KWU-SGP ainsi qu'une entreprise Espagnole(DRAGADOS), en 1985 et mise en service en 1986 ayant pour objet la production de l'énergie électrique. Elle est considérée comme l'une des plus importantes centrales en Algérie.

La centrale contient une station de pompage, une station de dessalement d'eau de mer, une station de déminéralisation d'eau dessalée et quatre groupes(tranches) identiques de production de l'énergie, chaque tranche équipée d'une chaudière, d'une turbine à vapeur et d'un alternateur qui fournit une puissance unitaire de 176MW, ce qui permet d'obtenir une puissance totale de 704MW. La puissance fournie au réseau est de 672MW Borne Usine (BU) les 32MW présentent la consommation totale des auxiliaires des quatre tranches et des auxiliaires communs.

I.2 Organisation d'une centrale thermique

La figure suivante illustre l'organisation d'une tranche thermique

[Tapez le titre du document]

SCHEMA SYNOPTIQUE D'UNE TRANCHE THERMIQUE

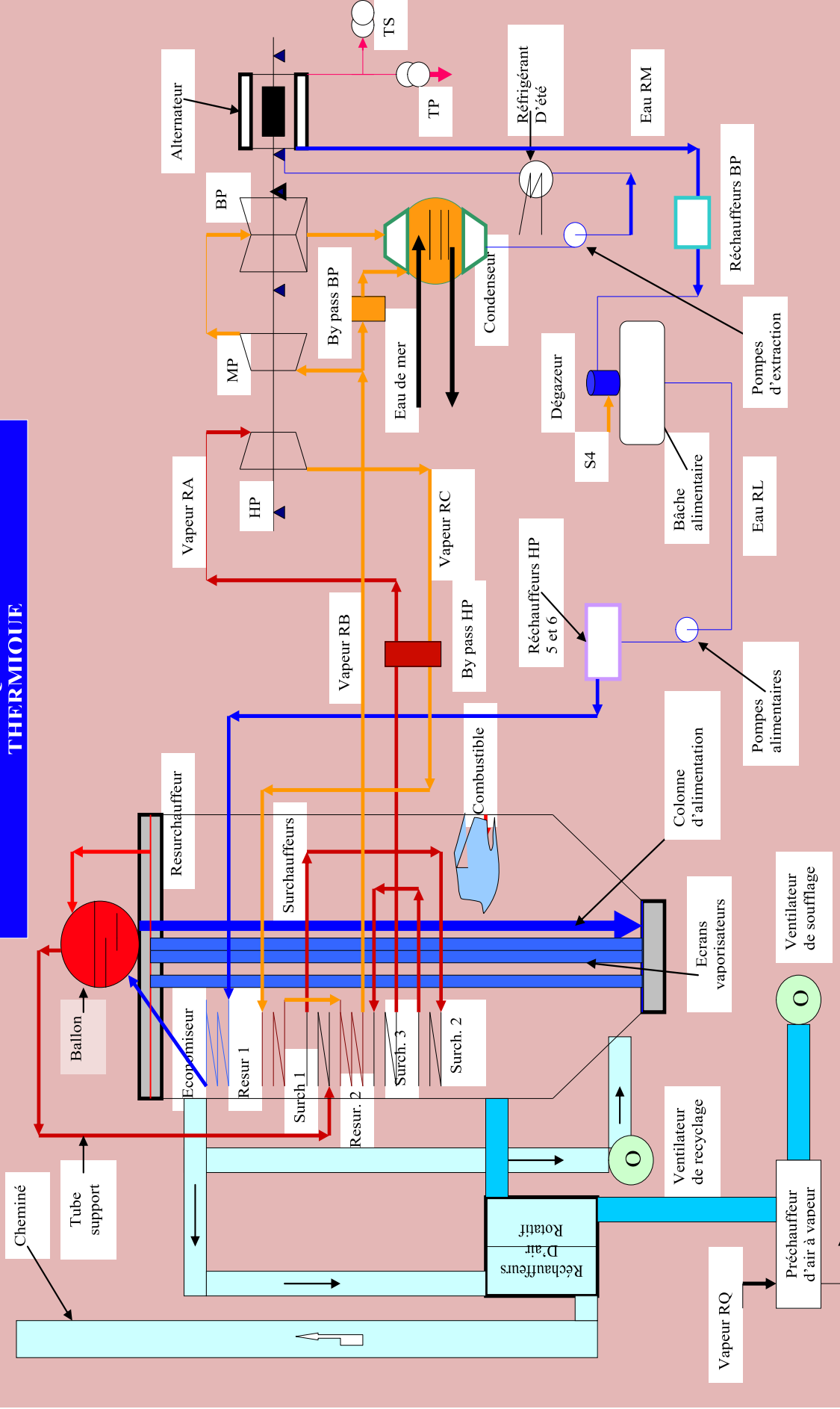


Figure I.1: schéma synoptique d'une tranche thermique [1]

I.2.1. Combustible

Le combustible utilisée par les chaudières, est le gaz naturel de Hassi-R'mel acheminé par gazoduc.

I.2.2. Chaudière (générateur de vapeur (SGP))

Construite en hauteur dont laquelle on brûle le combustible .la chaleur est transférée à l'eau circulant dans une série de tubes qui entourent les flammes.

La chaudière a pour rôle de transformer l'eau en vapeur à haute pression pour alimenter le groupe turbine alternateur.

❖ Constitution de la chaudière

➤ Ballon (réservoir)

Contenant de l'eau et de la vapeur à haute pression. Il constitue à la fois le point de départ de la vapeur vers les turbines et le récepteur de l'eau d'alimentation de retour.

➤ Surchauffeurs

Ce sont des échangeurs de chaleur, se composent d'une série de tube entourant le feu, provoquent une forte augmentation de la température de vapeur (200°C environ). Cela assure une vapeur qui est absolument sèche et donne un meilleur rendement thermique.

➤ Resurchauffeurs

Ce sont des échangeurs de chaleur dont lesquels, une partie de la vapeur qui est passé par la turbine HP réchauffe l'eau d'alimentation. Le rendement thermique ainsi obtenu est meilleur que si la vapeur dérive dans le resurchauffeur allait aux turbines moyennes pression (MP) et basse pression (BP).

➤ Désurchauffeurs

Ils sont alimentés par l'eau courante et utilisés pour la stabilisation de la température de la vapeur. Ils sont placés entre les surchauffeurs et resurchauffeurs.

➤ **Economiseur**

Réchauffe l'eau d'alimentation à partir de la chaleur des fumées qui se trouvent dans le foyer de la chaudière pour gagner la chaleur perdue donc économiser du gaz.

➤ **Brûleurs**

Chaque tranche contient 8 brûleurs, répartis sur les faces avant et arrière de la chambre de combustion. Ils provoquent la combustion du gaz ou du mazout projeté à l'intérieur de la chaudière.

➤ **Colonnes de descente et tubes écrans**

Les colonnes de descente sont raccordées à la partie inférieure du ballon et conduisent l'eau à l'écran vaporisateur.

L'eau se trouvant dans l'écran vaporisateur va être ainsi chauffée directement par rayonnement et va se vaporiser en partie.

Les tuyaux vaporisateurs sont soudés et étanches au gaz, ils forment la seconde surface de chauffage après l'économiseur.

➤ **Ventilateurs de recyclages**

Ils ont pour rôle de recycler en fonction de la charge, une partie des fumées issues de la combustion à fin de régler la température à la sortie de resurchauffeur.

➤ **Ventilateurs de soufflages**

Ils ont pour rôle, de fournir l'air de combustion nécessaire au générateur de vapeur.

➤ **Préchauffeurs d'air à vapeur**

Servent à l'augmentation de la température de l'air de combustion

➤ **Réchauffeur rotatif d'air de combustion**

Sert à réchauffer l'air de combustion par récupération de chaleur des fumées

I.2.3. Condenseur

C'est un échangeur de chaleur, il provoque la condensation de la vapeur, grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer et circulant dans les 15000 tubes qui se trouve à l'intérieur du condenseur.

I.2.4. Pompes

Trois types de pompes existent :

- **Pompes alimentaires** : elles refoulent l'eau de la bache alimentaire vers la chaudière.
- **Pompes d'extractions** : elles aspirent le condensat principal de puits du condenseur à la bache alimentaire.
- **Pompes de circulation** : elles refoulent l'eau de mer de la station de pompages aux condenseurs.

I.2.5. Turbine à vapeur

La turbine est une machine à une seule ligne d'arbre. Elle transforme l'énergie thermique disponible de la vapeur provenant de la chaudière en un mouvement de rotation de l'arbre. Le travail mécanique produit sert à entraîner l'alternateur.

La turbine est constituée de trois corps : haute pression (HP), moyenne pression (MP) et basse pression (BP).

I.2.6. Alternateurs

Les alternateurs sont refroidis par l'hydrogène sous pression de 3bars en circuit fermé, l'hydrogène étant lui même refroidi à l'eau d'extraction. L'énergie disponible à l'arbre de la turbine est communiquée à l'alternateur qui réalise la transformation sous forme d'énergie électrique.

L'énergie électrique est évacuée au réseau et aux auxiliaires de la centrale à travers différents équipements électriques.

I.2.7. Eau de réfrigération (eau de mer)

La prise d'eau se situe en mer à 900m de la station de pompage et de filtration. L'eau arrive par trois conduites d'amener d'eau de mer.

I.2.8. Station de dessalement de l'eau de mer

La station de dessalement a pour rôle, la production d'eau dessalée à partir de l'eau de mer. Elle est constituée de quatre unités de dessalement produisant chacune 500m³/j assurent la production en eau dessalée puis stockée dans deux bâches (2x2700m³).

Les trois produits chimiques qui sont injectés pour le traitement de l'eau sont :

- Le belgard EVN : c'est un inhibiteur d'incrustation utilisé pour éviter l'entartrage
- La belite(M33) : c'est un produit anti-mousse utilisé pour éviter la formation du mousses au niveau des évaporateurs
- Le bissulfite de sodium(Na_2SO_3) : c'est un produit permettant l'élimination de chlore dans l'eau pour diminuer la conductivité

I.2.9. Station de déminéralisation

Deux chaînes de déminéralisation de 40m³/h chacune, parachèvent le traitement de l'eau avant son utilisation dans le cycle eau-vapeur. Les lits mélanges sont un mélange de résines cationiques et anioniques et le stockage de l'eau déminéralisée se fait dans deux réservoirs de 1500m³ chacun.

I.2.10. Station électrochloration

La chloration de l'eau de mer permet de protéger le circuit d'eau de mer (condenseur, conduite d'amener d'eau de mer...) contre tout encrassement pouvant être causé par les micro-organismes marins. Elle se fait par injection d'hypochlorite de sodium.

I.2.11. Les auxiliaires communs aux 4 tranches

➤ **La station de production d'hydrogène**

Elle sert à produire de l'hydrogène nécessaire au refroidissement des quatre alternateurs de la centrale.

➤ **Le poste de détente gaz**

Il compose de deux lignes de filtration gaz et trois lignes de régulation pour la détente gaz de 60 à 6 bars.

➤ **Le poste de dépotage et transfert fuel**

Il est constitué de deux bâches de stockage de capacité $2 \times 10000 \text{m}^3$

I.2.12. Commande et contrôle

La centrale de Cap-Djinet se caractérise par un degré élevé d'automatisme et de centralisation des commandes.

Il existe plusieurs chaînes de régulation par groupe de production qui permettent un pilotage automatique du groupe. Chaque paire de tranches est contrôlée et réglée depuis une salle de commande.

La salle de commande comprend pour chaque tranche :

- Deux pupitres de conduites
- Deux tableaux verticaux où sont rassemblés les organes de commande et les appareils d'enregistrement de la plus grande partie des paramètres
- Un tableau synoptique schématisant les auxiliaires électriques

I.2.13. Système de surveillance

Pour permettre une bonne conduite du groupe de production des paramètres d'exploitation (température, pression, niveau d'eau, vibration), des différents équipements du groupe sont indiqués, enregistrés en permanence en salle de commande et signalés en cas de déplacement de seuil.

I.3. Fonctionnement d'une tranche thermique :

Les pompes de circulation aspirent l'eau de mer. Puis la font passer par les unités de dessalement pour arriver par la suite à la mettre dans des réservoirs de stockage et de la, sera envoyée vers les unités de déminéralisation pour donner l'eau déminéralisée. Cette eau sera envoyée à travers une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau vers la bache tampon.

L'eau qui sort du condenseur en passant par le réchauffeur BP pour arriver à la bache alimentaire (110°C), cette dernière alimente la chaudière à travers les pompes d'alimentations en tout envoyant l'eau à 160 bars de pression vers le ballon de la chaudière en passant par le réchauffeur HP avec une température de 240 °C puis par une vanne régulatrice qui règle le niveau d'eau dans le ballon, et en fin, elle passe par un économiseur qui chauffe l'eau jusqu'à 350 °C.

L'eau sort du ballon rentrera par la suite dans les tubes vaporisateurs qui se trouvent, dans le foyer de la chaudière, elle passera dans les quatre parois de la chaudière où il ya les bruleurs, et de là l'eau sera vaporisée sous l'effet de la combustion à l'intérieur des tubes se qui donnera une vapeur saturé qui sera acheminée vers la partie supérieur du ballon chaudière et de ce dernier vers le surchauffeur N° 01 puis vers le surchauffeur N° 02, et enfin vers le surchauffeur N° 03. La vapeur qui sort de surchauffeur appelée vapeur sèche à une température 540 °C et de pression de 160 bars, puis atteindra le corps HP qui contient 4 entrées de vapeur.

A la sortie du corps HP, la vapeur se détend à une température de 350°C et une pression de 38 bars. Pour augmenter de nouveau sa température à fin d'éviter la condensation prématurée, elle passe dans les resurchauffeurs 1et 2, puis traverse successivement les corps MP et BP de la turbine pour arriver dans le condenseur à 0,1 bars, puis récupérée grâce à la circulation d'eau froide venant de la mer.

Deuxième partie

Description de la station de déminéralisation

I.1. L'objectif de l'installation:

L'objectif de déminéralisation est d'avoir l'eau pure de conductivité électrique inférieure à $0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ et la teneur en acide silicique SiO_2 inférieure à $0,02 \text{ mg/l}$.

Les deux filtres à lits mélangés de déminéralisation ont une capacité nette de $2 \times 40 \text{ m}^3/\text{h}$. l'eau produit par l'installation, arrive d'abord dans les réservoirs de 1500 m^3 chacun, ensuite sera envoyé vers la bache tampon pour alimenter la chaudière et une petite quantité d'eau potable pour les besoins de consommation.

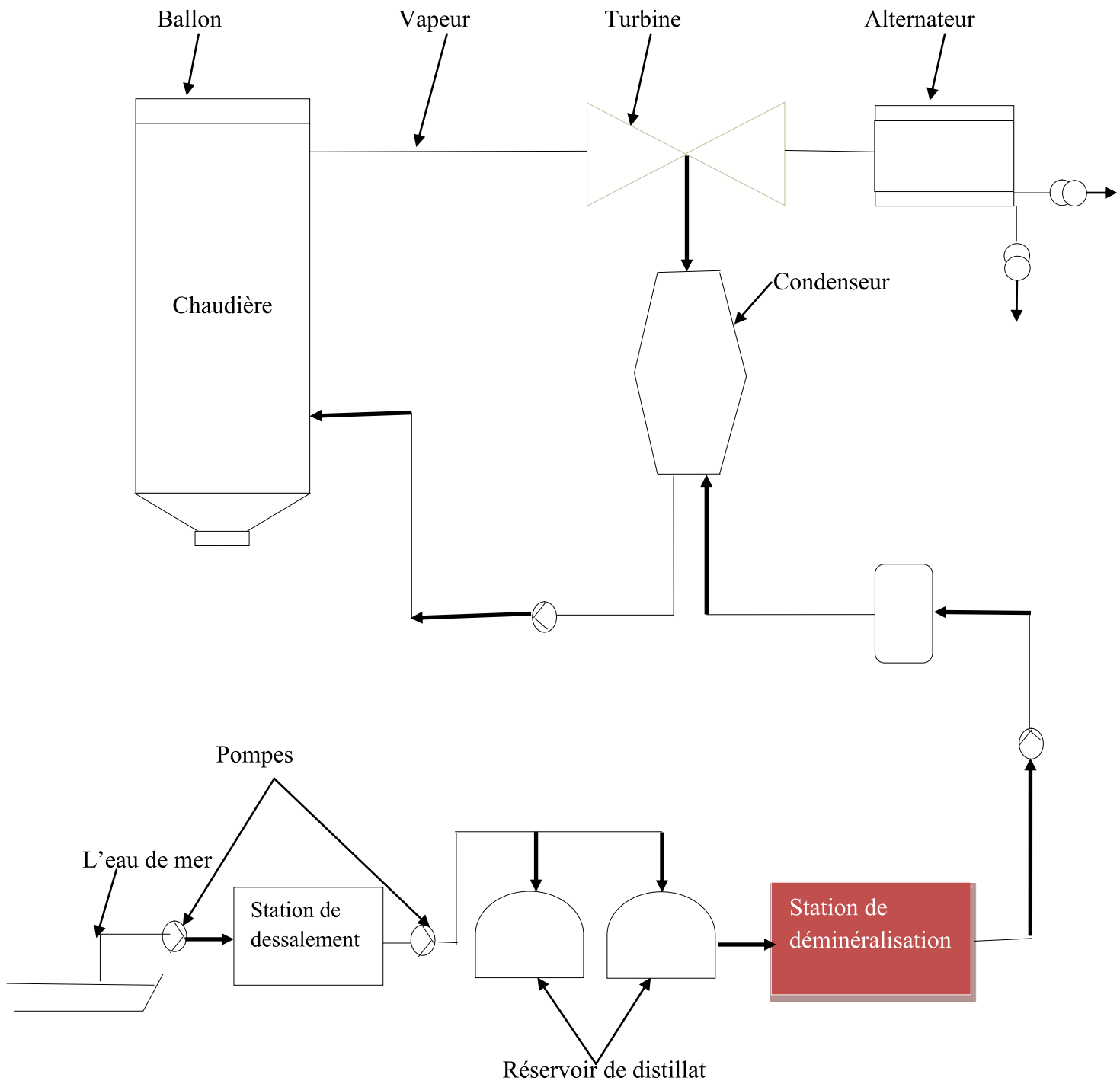


Figure I.2 : Schéma illustre le rôle de l'unité de déminéralisation [5]

I.2. Constitutions de l'installation :

- 3 Pompes pour l'eau brute :
 - Deux en marche et la troisième en réserve
 - UA 11D001
 - UA 12 D001
 - UA 10D001

Les pompes aspirent l'eau dessalée des réservoirs 00WJ40B002 et 00WJ40B002, puis la transportent vers les filtres à lits mélangés.

- 2 Filtres à lits mélangés
 - UA 12 B001
 - UA 11 B001
- 2 Soufflantes à air mixte
 - UA51D001
 - UA52D001
- 2 Réservoirs de stockage de l'acide chlorhydrique
 - UA 41 B001
 - UA 42 B001
- 2 Pompes de remplissage de l'acide chlorhydrique
- 2 Pompes doseuses de l'acide chlorhydrique
 - UA 44 D 001
 - UA 45 D 001
- Station de dissolution de la lessive de soude
- 2 Pompes de remplissage de lessive de soude
 - UA 31 B001
 - UA 32 B001
- 1 Réservoir de stockage pour la lessive de soude
 - UA 33 B 001
- 2 Pompes doseuses de la lessive de soude
 - UA 34 D 001
 - UA 35 D 001

- 2 Pompes de l'eau de régénération
 - UA 24 D001
 - UA 25 D001
- Equipement pour le bassin de neutralisation
- Pompes de circulation et d'évacuation
- Soufflantes à air mixte pour la neutralisation
- Armoire de commande
- Jeu appareils de mesure

I.3. Description de procédé du filtre à lits mélangés :

Un filtre à lits mélangés comprend des échangeurs anioniques et échangeurs cationiques. On a deux filtre à lits mélangés avec une capacité de 40 m³ /h et qui fonctionnent, en générale, en mode alterné.

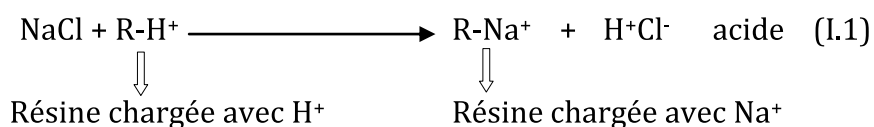
Les filtres à lits mélangés sont équipés de robinetteries commandés pneumatiquement pour le service automatique et la régénération automatique.

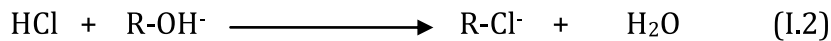
En service, l'eau coule d'en haut vers le bas à travers la couche des résines. Les cations de l'eau sont absorbés par les résines cationiques et échanges contre « H- ions ». Les anions sont absorbés par la résine anioniques et échanges contre « OH-ions ». Après la fixation complète des résines il faut les régénérer avec l'acide dilué et avec la lessive de soude.

- Par l'acide chlorhydrique, les cations des résines sont expulsés et les H-ions sont fixes.
- Par la lessive de soude, expulses les ions absorbés et la résine est fixée par OH-ions. Ensuite, les résines échangeuses sont prêtes pour l'absorption.

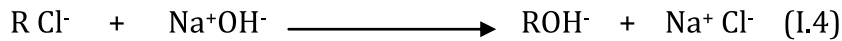
❖ Equations de réaction

a). Fixation (pour NaCl_sels)





b). Regeneration



La mise en marche, de même que la mise hors service d'un filtre à lits mélangés et le déclenchement de la régénération sont effectués manuellement par l'opérateur dans la salle de commande, ensuite, le réglage de service et le déroulement de la régénération s'effectuent automatiquement.

I.4. Régénération :

Une régénération des filtres à lits mélangés est nécessaire quant :

- La conductivité de 0,1µS/cm dans le service est dépassée.
- La teneur en SiO₂ de 0,02 mg/l dans le service est dépassée.
- La résistance du filtre UA11(UA12) P004 dans le service dépassé 1,5 bar.
- La durée de marche fait déjà plus de 4 semaines.

Opération effectuée sur une résine échangeuse d'ions saturée de façon à la ramener à son état initial.

La régénération consiste à effectuer un rinçage des résines anioniques et cationiques par deux solutions :

- HCl solution concentrée à 5°%.
- NaOH solution concentrée à 5°%.

I.5. Neutralisation :

La neutralisation d'un effluent consiste à ramener son PH à une valeur fixée en fonction des besoins.

Les solutions évacuées au niveau de la centrale ne peuvent pas être directement déversées dans le conduit des eaux résiduaires, car elles sont encore corrosives et pourraient endommager les canalisations, il faut donc neutraliser ces solutions.

Les solutions conduites à la neutralisation viennent :

- De la régénération
- Des filtres humides du réservoir HCl
- Des filtres humides du réservoir NaOH

I.5.1. Description de l'installation de neutralisation

Les composants principaux de l'installation de neutralisation sont :

- Un bassin mélangeur
- Une pompe aspirante
- Deux ventilateurs à air mélangeurs
- Deux réservoirs collecteurs

Le capteur de niveau très haut donne une alarme en salle de commande et met la neutralisation en service automatique. La pompe de recirculation reste en service pendant 20 minutes avant toute injection, afin d'avoir un mélange homogène, et une mesure de PH correcte.

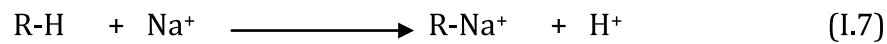
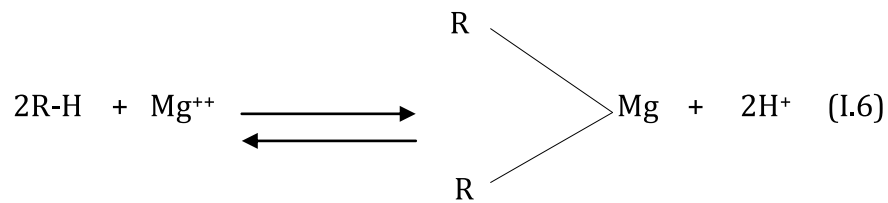
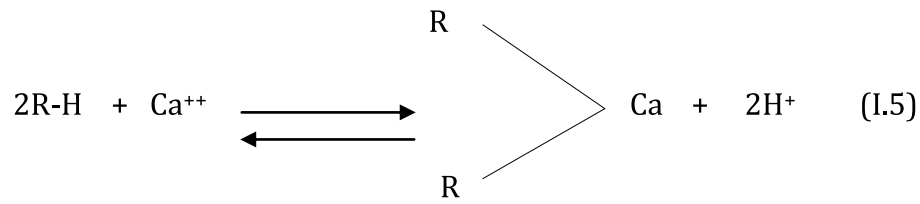
Après 20 minutes, si le PH est bas, il y a injection de NaOH, s'il est supérieur à 7 injections de HCl.

I.6. Fonctionnement de la station de déminéralisation

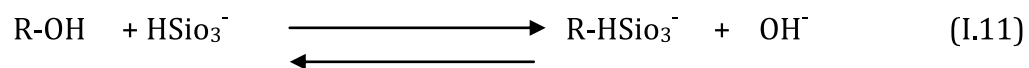
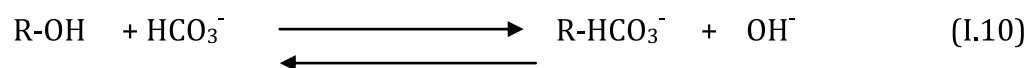
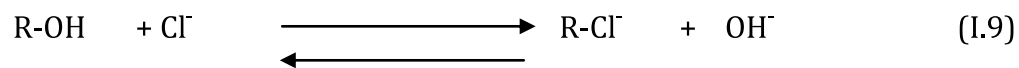
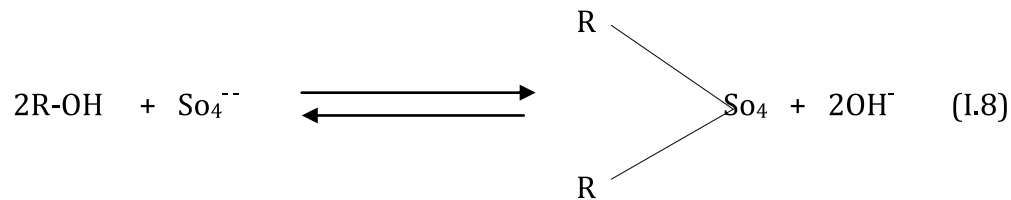
L'un des deux filtres à lits mélangés : UA11B001 et UA12B001 en service et l'autre en réserve.

La pompe UA11D001 aspire l'eau dessalée des réservoirs 00WJ40B001 et 00WJ40B002, puis la font passer dans le filtre à lits mélangés à travers la vanne régulatrice UA11S007 qui règle le niveau d'eau dans le filtre.

Le filtre comprend le mélange d'échangeurs cationiques et anioniques, l'eau à déminéraliser s'écoule de haut en bas à travers les résines cationiques comme montrent les réactions suivantes :



Les anions et y compris le dioxyde de carbone et la silice sont retenus par la résine anionique et échangés contre OH^- selon les réactions suivantes :



[Tapez le titre du document]

L'eau déminéralisée sera envoyée vers les deux réservoirs de stockage : 12UD10B001 et 34UD10B001 à travers la vanne UA11S009.

Une fois que les résines sont saturés, et la conductivité de l'eau dépasse $0,1\mu\text{S}/\text{cm}$, la vanne UA11S007 se ferme donc il y a lieu au procédé de régénération.

La régénération des résines à l'échange d'ions s'effectue avec l'acide chlorhydrique (HCl) et la lessive de soude (NaOH).

L'acide chlorhydrique en 30% de concentration est stocké dans deux réservoirs : UA41B001 et UA42B001, la quantité nécessaire pour la régénération, est transportée par des pompes doseuses UA44D001 et UA45D001 et diluée avec l'eau déminéralisée qui est transportée par les pompes de régénération UA24D001 et UA25D001 pour avoir une solution de HCl 5% de concentration, cette dernière passe à travers la couche des résines cationiques d'en bas vers le haut.

La lessive de soude (NaOH) en 30% de concentration est stockée dans le réservoir UA33B001, La quantité nécessaire pour la régénération est transportée par les pompes doseuses : UA34D001 et UA35D001, et diluée avec l'eau déminéralisée pour avoir une solution de NaOH 5% de concentration qui passe à travers la couche des résines anioniques d'en haut vers le bas.

Les résines cationiques et anioniques séparées sont mêlées par l'air comprimé fournit par les soufflantes d'air de balayage UA51D001, UA52D001 qui sont en service, la vanne UA54S002, de même que UA11S017 est ouverte. L'air fournit est introduit par le bas de filtre UA11B001 et ressort par la partie supérieur.

L'espace vide dans le filtre est rempli par l'eau brute jusqu'à ce que l'eau sorte à la conduite d'évacuation, donc la pompe UA11D001 est en service et les vannes UA11S007 et UA11S017 sont ouvertes.

Pour effectuer le lavage des résines, il faut faire une recirculation d'eau brute, en mesurant la conductivité de l'eau sortant du filtre :

- Si la conductivité est supérieure à $10\mu\text{S}/\text{cm}$ l'eau est envoyée vers le rejet.
- Si la conductivité est comprise entre $0,1-10\mu\text{S}/\text{cm}$, les vannes UA11S007 et S014 sont ouvertes de même que la pompe pour l'eau brute est en service. Apes avoir

atteint 10 μ S/cm la vanne S014 se ferme et la vanne S012 s'ouvre et on rode jusqu'à une conductivité inférieure à 0,1 μ S/cm.

La recirculation (rodage) maintenue pendant 120min.

Le rodage une fois terminé la régénération est finie et le filtre passe en ordre de marche.

Les eaux usées réactionnelle à réaction acide, provenant des filtres à lits mélangés sont rassemblées, pour l'équilibrage des quantités et de concentration dans le bassin de neutralisation UC10B001.

I.7. Contrôle et enregistrement de l'installation

La commande de l'installation s'effectue par une armoire de commande centrale dans la salle de commande, cette armoire est pourvue d'un schéma des connections de l'installation et d'une horloge programmatrice pour la commande automatique du procédé de régénération et de neutralisation.

Pour chaque moteur et chaque vanne, commandée automatiquement, il y a, dans le schéma des connexions, des lampes de contrôle, celles-ci indiquent, si le moteur marche ou s'il est arrêté et si la vanne est ouverte ou fermée.

Pendant la marche normale, il faut contrôler l'installation toutes les 4heures, pour surveiller son fonctionnement. Les valeurs mesurés et analyses doivent être effectuées selon les intervalles suivants et il faut les enregistrer dans un cahier de fonctionnement.

- Contrôle de toutes les pompes à leur marche tranquille, encrassements éventuels, inétanchéités...
- Chute de pression sur UA11 (12) I déference de pression P 005.
Une augmentation de pression excessive peut être causée par l'évacuation des résines (tuyau du filtre défectueuse).

Pour contrôler et nettoyer le filtre, il faut ouvrir la vanne UA11 (12) S001

- Le capteur de résines UA11 (12) Z001 doit être démonté une fois par mois et contrôlé à sa pureté.
- La vanne UA53S001 doit être ouverte brièvement tous les 3jours pour que l'eau condensée, éventuellement présente, puisse s'écouler.

[Tapez le titre du document]

Pour le contrôle de l'installation, il faut tenir un cahier de fonctionnement et enregistrer les valeurs suivantes toutes les 4heurs :

- ❖ Débit UA11 (12) F001
- ❖ Conductivité UA11 (12) A001
- ❖ Teneur en Sio₂ UA11 (12) A002
- ❖ Niveau du compteur UA11 (12) F002
- ❖ Pression différentielle UA11 (12) P004
- ❖ Valeur PH après le dosage de l'amoniac
- ❖ Valeur PH de l'eau usé neutralisée
- ❖ Régénération d'un filtre
- ❖ Pannes
- ❖ Consommation journalière de produits chimiques

I.8. Description des appareils de mesure

Désignation	Fonction	Contact d'enclenchement
Manomètres UA10 (I) P001 UA11 (I) P001 UA12 (I) P001	Indicateur de pression	
UA11 (I, AL) P002 UA12 (I, AL) P002	Indicateur de pression	Alarme pendant manque de pression est réglée à 2 bar
UA11 (I) P003 UA12 (I) P003	Indicateur de pression	
UA11 (I, AH) P004 UA12 (I, AH) P004	Indicateur de la résistance du filtre	Réglé à 0,7 bar, pendant le dépassement.une alarme se produit (il est nécessaire de charger au filtre de réserve)
UA11 (I) P005 UA12 (I) P005	Indicateur de la perte de pression des capteurs de résine	

[Tapez le titre du document]

	P min = 0,15 bars P max = 2 bar	
Débitmètres UA11 (I) F001 UA12 (I) F001	Indicateur de la quantité d'eau brute, 43,4 m ³ /h	
UA 11(F) F002 UA 12 (F) F002	Totalisation de la quantité de l'eau pure	
Conductivimètre UA11 (I, R, SH, AH) A001 UA12 (I, R, SH, AH) A001	Indicateur et registration de la conductivité de l'eau pure	Réglé à 0,1 µS/cm, alarme et interruption quand dépassement
UA11 (I, R, AH) A002 UA12 (I, R, AH) A002	Indicateur et registration de la teneur en SiO ₂ de l'eau pure	Réglé à 20 mg/l, alarme quand dépassement

Discussion

Dans ce chapitre nous avons donné une description de la centrale thermique de Cap-Djinet et particulièrement le fonctionnement de la station de déminéralisation qui sera une base pour l'étude de l'instrumentation de cette unité, que nous expliciterons dans le chapitre suivant.



Chapitre II

***Instrumentation de la
station***

Introduction

Les appareils de mesures donnent la possibilité d'agir sur le procédé de fabrication de manière à obtenir la qualité du produit fini conformément à certains spécifications dans les meilleurs conditions de sécurité, de fiabilité et de rendement dans le présent traité, nous étudierons les appareils de contrôle, de transmission et de mesure de l'unité de déminéralisation des quatre paramètres physiques industriels les plus important à savoir la pression, le débit, le niveau et la conductivité.

II.1. Capteurs de débit (les débitmètres)

UA12 (I) F001

UA11 (I) F001

UA27 (I, AL) F001

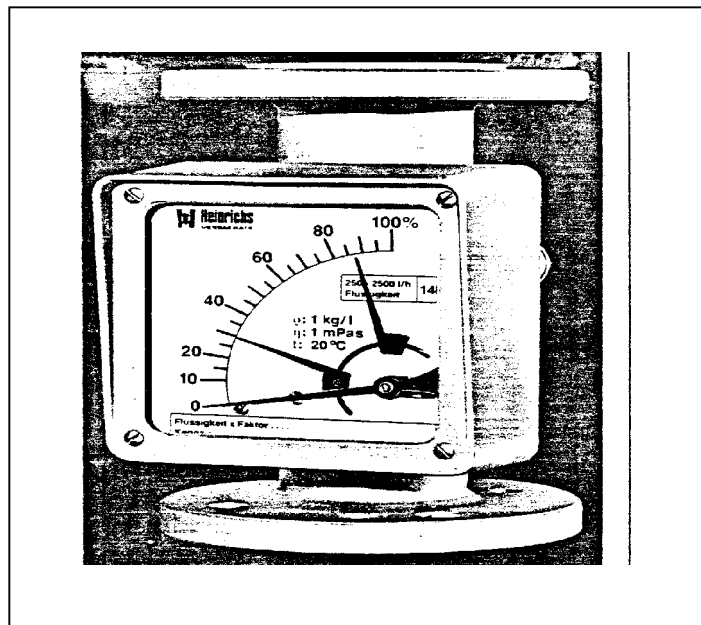


Figure II.1: Débitmètre de type BGN [1]

II.1.1. Principe de mesure

L'appareil fonctionne selon le principe du flotteur, dans lequel le cône d'écoulement se déplace en flottant librement sans friction. Les fluides coulent par le débitmètre à flotteur de bas en haut.

Si la quantité de fluide est suffisante, le flotteur est élevé jusqu'à équilibre entre la puissance ascensionnelle A et le poids du flotteur G_s .

La position en hauteur du flotteur est transformée dans une rotation de l'axe de l'aiguille indicatrice par un embrayage magnétique.

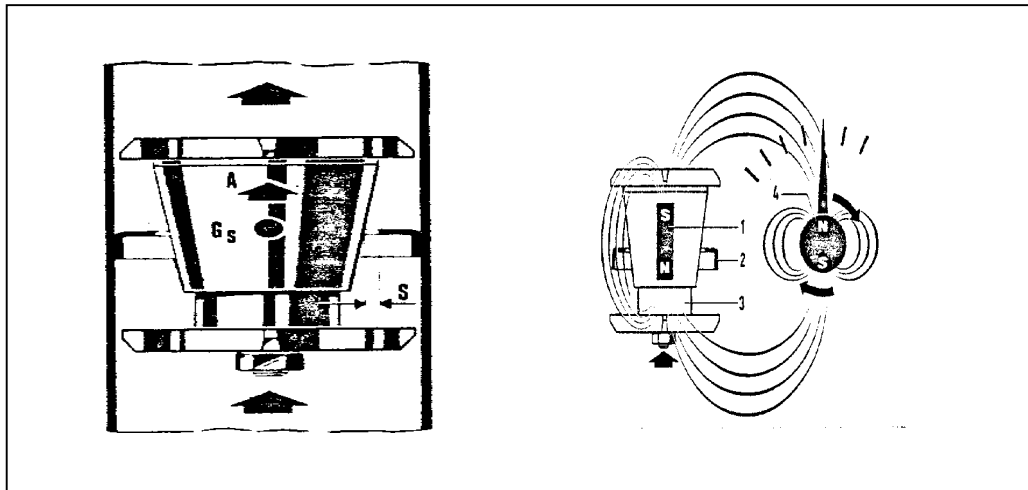


Figure II.2: Schéma de principe de mesure [1]

II.1.2. Caractéristiques technique (standards)

- Modes de raccordement : brides des deux côtés

DN 15 DN 50 PN 40 DIN 2501

DN 40 DN 100 PN 16 DIN 2501

- Pression de service Max 40 bars
- Température de service -50 C° +300C°
- Température ambiante - 40C° +80C°
- Quantité de liquide 1l/h 60l/h en relation de largeur (DN)
- Longueur 250 mm (DN)
- Matières :
 - BGN-120 toutes les parties touchées par les fluides sont en acier inoxydable.
 - BGN-170 toutes les parties touchées par les fluides sont en PTFE.

II.1.3. Domaines d'utilisation

Les débitmètres entièrement métalliques type BGN- 120, sont utilisables pour la mesure des débits des liquides et gaz jusqu'à 40 bars (DN15, DN50) et 16bars (DN80, DN 100).

II.1.4. Avantage

- ✚ Qualifié pour conditions de service extrême
- ✚ Construction simple est robuste
- ✚ Echelle locale bien visible
- ✚ Aucun risque de blocage par les impuretés
- ✚ Pour température et pression élevées
- ✚ Les éléments de mesure standards sont changeables

II.2. le débitmètre UA 13 (I, C) F001

Transmetteur de mesure TELEPERMF, 7MF1102 à 7MF1104 Pour pression différentielle et débit PN 40,100 et 500, techniques quatre fils.

II.2.1. Fonctionnement :

Le système de mesure rempli de liquide comprend deux membranes métalliques (3) soudées au corps de la cellule(2) et dont les centres sont reliés par tige d'accouplement au tube de flexion (ressort de mesure 4).

La grandeur mesuré ΔP exerce sur le tube de flexion, une force dont le déplacement est proportionnel à la pression différentielle, la tige de commande (5) transmet ce déplacement à une prise capacitive (6) qui convertit la grandeur mesurée en une tension alternative analogique.

La prise (6) alimentée par l'oscillateur 10 MHZ (7) délivre une tension alternative proportionnelle à la grandeur d'entrée ΔP . dans la partie électronique, cette tension est amplifiée, (11) redressée en double alternance(10) et convertie en un courant continu contraint I_A dans le convertisseur tension courant (8).

Avec le transmetteur de débit, la racine carré extraire en amont du convertisseur afin que le signal soit proportionnel à la racine carré de la pression différentielle, si le débit < 5% le signal de sortie est commuté suivant l'exécution, sur 0 ou 4 mA.

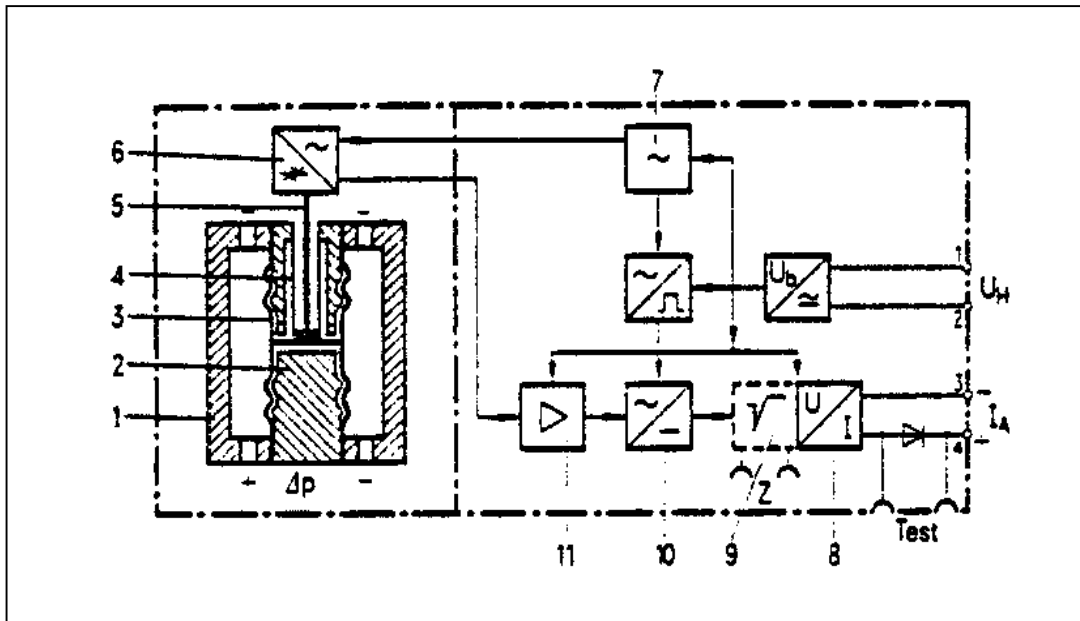


Figure II.4: Transmetteur de mesure TELEPERM F pour pression différentielle et débit en technique de quatre fils [1]

I_A : Signal de sortie

Δp : Pression différentielle appliquée à l'entrée

U_b : Tension d'alimentation

U_H : Energie auxiliaire

Z : Signal intermédiaire proportionnel à Δp

1 : Fiasque

2 : Corps de cellule avec lit profilé

3 : Membranes métalliques

4 : Tube de flexion

5 : Tige de commande

6 : Prise capacitif

7 : Oscillateur 10khz

8 : Convertisseur tension- courant

9 : Extracteur de racine carrée
(pour mesure de débit)

10 : Redresseur à double alternance

11 : Amplificateur

II.2.2. Domaines d'application

Le transmetteur mesure la pression différentielle, le débit de gaz, vapeur et liquides corrosifs ou non. Les plages de mesure possibles se situent entre 4 et 2000 mbar (pression différentielle) ou 10 à 2000 mbar (débit).

Le signal de sortie est un courant continu de 0 à 20 mA ou 4 à 20 mA proportionnel à la pression différentielle ou au débit.

II. 3. Capteurs de niveau :

UA 30 (SL) L002

UA 41 (SL, AL) L003

UA 42 (SL, AL) L003

UA 41 (SH) L002

UA 42 (SH) L002

UA 33 (SL, AL) L003

UA 33 (SH) L002

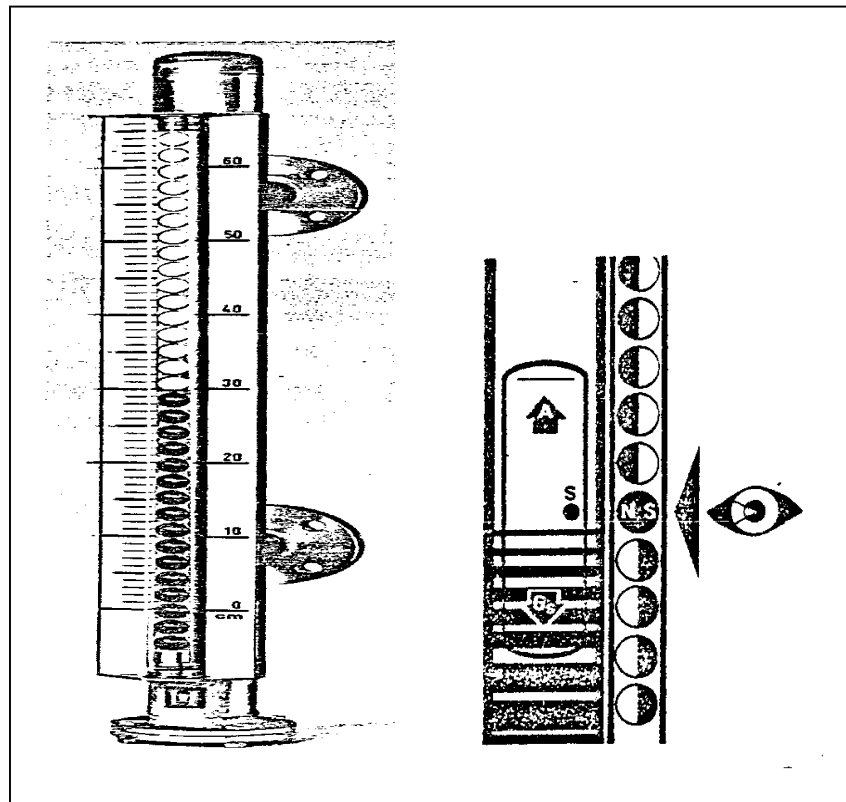


Figure II.5: Contrôleur de niveau MBSK [1]

II.3.1. Principe de mesure :

Le contrôleur **MBSK** fonctionne selon le principe du flotteur avec transmission magnétique du niveau sur une grande échelle avec billes colorées. Par quantité de liquide augmente dans le réservoir, le flotteur dans l'armature est levé jusqu'à l'équilibre entre la puissance ascensionnelle **A** et le poids du flotteur **G_s**.

La position en hauteur du flotteur est transformée dans une rotation des billes colorées par un embrayage magnétique, dépendant au niveau.

II.3.2. Domaine d'utilisation

Le type MBSK est qualifié pour le contrôle des liquides et des gaz par l'application des matières spéciales. Le type MBSK est un indicateur pour la mesure et le contrôle d

es niveaux dans des réservoirs ouverts ou fermés.

II.4. Capteurs de pression

II.4.1. Manomètres WIKA à tube manométrique (DIN 16006)

II.4.1.1. Manomètres de sécurité (à cloison rigide)

UA10 (I, SL, AL) P002

UA11 (I, AL) P002

UA12 (I, AL) P002

Un manomètre est dit de sécurité, si sa construction correspond aux spécifications et condition d'essai de la norme DIN16006 « appareils de mesure pour surpression à sécurité spéciale ». Cette norme de sécurité est obligatoire pour les manomètres utilisés suivant le règlement de prévention des accidents du travail. Ces appareils servent à la mesure de pression dans la plage de pressions positives ou négatives jusqu'à 1600bar max, la pression de référence étant la pression atmosphérique. Ils conviennent pour tous les fluides liquides ou gazeux dans la mesure où ils ne présentent pas une viscosité élevée et ne sont pas cristallisables. Ils peuvent être installés en plein air et dans une atmosphère agressive.

Les manomètres WIKA ont fait leurs preuves pour la mesure, la surveillance de pressions et la télétransmission de signaux. Les principales applications sont : centrales électriques, Technologie des hautes pressions, Techniques de mesure et régulation...

Pour des conditions de service particulièrement dures, les manomètres sont remplis de liquides afin d'améliorer la durée de vie et les vibrations du système de mesure. Pour les tâches de régulation et de commande, les manomètres WIKA sont équipés de contacts et de télétransmetteur.

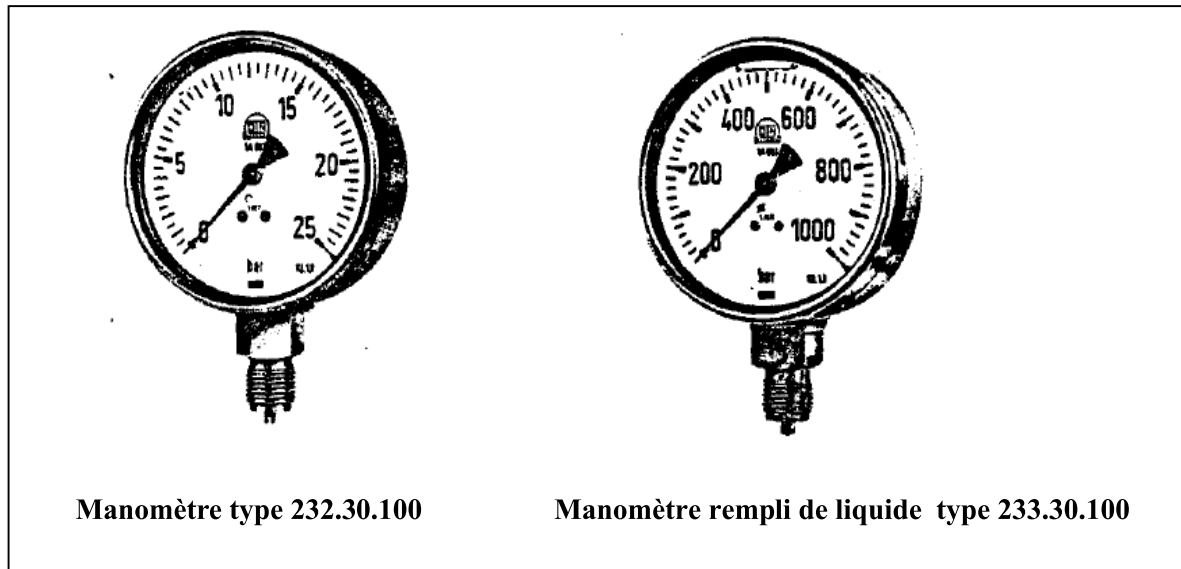


Figure II.6 : manomètres WIKA de sécurité [1]

➤ **Principe de mesure :**

Le déplacement de l'organe de mesure proportionnel à la pression à mesurer, est transmis par un mécanisme indicateur à une aiguille qui se déplace devant une graduation de 270°.

➤ **Constitution**

Les manomètres WIKA sont constitués d'un boîtier rond robuste en acier dans le style caractéristique WIKA entoure et protège le système de mesure dans lequel le raccord, le support de l'organe de mesure, l'organe de mesure, le mécanisme indicateur et le cadran. Toutes les pièces entrant en contact avec le fluide mesuré sont en alliage de cuivre ou en acier inoxydable.

Le boîtier se caractérise par une cloison solidaire placée entre cadran et organe de mesure, associée avec un font éjectable. Le support de l'organe de mesure et le raccord constituent une unité installée radialement dans le boîtier. Le raccord arrière est centré pour le diamètre nominal 63, et décentré pour le diamètre nominal 100.

Les appareils de mesure WIKA sont fermés par une vitre en verre de sécurité, fixée au boîtier par une bague à baïonnette, de telle sorte que si une fuite venait à se produire ou si l'organe de mesure venait éclater, ni la vitre ni le fluide mesuré ne pourraient être éjectés de l'appareil vers l'avant.

L'organe de mesure en acier inoxydable ou en monel est circulaire ou hélicoïdal selon l'étendue de mesure. L'organe de mesure et son support sont soudés. La pression est amenée à l'organe de mesure par un canal percé dans le raccord.

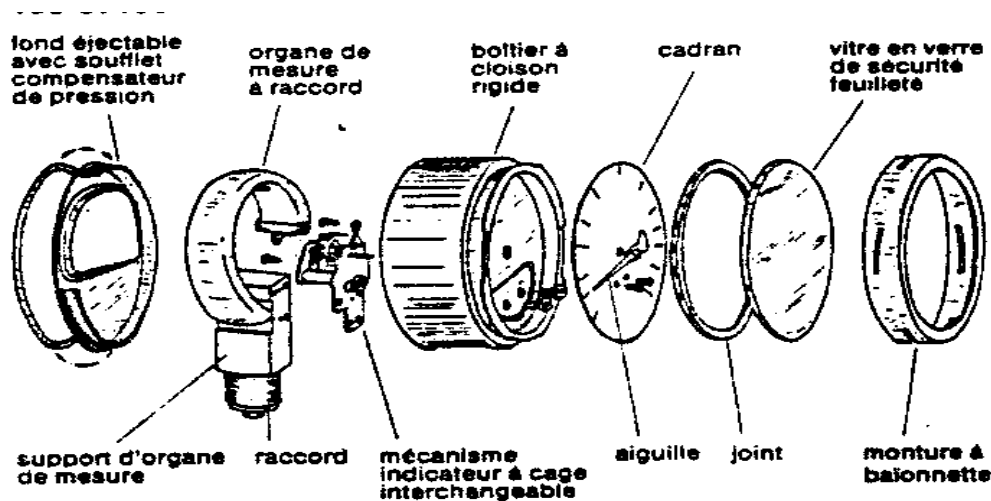


Figure II.7: Constitution des manomètres diamètre nominal 63, 100,160 [1]

➤ Liquide de remplissage

Les manomètres WIKA à remplissage de liquide et à cloison rigide sont étanches et amortissent les pollutions arrivent au système de mesure provoqués par des changements brusques de pression, des pulsations et des vibrations. Cela permet une lecture précise de la valeur de la pression. L'effet lubrifiant du liquide réduit l'usure des pièces mobiles, assurant ainsi une prolongation de la durée de vie des appareils.

Le modèle à remplissage de liquide est équipé d'un soufflet de compensation de pression fixé à la paroi arrière du boîtier et relié à l'atmosphère extérieure par une ouverture de compensation.

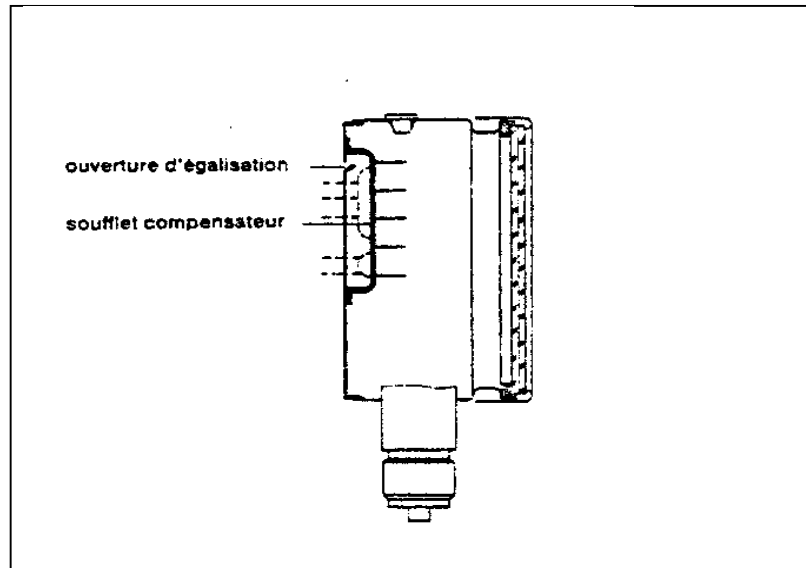


Figure II.8: Fonction du soufflet de compensation [1]

Grace à sa faible rigidité, le soufflet permet de compenser les pressions internes du boîtier et la pression atmosphérique ; il empêche par conséquent, des montées de pression causées par un changement de volume du liquide de remplissage dans le boîtier en fonction de la température, ce qui risquerait de fausser les valeurs mesurés.

➤ Propriétés métrologiques

- Résistance thermique :
 - Température ambiante : -25°C à $+60^{\circ}\text{C}$
 - Température de fluide : jusqu'à $+100^{\circ}\text{C}$
- Déviation de l'indication causée par des températures différents de la température standard de $+20^{\circ}\text{C}$.

La Déviation de l'indicateur par 10°C d'élévation de température : 0,3% environ : par 10°C d'abaissement de température : -0,3% de valeur lue.

Pour la correction du résultat de mesure il faut tenir compte de la température du système de mesure, non de celle du fluide mesuré.

II.4.1.2. Manomètres avec accessoires électriques

➤ manomètre à contact

Les contacts électriques ferment ou ouvrent des circuits en fonction de la position de l'aiguille. Les contacts sont ajustables de l'extérieur sur toute l'étendue de l'échelle. L'indication des valeurs mesurées étant indépendante de la position du point de commutation.

Les manomètres à contact peuvent être utilisés sous toutes les conditions, même, en exécution adéquate, dans les zones à risque d'explosion.

Le branchement électrique s'effectue par une boîte de jonction sur le côté droit du boîtier. Dans le cas d'appareils de diamètre nominale 160 à trois contacts inductifs le branchement électrique se fait par un câble, de longueur 1m, passant par la paroi arrière du boîtier.

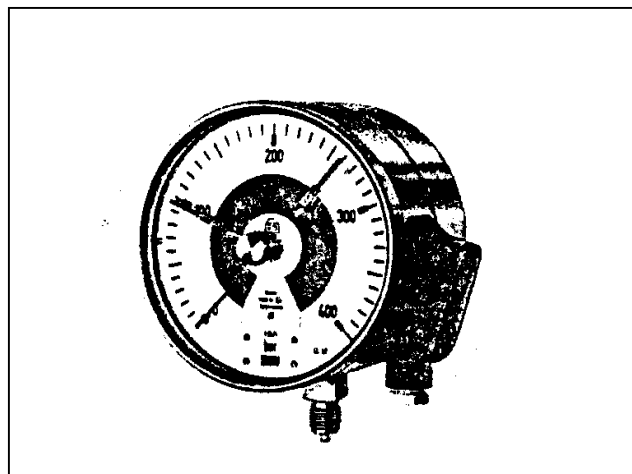


Figure II.10: Manomètre avec contact [1]

➤ manomètres avec télé transmetteur électrique

Ces appareils transmettent les valeurs mesurées par des moyens mécaniques au point de mesure à des appareils récepteurs électriques appropriés, qui peuvent avoir les fonctions d'indication d'enregistrement ou de calcul, et se trouver à des distances pratiquement illimitées de télé transmetteur.

L'installation d'un télétransmetteur dans le boîtier est possible pour les appareils de diamètre nominal 160.

➤ Manomètres à télétransmetteur potentiométrique

Le télétransmetteur potentiométrique simple peut être installé dans les appareils de diamètre nominal 100, le diamètre nominal 160 peut recevoir un télétransmetteur simple ou double.

Pour ces appareils la boîte de connexion électrique est placée sur le côté droit du boîtier. Les appareils à télétransmetteur double sont équipés de deux boîtes de connexion.

II.4.2. Manomètres différentielles à membranes

UA11 (I, AH) P004

UA12 (I, AH) P004

❖ Description

Ces manomètres pour pression différentielle sont faits en acier inoxydable résistant à la corrosion. Ils peuvent résister à une forte surpression grâce à leur construction entièrement métallique et à leur élément membrane spécifique. Grâce à cette conception acier inox robuste et de qualité, ce manomètre est destiné aux applications du procès notamment dans la chimie. Il est adapté aux fluides gazeux ou liquides, également en environnement agressif.

Les parties en contact avec le fluide de ces manomètres sont également disponibles dans des matériaux spéciaux comme le Monel, ou le PTFE. Des étendues de mesure à partir de 0 ... 60 mbar jusqu'à 0 ... 40 bars sont adaptées à un grand nombre d'applications.



Figure II.11: Manomètre pour pression différentielle type 732.14 [1]

❖ Particularités

- Etendues de mesure de pression différentielle. à partir de 0 ... 60 mbar
- Pression statique élevée et forte surpression admissible jusqu'à 40, 100, 250 ou 400 bar
- Protection hydraulique de la cellule de mesure contre les variations brusques de pression
- Disponible avec contacts électriques

❖ Applications

- Pour mesure de pression différentielle avec surpression différentielle et pression statique élevées, également en environnement agressif.
- Surveillance de filtres par indication de la perte de charge
- Mesure du niveau de réservoirs ouverts et fermés
- Mesure du débit de fluides (liquide, gaz ou vapeur) avec indication proportionnelle à la pression différentielle.
- Surveillance et contrôle de pompes.

❖ Construction et fonctionnement

Deux membranes (1) délimitent des chambres de mesure « BP » (2) et « HP » (3), dans lesquelles règnent les pressions P1 et P2, dont la différence fait dévier les membranes.

L'enceinte (4) comprise entre les membranes est remplie avec un liquide de transmission.

La différence de pression entre les chambres « HP » et « BP » déforme les membranes (1) et déplace le liquide de transmission. Le déplacement de la biellette (5) entraîne le levier (6) qui génère la rotation de l'axe (7), elle-même transmise au mouvement (9).

Le tube de torsion (8) assure l'étanchéité de la chambre « HP » ou « BP » par rapport à l'atmosphère.

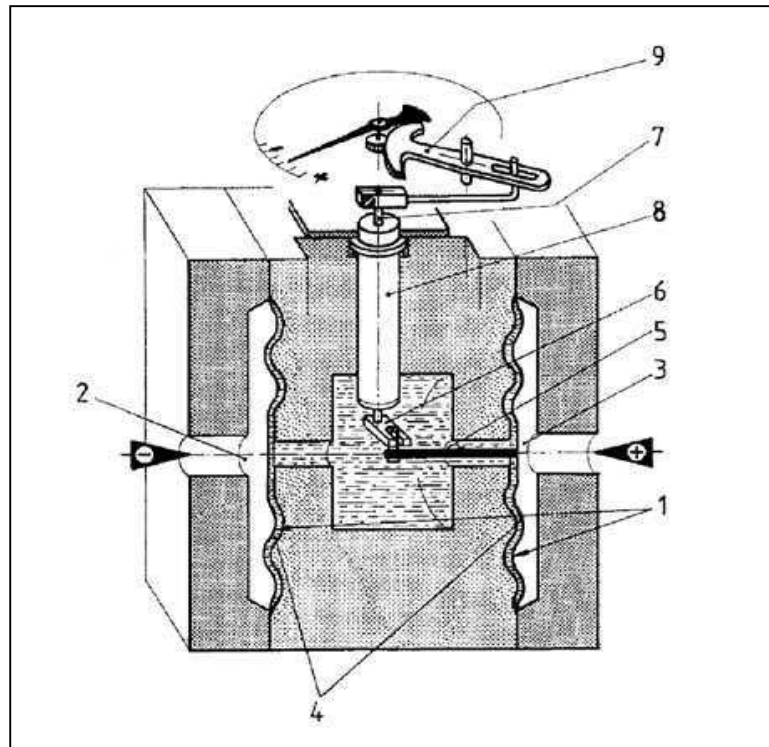


Figure II.12: Schéma de principe de fonctionnement [1]

❖ Matériaux

- Pièce en contact avec le fluide sous pression (raccord, chambres de mesure, organes de mesure, soufflets) : acier inoxydable.
- Joint d'étanchéité : PTFE
- Boîtier et mécanisme indicateur : acier inoxydable
- Vitre : verre de sécurité
- Cadran et aiguille : alliage d'aluminium
- support manuel : fonte grise

II.5. Conductivimètre

La sonde de conductivité est utilisée pour la mesure de la conductivité du distillât des unités de dessalement d'eau de mer.

❖ Caractéristiques techniques

- Sonde de conductivité à électrode de mesure coaxiale :

Utilisation dans les fluides: distillât

Température de distillât: 35°C

Gamme de mesure : 0,1...200µs/cm

Constante de cellule(k) : 0,1

Pression maximale : 12bars

Débit nominale : 20,83m³/h

Distance de la sonde au Conductivimètre : 100m

- La Sonde est utilisée avec le Conductivimètre suivant :

MYCOM CLM 151

Distance de la sonde au Conductivimètre : 150m avec un boîtier de raccordement à 3 mètres de la sonde.

Gamme de mesure : 0...200µs/cm

Entrée : 0/4....20mA

Alimentation : 24V DC

Montage de la sonde

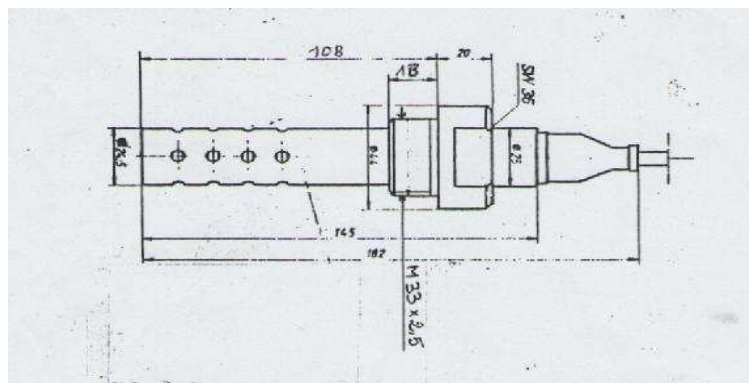


Figure II.13: montage de la sonde de Conductivimètre [1]

Discussion

Dans ce chapitre nous avons étudié les différents instruments de l'unité, cette étude nous a permis de localiser ces instruments sur le terrain et d'étudier leur Protocole de communication et de transmission à fin de les adapter à la solution programmable que nous proposons dans la suite.

Chapitre III

L'automate programmable S7-300 et ses interfaces de communication

Introduction

L'automatisation par automate programmable consiste à simplifier la logique de l'automatisation, réaliser des fonctions complexes, utiliser moins d'appareils de commande, modifier et améliorer le système juste en modifiant le programme, câblage moins encombrant et moins de risque et la fiabilité est meilleure.

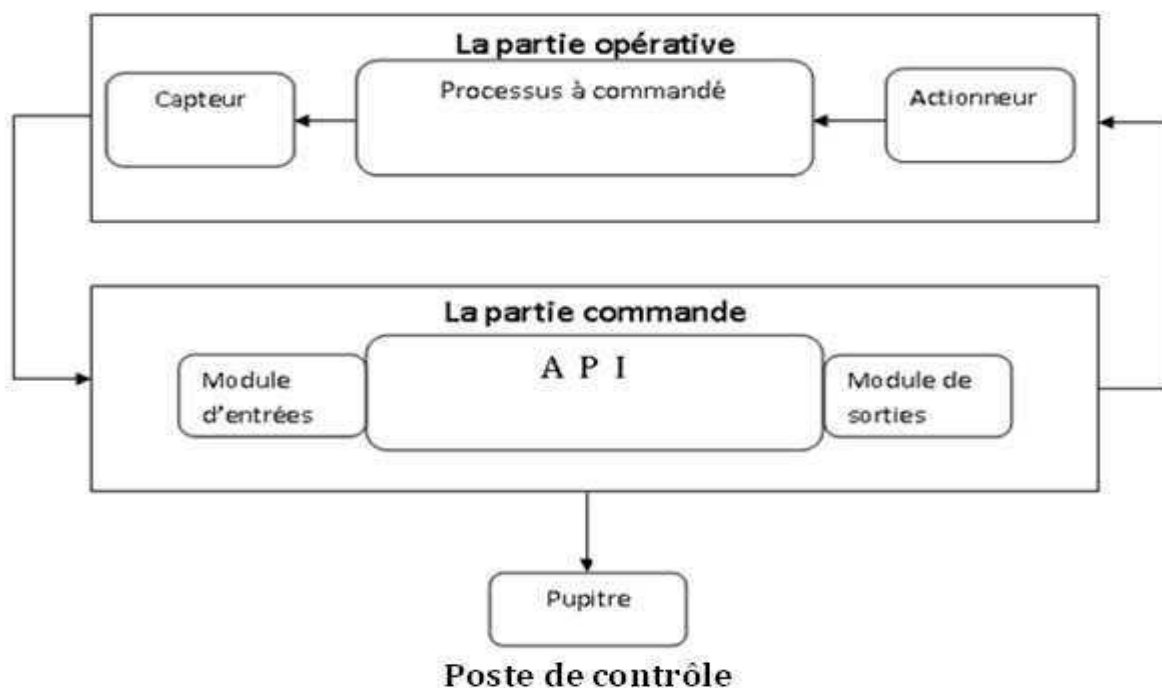
En premier lieu, nous dégagerons les caractéristiques communes des différents types d'API puis nous nous intéresserons au SIMATIC S7-300 SIEMENS

III.1. Définition de l'automate programmable

Un automate programmable est un dispositif électronique capable d'assurer la commande d'un processus industriel.

Son rôle, dans un système automatisé de production est de gérer et d'assurer un système automatisé. Il se compose de plusieurs parties :

- Poste de contrôle.
- Partie opérative.
- Partie commande.



FigureIII.1: Shéma synoptique représentant la structure d'un système automatisé [8]

III.2. Structure d'un système automatisé

➤ Poste de contrôle

Il est composé de pupitres de commande et signalisation qui s'agit d'un appareil de contrôle qui permet une intervention rapide sur la machine, il permet aussi à l'opérateur de commander le système (marche, arrêt, départ de cycle).

Il permet de visualiser les différents états du système à l'aide de voyants et terminaux de dialogue, ou d'interface homme machine.

➤ Partie commande

Elle donne les ordres de fonctionnement à la partie opérative. Les prés - actionneurs (contacteurs, distributeurs...) permettent de commander les actionneurs. Ils sont commandés par le bloc de traitement des informations, ce dernier reçoit les consignes du pupitre et les informations de la partie opérative transmises par les capteurs (détecteurs).

En fonction de ces consignes et de son programme de gestion des tâches, elle va commander les prés-actionneurs et renvoyer les informations au pupitre de signalisation et d'autres systèmes de commande.

➤ Partie opérative

Cette partie agit sur la matière d'œuvre à partir d'ordres envoyés par la partie commande, et renvoie à cette dernière les comptes rendus sur son état ou sur l'état d'environnement. Elle comporte les éléments mécaniques qui reçoivent les ordres de la partie commande tels que les actionneurs (vérins, moteurs, vannes, etc...), et les capteurs qui informent la partie commande de l'exécution du travail.

III.3. Architecture des APIs

III. 3.1. Architecture externe

Il existe deux types : les APIs modulaires et non modulaires.

- **Les APIs non modulaires (compact)**

La CPU, les modules d'entrées /sorties ...etc. sont intégrés dans un seul boîtier.

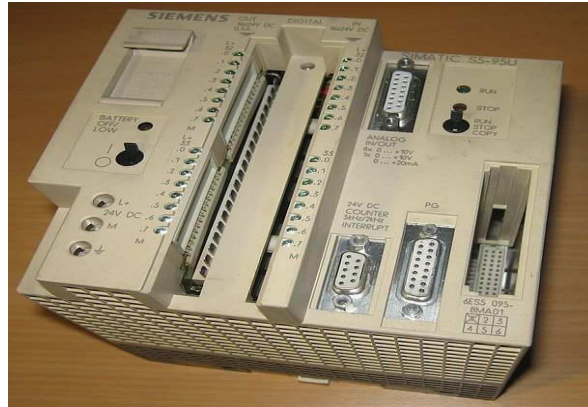


Figure III.2 : L'API non modulaire [2]

- **Les APIs modulaires**

Ce type d'automate se présente sous forme de modules indépendants monter sur le même rack et reliés entre eux par un bus.



Figure III.3 : L'API modulaire [2]

III. 3.2. Architecture interne des APIs

Cette structure comporte les parties suivantes

1. L'unité centrale
2. Les modules d'entrées /sorties

3. Le module d'alimentation
4. Les modules de communication
5. Les coupleurs

Ces parties sont reliées entre elles par les bus (ensemble des fils autorisent le passage des informations au secteur de l'automate). La figure suivante illustre sa structure interne

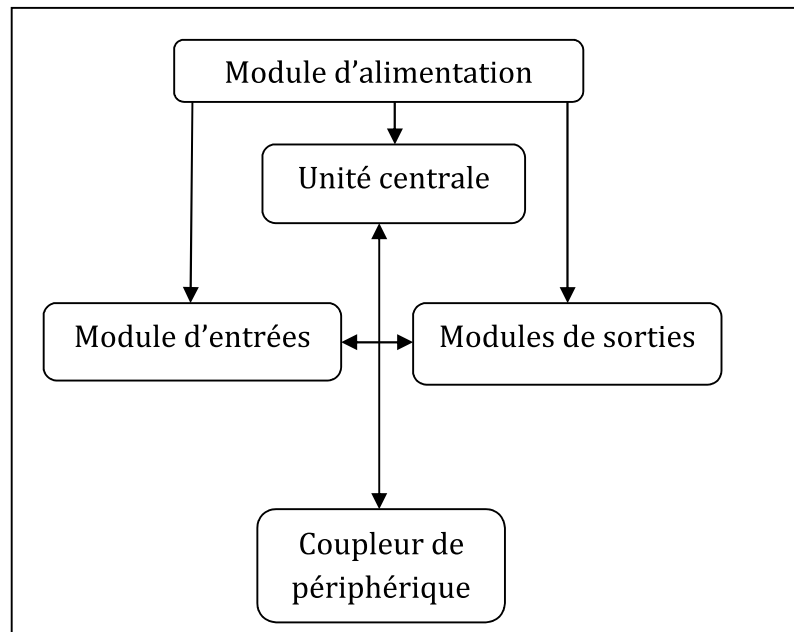


Figure III.4: Schéma synoptique de la structure

III.4. La nature de l'information traitée par l'automate

L'information traitée par l'automate Peut être de type :

✓ **Tout ou rien (TOR)**

L'information ne peut prendre que les états vrai ou faux (0 ou 1), c'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir.

✓ **Analogique**

L'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminé, ce type d'informations délivrées par un capteur (pression...).

✓ Numérique

L'information est contenue dans les mots codés sous formes binaires ou hexadécimale. Ce type d'informations délivrées par un ordinateur ou un module intelligent.

III.5. Le choix d'un automate

Pour le bon fonctionnement, il faut respecter certain critères pour le choix du type d'automate tels que :

- Le nombre d'entrées /sorties ;
- La capacité de traitement du processeur ;
- Nature de traitement (temporisation, comptage,...)
- La natures d'entrées /sorties (numérique, analogique) ;
- La fiabilité
- La durée de garantie
- Le dialogue (la console détermine le langage programmation)

Notre choix s'est orienté vers un automate programmable industriel **SIMATIC S7 -300**.

III.6. L'automate S7-300

Le S7 -300 est un automate de conception modulaire fabriqué par la firme SIEMENS destiné à des tâches d'automatisation moyenne et haute gamme. On peut le composer en fonction de nos besoins à partir d'un vaste éventail de modules.



Figure III.5: L'automate S7-300 [3]

III.6.1. Caractéristiques de S7-300

L'automate programmable S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de module.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus du fond de panier intégré au module.
- Raccordement centrale de la PG avec accès à tous les modules.
- Possibilité de mise en réseau avec MPI, PROFIBUS, INDUSTRIAL ETHERNET.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle
- Les modules peuvent fonctionner sans ventilateur.

III.6.2. Constitution de l'automate S7-300

Le S7-300 est un mini automate modulaire, conçu pour les applications d'entrées et de milieu gamme. Il est constitué des éléments suivants.

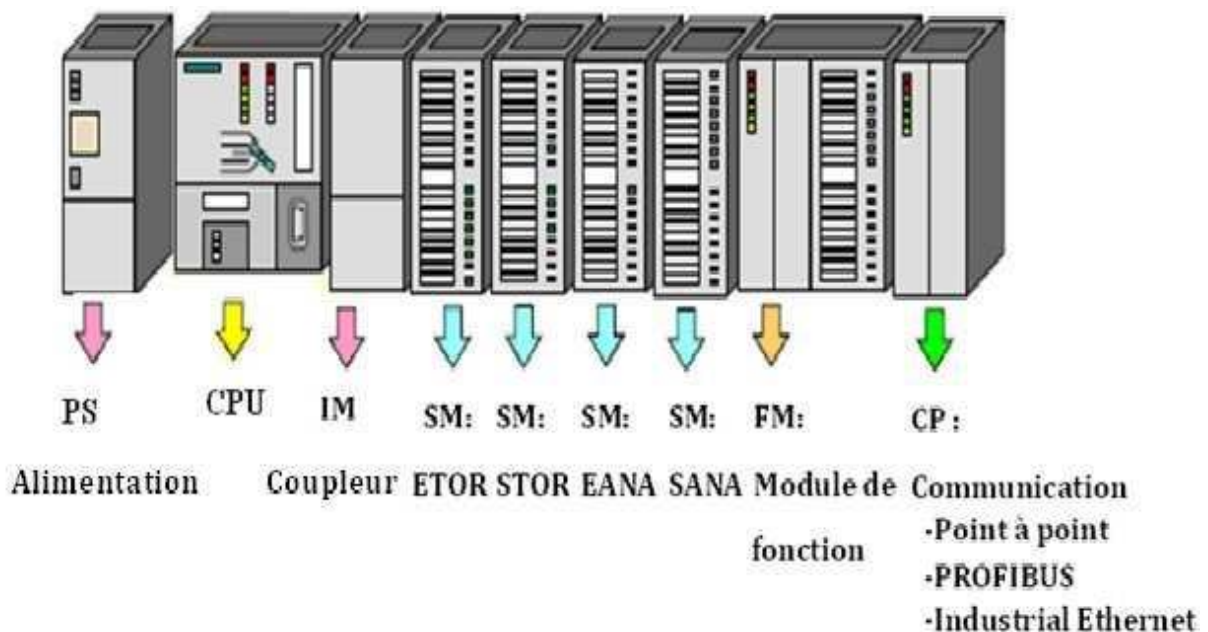


Figure III.6: Les modules de S7-300 [2]

III.6.2.1. Module d'alimentation(PS)

Le module d'alimentation (PS) convertit la tension secteur 120/230VCA en tension de service 24Vcc pour alimenter le S7-300.



III.6.2.2. L'unité centrale(CPU)

La CPU est le cerveau de l'automate, elle lit les états des signaux d'entrées, exécute le programme de l'utilisateur et commande les sorties.

Elle permet de régler le comportement du démarrage et le diagnostic des défauts par les LEDs.

La gamme S7-300 offre une grande variété des CPU tels que la CPU312, 314, 314IFM, 315, 315-2DP,... etc. chaque CPU possède certaine caractéristique différente des autres et par conséquent le choix de la CPU pour un problème d'automatisation donné est conditionné par les caractéristiques offertes par la CPU choisie.

III.6.2.2.1. Eléments principaux de la CPU

La figure suivante illustre les différents éléments de la CPU

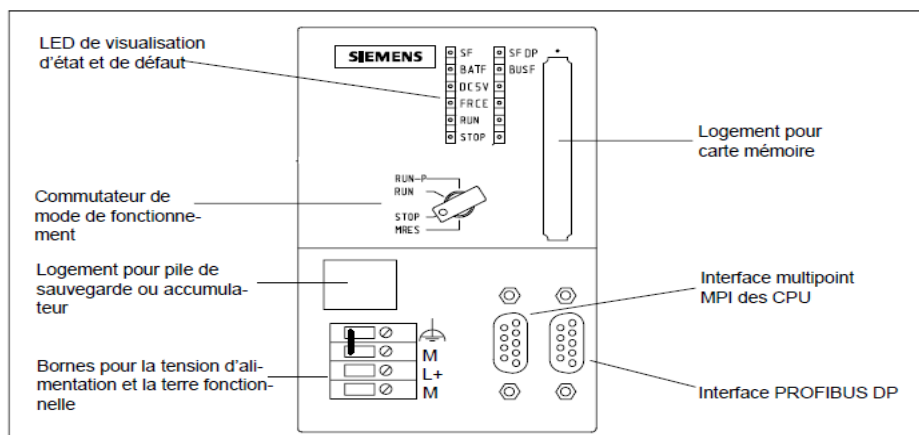


Figure III.7 : les éléments de la CPU [2]

a). Interface (MPI)

MPI (interface multipoint) est l'interface de la CPU vers les PG/OP ou pour la communication avec plusieurs stations au sein d'un sous-réseau MPI.

La CPU peut soutenir au maximum quatre liaisons, soit (3PG+1OP) ou (1PG+3OP).

b). signalisation d'état

La CPU comporte des LEDS de signalisation suivantes :

- **SF** (rouge) : signalisation groupée de défauts (défaut interne de la CPU, ou d'un module avec une fonction de diagnostic).
- **BATF** (rouge) : défaut de la pile (pile à plot ou absente).
- **DC5V** (verte) : signalisation de la tension
- **FRCE** (jaune) : forçage en entrée ou en sortie
- **RUN** (verte) : état de fonctionnement RUN : clignote en cas de démarrage de la CPU
- **STOP** (jaune) : allumage continue en mode stop, clignotement lors de l'effacement générale.

c). commutateur de mode

Le commutateur de mode et les éléments d'affichage de toutes les CPU sont identiques. On définit ici les quatre positions principales de la CPU de S7-300.

- **MRES** : effacement générale de la CPU (module REST)
- **STOP** : arrêt, le programme n'est pas exécuté
- **RUN** : le programme est exécuté, accès en lecture, seul avec une PG/PC
- **RUN-P** : le programme est exécuté, accès en écriture, accès en lecture avec une PG/PC.

d). carte mémoire

Elle permet de stocker le système d'exploitation (**ROM** ou **PROM**), le programme (**EEPROM**) et les données système lors du fonctionnement (**RAM**). Cette dernière est généralement secourue par pile ou batterie.

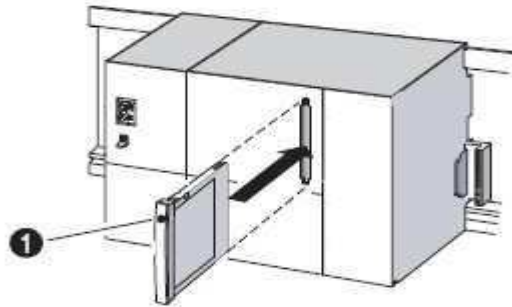


Figure III.8 : Enfiler la carte mémoire dans la CPU [2]

e).Le processeur

Son rôle consiste d'une part à organiser les différentes relations, entre la zone mémoire et les interfaces d'entrées /sorties et d'autre part à partager les instructions du programme.

Le processeur possède des voies de communications avec l'extérieur pour permettre :

- Un dialogue avec l'outil de programmation
- Un raccordement sur un réseau de communication inter automate

f). la pile

Elle permet de sauvegarder le contenu de la RAM en cas de coupure de courant.

III.6.2.2.2. Programme dans une CPU

Deux programmes différents sont exécutés dans une CPU :

- Le système d'exploitation
- Le programme utilisateur

a). le programme utilisateur

C'est un programme crée par l'utilisateur et ensuite chargé dans la CPU. Il contient toutes les fonctions nécessaires au traitement de la tâche d'automatisation spécifique. Il doit entre autre :

- traiter des données du processus (par exemple, combiner des signaux binaires, lire et exploiter des valeurs analogiques, définir des signaux binaires pour la sortie,...
- réagir aux alarmes
- traiter les perturbations dans le déroulement normal du programme

b). système d'exploitation

Le système d'exploitation contenu dans chaque CPU, organise toutes les fonctions et procédures qui ne sont pas liés à une tâche d'automatisation spécifiée.

Ces tâches sont les suivantes :

- L'actualisation de la mémoire image des entrées (MIE) et l'émission de la mémoire image des sorties (MIS).
- L'appel de programme utilisateur.
- L'enregistrement des alarmes et l'appel des OB d'alarme.
- La Détection et traitement d'erreurs
- La Gestion des zones de mémoire.
- La Communication avec des consoles de programmation

III.6.2.3. Modules de couplage(IM)

Ce sont des cartes électroniques utilisées pour assurer la communication entre l'unité centrale et les périphériques de l'automate (entrées /sorties, console de programmation...etc.)

Les coupleurs (IM360, IM361 ou IM365) permettent de réaliser des configurations à plusieurs châssis. Il occupe l'emplacement N°3 dans l'API et ce dernier reste vide au cas où on n'utilise pas de coupleurs(IM).






III.6.2.4. Modules des signaux (SM)

Les modules de signaux établissent la liaison entre la CPU du S7-300 et le processus commandé. Il existe plusieurs modules de signaux.




➤ **Modules d'entrées/sorties TOR (tout ou rien)**

Les modules d'entrées/sorties TOR sont des interfaces pour les signaux booléens de communication entre l'unité centrale et les différents capteurs et actionneurs.

Les capteurs tel que :




-  Bouton poussoir.
-  Capteurs de pression
-  Capteurs de niveau.
-  Capteurs de débit
-  Capteurs de conductivité

Les actionneurs tel que :

-  Les pompes
-  Les vannes
-  Les électrovannes

➤ **Modules d'entrées/sorties analogiques**

Les modules analogiques sont des interfaces pour des signaux analogiques, ils permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

-  Les modules d'entrées convertissent les signaux mesurés (tension, pression ou courant) analogiques en signaux numériques.
-  Les modules de sorties analogiques convertissent les
-  signaux numériques en signaux analogiques destinés au processus pour les actionner.

III. 6.2.5. Les modules de fonction(FM)

Ils ont pour rôle l'exécution de tâche de traitement des signaux du processus à temps critique et nécessitant une importance capacité mémoire comme le comptage, le positionnement et la régulation.

III.6.2.6. Modules de simulation

Le module de simulation est un module spécial qui offre à l'utilisateur la possibilité de tester son programme lors de la mise en service et en cours de fonctionnement.

Dans le **S7-300**, ce module se monte à la place d'un module d'entrée ou de sortie TOR. Il assure plusieurs fonctions telles que :

- La simulation des signaux de capteurs aux moyens d'interruptions.
- La signalisation d'états de signaux de sorties par des LED.

16 interrupteurs (entrées), 16 LED (sorties).

III.6.2.7. Châssis d'extension(UR)

Il est constitué d'un profilé support en aluminium et en bus de font de panier avec connecteur. Il permet le montage et le raccordement électrique de divers modules tels que : les modules d'entrées/sorties et l'alimentation. Il est possible d'utiliser plusieurs racks en fonction du nombre d'entrée/sortie à générer.

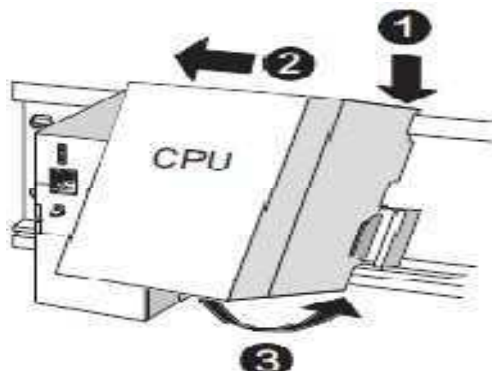


Figure III.9: Exemple de montage des modules sur le Châssis [2]

III.6.2.8. Modules de communication(CP)





Ils permettent d'établir des liaisons homme-machine qui sont effectués à l'aide des interfaces de communication :

- Point à point.

- PROFEBUS
- Industriel Ethernet

III.6.3. Console de programmation(PG) ou PC avec logiciel STEP7

Elle permet :

-  Le paramétrage et les relevés d'information
-  Introduction de programme
-  Test de programme
-  Observation de programme

III.7. Sous-réseaux dans la communication industrielle

III.7.1. Communication industriel via MPI (Multipoints Interface)

III.7.1.1. Définition de l'interface MPI

Le MPI est un sous réseau comportant une étendue réduite et un faible nombre de partenaires pour le niveau de terrain et de cellule.

Le MPI est une des interfaces de communication intégrée SIMATIC S7 dans les nombreux appareils, connectés simultanément à plusieurs outils de programmations PC avec le STEP7, les systèmes HMI (Operator Panel / Operator Station) et S7 300.

La CPU envoie automatiquement à l'interface MPI ses paramètres de bus règles (ex : la vitesse de transmission) ainsi une console de programmation peut par exemple apporter les bons paramètres et être automatiquement raccordé à un sous réseau MPI. L'interface MPI peut être mise en place pour de simples mises en réseau et permet les formes suivantes de communication :

- **Fonctions de programmation et de diagnostic** : peuvent être exécutées avec le MPI depuis n'importe quels PC/Outils de programmation sur tous les SPS mis en réseau. Comme l'interface MPI de la CPU est directement reliée avec le bus de communication interne (K-Bus) du S7-300, les modules de fonctions (FM) et les

blocs de communication (CP) peuvent directement communiquer avec la connexion bus K du PG via la MPI.

- **La liaison Operateur Panels/Stations opératrices aux SPS SIMATIC S7** : elle est très facilement réalisable avec la MPI, car les services de communication sont supportés de manière standard et les blocs standards, comme ceux de SIMATIC S5, ne sont désormais plus nécessaires.

- **Par le service Communication de données globales** : les CPU reliées au réseau peuvent s'échanger des données entre elles. Le nombre et la taille des paquets de données dépendent du type de CPU mises en place. En STEP 7 V5.x, 15 CPU au maximum peuvent participer à l'échange de données.

III.7.1.2. Les caractéristiques de MPI

- 32 participants MPI max.
- Procédé d'accès : Jeton (Token)
- Média de transfert : Câble blindé à deux fils (RS485), ou fibre optique (LWL / verre ou plastique)
- Vitesses de transmission de 19,2 Kbit/s par 187,5 Kbit/s jusqu'à 12Mbit/s
- Extension du réseau : Taille du segment de 50 m max., avec des répéteurs RS485 jusqu'à 1100 m, avec LWL par OLM jusqu'à 100 km
- Le nombre de liaisons possibles dynamiques pour la communication de base avec SIMATIC S7 300 et de liaisons de communication statiques pour la communication étendue aux PG/PC, systèmes SIMATIC HMI et SIMATIC S7 dépend du type des CPU mises en places.

III.7.1.3. Configuration d'un réseau MPI

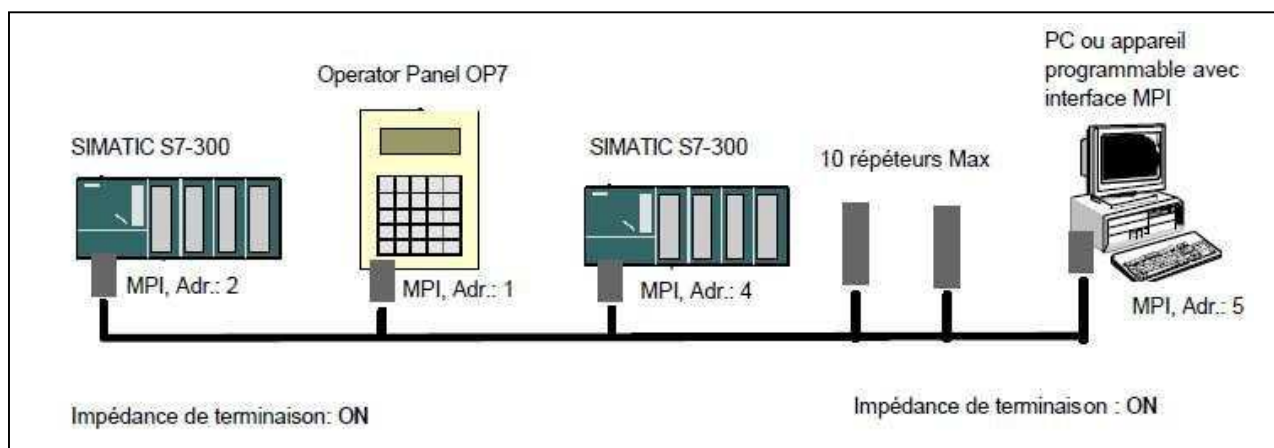


Figure III.10: Configuration d'un sous-réseau MPI [2]

Il faut réserver l'adresse 0 pour un PG de service, 1 pour un OP de service et 2 pour la CPU qui seront reliées ultérieurement en cas de besoin au sous réseau MPI pendant peu de temps. On attribue d'autres adresses MPI au PG/OP et CPU intégrés dans le sous réseau MPI.

Pour éviter les réflexions aux extrémités des câbles, il faut brancher sur le premier et le dernier participant d'un réseau MPI les impédances de terminaison intégrées dans les connecteurs.

Le réseau MPI électrique est construit avec un câble blindé et torsadé à deux fils et peut être réalisé jusqu'à une longueur de 50 m. pour réaliser de plus grandes distances, nous devons mettre en place des répéteurs RS 485. Entre deux répéteurs RS, il est possible de faire passer un câble mesurant jusqu'à 100m, s'il ne se trouve aucun participant entre les deux.

III.7.1.4. Communication de données globales par MPI

La communication de données globale est une possibilité simple d'échange de données comme par ex. les entrées, les sorties, la mémoire interne ainsi que les domaines dans les blocs de données entre les CPU S7-300 et S7-400 via l'interface MPI.

C'est une possibilité de communication intégrée aux CPU S7-300/400, qui rend possible des échanges de données cycliques, sans avoir pour autant à relier des blocs supplémentaires.

L'installation s'effectue par un paramétrage simple.

L'échange de données cyclique a lieu avec l'échange de l'image des processus au point de contrôle du cycle. La CPU envoie ainsi les données globales à la fin d'un cycle, et les lit au début d'un cycle.

Une CPU S7-300 envoie ainsi ses données simultanément à toutes les CPU S7-300 par le sous-réseau MPI (**Broadcast**). On peut saisir jusqu'à 15 participants différents dans le tableau des données globales.

A l'aide d'un facteur de démultiplication, que vous indiquez dans la table des données globales, vous pouvez stipuler le nombre de cycles avant que la transmission et la réception des données n'aient lieu.

Le nombre maximum de données transférables dépend du type de CPU.

❖ Procédé d'émission (Procédé Broadcast)

Des appels et des traitements de données sont effectués en permanence dans le réseau, sans pour autant que des accusés de réception soient attendus en retour. Si des données globales différentes sont envoyées aux CPUs, il y aura écrasements de données.

III.7.2. Communication industriel via PROFIBUS (Procès Field Bus)

Habituellement, les modules d'entrée/sortie sont regroupés et centralisés dans l'automate.

Lorsque les modules d'entrée/sortie sont éloignés de l'automate, le câblage peut devenir très complexe. Pour ce type d'installations, Siemens recommande d'utiliser le Système de périphérie décentralisée ET 200 : dans ce cas, la CPU de commande est placée en un point central..., tandis que la périphérie fonctionne de manière décentralisée, sur le site..., et que le puissant système de bus ET 200, grâce à des vitesses très élevées de transmission des données via PROFIBUS, assure la parfaite communication entre la CPU et la périphérie.

Le Système de périphérie décentralisée se compose de stations actives (maîtres) et passives (esclaves), reliées par le bus de terrain PROFIBUS.

III.7.2.1. Définition de PROFIBUS

Le PROFIBUS est un réseau conçu pour les niveaux cellule et terrain. C'est un système de communication ouvert (non propriétaire).

PROFIBUS est utilisé pour transmettre des volumes de données petits et moyens entre un nombre restreint de correspondants.

Le PROFIBUS est proposé en deux versions :

- en tant que bus de terrain PROFIBUS DP prévu pour un échange de données rapide et cyclique entre des automates et des appareils décentralisés et PROFIBUS PA pour le domaine de sécurité.
- plage de cellule en tant que PROFIBUS (FDL ou FMS) pour la transmission rapide avec des partenaires de la communication disposant des mêmes droits.

III.7.2.2. Application de PROFIBUS DP

La transmission des données via PROFIBUS DP s'effectue grâce à une interface standardisée (EN5017Vol.2) conçue pour le transfert des données d'entrée et de sortie du processus entre automates SIMATIC S7 et appareils de terrain (esclaves DP).

L'interface PROFIBUS DP peut être configurée en tant que maître ou esclave, en service en tant que maître, la CPU envoie ses paramètres de bus réglés à l'interface PROFIBUS DP ainsi, une console de programmation peut, par exemple, capturer les bons paramètres et se connecter automatiquement à un sous-réseau PROFIBUS.

Le transfert via PROFIBUS est caractérisé par un échange cyclique rapide des données entre le maître DP et esclave DP

III.7.2.3. Stations de système

Maitre DP classe 1 :

Il s'agit ici d'une commande centrale qui échange des informations avec des stations décentralisées (esclaves DP) dans des cycles de communication. Il émet et reçoit

les signaux d'entrée et de sortie du procès (SIMATIC S7 avec CP PROFIBUS) les fonctions d'utilisation maître esclaves suivantes sont supportées :

- La prise en compte d'informations de diagnostic des esclaves DP
- Le fonctionnement cyclique de données utiles
- Paramétrage et configuration des esclaves DP
- Commande des esclaves DP avec des commandes de contrôle

Maître DP Classe 2 :

Les appareils de ce type sont des appareils de programmation, de conception ou de diagnostic. Ils sont introduits lors de la mise en marche pour fixer la configuration du système DP. Cette dernière est composée du nombre d'appareils DP, de la correspondance entre les adresses des participants du bus et les adresses d'entrées/sorties ainsi que d'informations sur la consistance des données, de format de diagnostic et de paramètres bus.

Les fonctions entre l'esclave DP et le maître DP (Classe 2) sont les suivantes :

- Lecture de la configuration de l'esclave DP
- Lecture des valeurs d'entrée/sortie
- Assignation des adresses aux esclaves DP

Les fonctions suivantes sont à disposition entre le maître DP (Classe 2) et le maître DP (Classe 1) (celles-ci seront exécutées principalement de manière acyclique) :

- Enregistrement des informations diagnostic disponibles relatives aux esclaves DP attribués dans le maître DP (Classe 1)
- Téléchargement ascendant et descendant de blocs de données
- Activation des blocs de paramètres bus
- Activation et désactivation des esclaves DP
- Réglage du mode de fonctionnement du maître DP (Classe 1)

Esclave DP

Un esclave est une station active du PROFIBUS qui n'échange des données avec le maître que lorsque ce dernier lui a demandé de le faire.

Il s'agit alors d'un appareil de terrain qui lit et émet des signaux du procès. Ces appareils peuvent être de conception modulaire (Siemens ET 200 M) ou monobloc (ET 200 B/C).

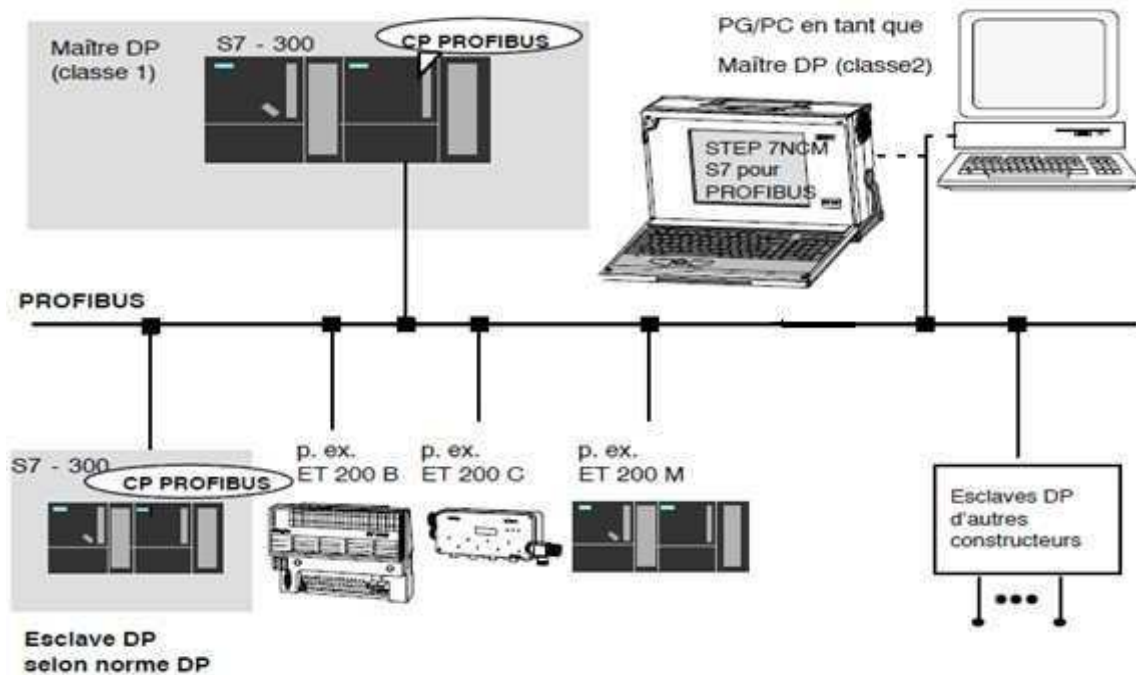


Figure III.11: Système DP PROFIBUS avec esclaves DP possibles de Siemens ou d'autres constructeurs [2]

III.7.2.4. Procédé d'accès bus

Dans le système de PROFIBUS qui utilise le réseau en bus, tous les utilisateurs sont connectés à un câble commun par l'intermédiaire d'une courte ligne de raccord. Pour cette raison, toute information transitant dans le câble sera reconnue de chaque participant.

L'autorisation d'envoi doit être régulée par le procédé d'accès bus. En PROFIBUS, on peut utiliser deux procédés : le procédé par **Passage de jeton (Token Passing)** et le procédé **Maître/ Esclave**.

En procédé Maître/Esclave, seul le maître possède le droit d'accès bus. Les esclaves passifs ont seulement le droit de répondre aux ordres du maître. Cela est différent en procédé Passage de jeton. Dans ce cas-là, le droit d'accès est attribué au cours du passage du jeton et adjugé successivement aux seuls participants actifs.

Une station est autorisée à émettre des messages lorsqu'elle a reçu le jeton.

Lorsqu'elle n'a rien à émettre, elle passe le jeton à la station placée immédiatement après elle dans l'anneau logique. Sinon elle doit restituer le jeton au plus tard au bout d'un laps de temps défini.

Seul le maître qui possède le jeton peut accéder au bus et communiquer avec les autres participants actifs et passifs.

III.7.2.5. Configuration de réseau PROFIBUS

III.7.2.5.1. Configuration de réseau avec un maître DP

Dans une configuration de réseau à un maître, un seul maître DP (station active) est utilisé sur le réseau PROFIBUS, à l'exclusion de toute autre station active.

La figure ci-dessous présente une configuration possible du réseau avec un CP PROFIBUS comme maître DP.

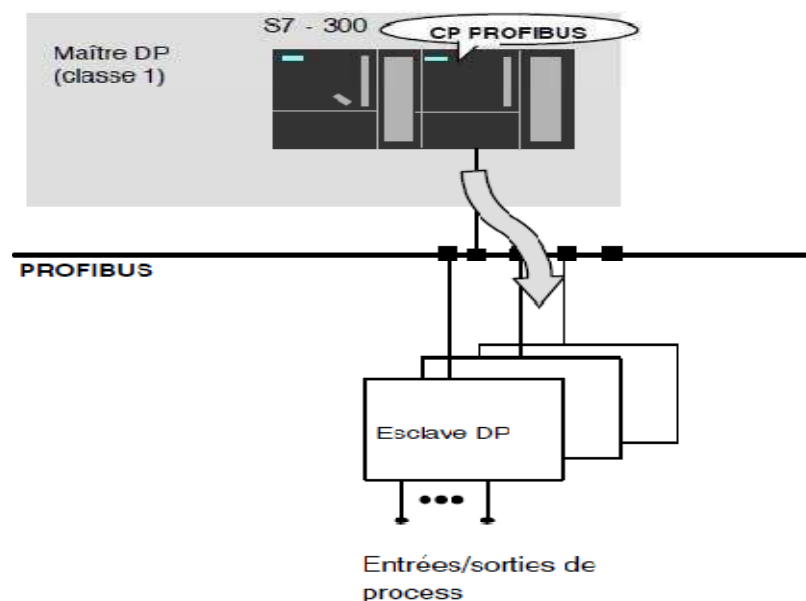


Figure III.12: Configuration de bus avec un CP PROFIBUS comme maître DP [2]

III.7.2.5.2. Configuration de réseau en mode esclave DP

Un automate SIMATIC S7-300 avec CP PROFIBUS en mode esclave DP convient pour les applications nécessitant sur site un prétraitement intelligent des signaux de procès.

La figure ci-dessous présente un CP PROFIBUS comme esclave DP avec d'autres μ appareils pouvant être utilisés comme maître DP.

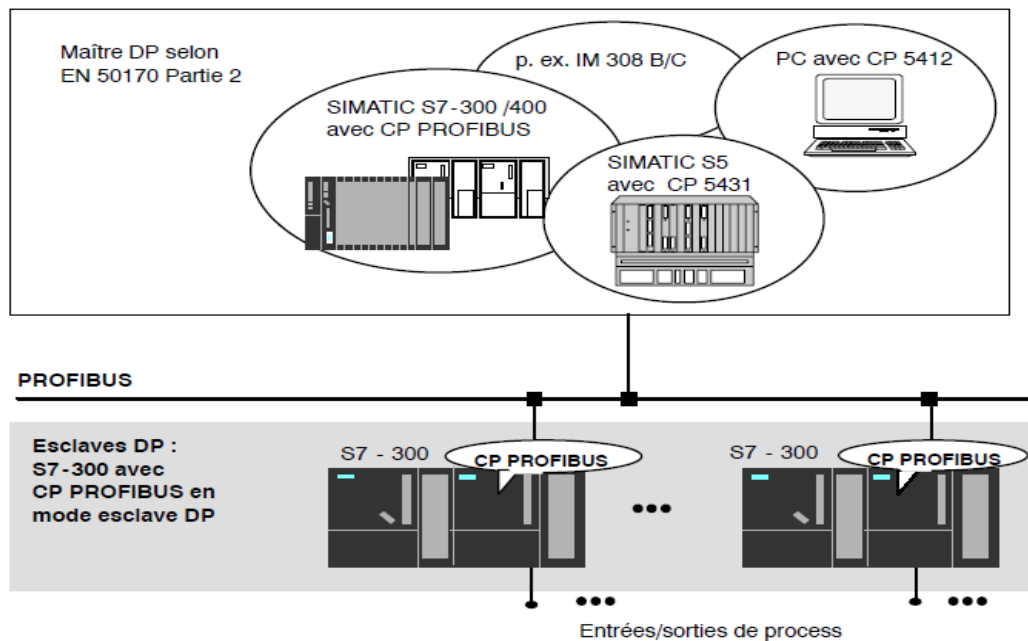


Figure III.13 : Configuration de réseau avec un automate SIMATIC S7-300 comme esclave DP [2]

III.7.2.6. Mécanisme de protection

III.7.2.6.1. En maître DP

Le maître effectue une surveillance temporisée du transfert des données utiles pour chacun de ses esclaves. Il vérifie pendant le temps de contrôle des données (Data Control Time), si au moins un transfert de données utiles avec l'esclave s'est bien passé. Si tel n'est pas le cas, l'utilisateur en est informé, Si le mode de gestion automatique des erreurs est activé. Le maître abandonne l'état opérant (Operate) et connecte toutes les sorties des esclaves dans l'état de sécurité.

III.7.2.6.2. En esclave DP

L'esclave effectue une surveillance de communication concernant les erreurs du maître ou les erreurs de transmission. S'il détecte que, pendant un intervalle de temps défini, il n'y a pas eu de trafic de données avec le maître DP correspondant, l'esclave DP connecte toutes les sorties indépendamment dans l'état de sécurité.

Discussion

Au cours de ce chapitre nous avons présenté l'API S7-300 ainsi que les différents modules qui le constituent et ses interfaces de communication, le S7-300 est largement utilisé dans l'industrie moderne, vu son grand nombre des entrées/sorties, sa fréquence d'exécution qui satisfait pleinement les exigences des systèmes automatisés actuels.

Il a souvent été une solution économique fiable pour la réalisation et l'automatisation des différents processus, il assure plusieurs avantages dont nous pouvons énumérer :

- ✓ Facilité d'implantation dans le milieu industriel
- ✓ Optimisation et amélioration du taux de production
- ✓ Flexibilité et possibilité d'utilisation dans larges domaines d'applications

Chapitre IV

Langage de programmation STEP 7 et création de programme

Introduction

La programmation des automates de la famille S7 se fait par la console de programmation ou PC et sous un environnement WINDOWS, via le langage de programmation STEP 7.

IV.1. Définition de logiciel STEP 7

Le logiciel STEP7 est un outil de base pour la configuration et la programmation des systèmes d'automatisation SIMATIC.

Le STEP7 offre les fonctions suivantes pour l'automatisation d'une installation :

- Création des projets
- Configuration et paramétrage du matériel
- Elaboration des programmes
- Configuration des liaisons de communication
- Test et mise en oeuvre des programme

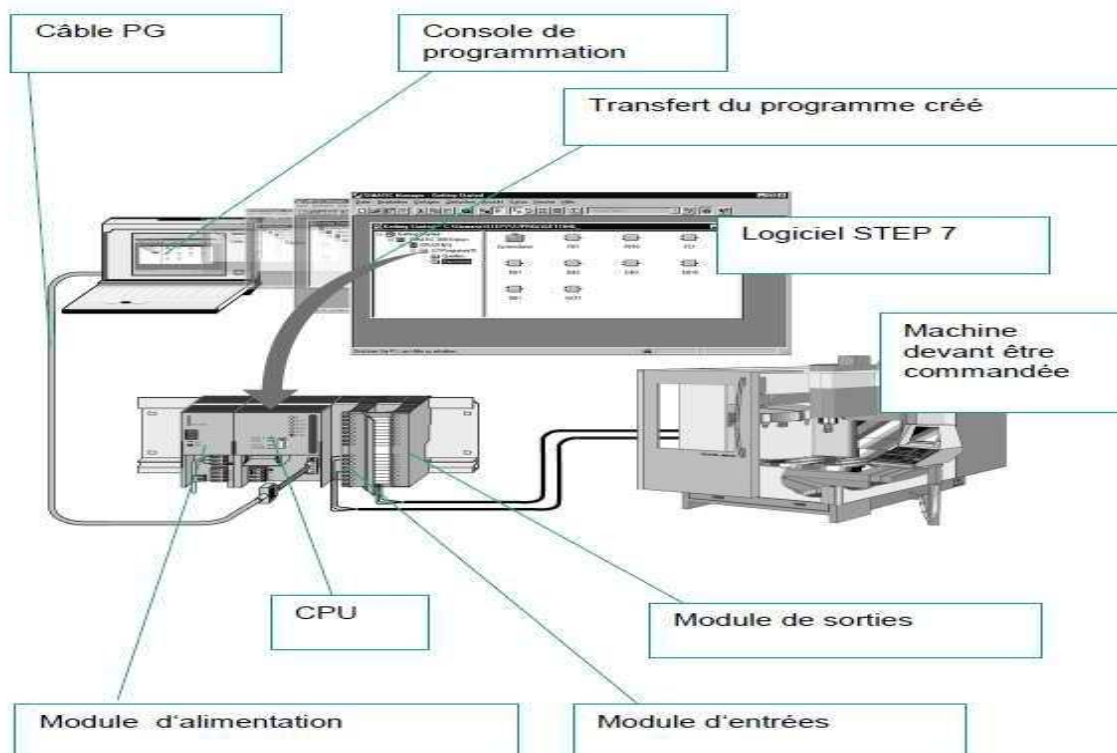


Figure IV.1 : Vue d'ensemble de l'automate [2]

IV.2. différents modes de programmation

Un programme dans le logiciel STEP7 peut être réalisé en trois modes différents :

IV.2.1. Mode contact (CONT)

C'est un langage de programmation graphique, intégré dans le STEP 7. La syntaxe des instructions ressemble à un schéma des circuits et permet de suivre sans difficulté le parcours des signaux entre les barres d'alimentation, à travers les contacts, les éléments complexes et les bobines.

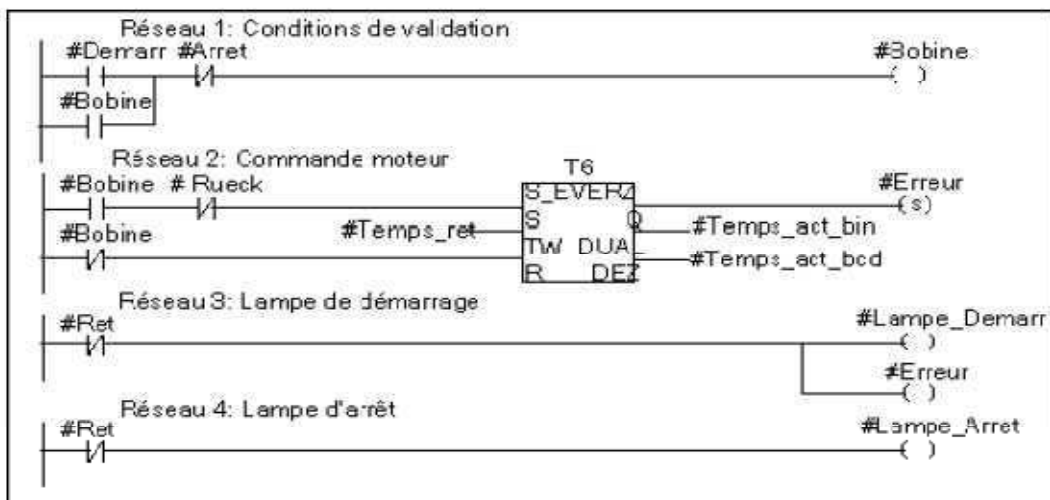


Figure IV.2 : Schéma à contact [2]

IV.2.2. Mode Logigramme (LOG)

C'est un langage de programmation qui utilise des pavés logiques. Tout comme dans le schéma à contact, il est possible de suivre le trajet du courant parcourant les fonctions.

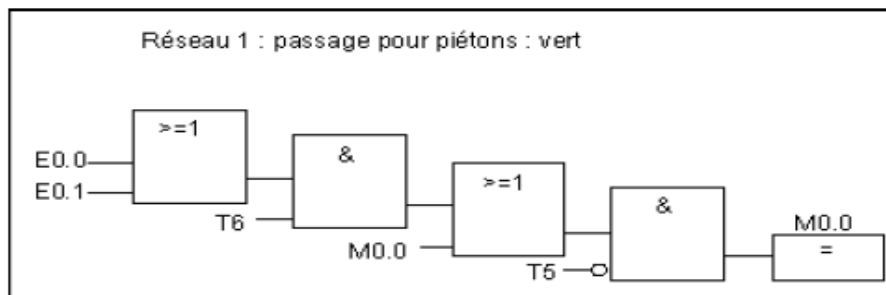


Figure IV.3 : Schéma LOG [2]

IV.2.3. Mode Liste d'instruction (LIST)

C'est un langage de programmation littéral. Intégré dans le STEP 7. La syntaxe des instructions est très proche du langage machine. Cette forme de représentation permet de programmer librement et de manière détaillée des opérations complexes.

Les programmes en **CONT** ou en **LOG** sont en principe toujours traduisibles en LIST. Dans la mémoire du programme de l'automate, le programme est toujours stocké en LIST (plus exactement en langage machine).

```

Réseau 1 : Comm ande soupape de vidange
U(
O
O #Bobine
)
UN #Ferner
= #Bobine
Réseau 2 : Indication "Soupape ouverte"
U #Bobine
= #Indic_Ouverte
Réseau 3 : Indication "Soupape fermée"
UN #Bobine
= #Indic_Fermee
```

Figure IV.4 : schéma LIST [2]

IV.3. Les blocs de STEP 7

IV.3.1. Bloc système

Ce sont des blocs qui seront appelés par le programme utilisateur en cas de besoin, ce bloc système contient les blocs suivants :

IV.3.1.1. Bloc fonctionnel système (SFB)

Le (SFB) est un bloc fonctionnel intégré à la CPU S7, ils ne sont pas chargés en tant que partie de programme. Les SFB sont des blocs avec mémoire. On doit donc également créer pour les SFB des blocs de données d'instances qu'on peut les charger dans la CPU en tant que partie du programme. La CPU propose des SFB pour la communication via des liaisons configurées.

IV.3.1.2. Fonction système (SFC)

Une fonction système (SFC) est une fonction préprogrammée et intégrée dans la CPU S7, On peut l'appeler à partir de notre programme utilisateur. Elles ne sont pas chargées en tant que partie du programme. Les SFC constituent des blocs sans mémoire.

Les CPU S7 proposent des fonctions systèmes pour :

- Le contrôle de programme.
- L'adressage des modules.
- Le transfert d'enregistrements logiques.
- La périphérie décentralisée.
- La gestion des alarmes horaires et temporisées.
- La communication par données globales.

IV.3.1.3. Bloc de données système SDB

C'est une zone de mémoire dans le programme, configurée par différentes applications de STEP 7 pour le stockage des données dans le système d'automatisation.

IV.3.2. Bloc d'utilisateurs**IV.3.2.1. bloc d'organisation (OB)**

Les blocs d'organisation (OB) constituent l'interface entre le système d'exploitation et le programme utilisateur. Ils sont appelés par le système d'exploitation et gèrent le traitement de programme cyclique et déclenché par alarme, ainsi que le comportement à la mise en route de l'automate programmable et le traitement des erreurs.

Les OB définissent l'ordre dans lequel les différentes parties du programme sont traitées. L'exécution d'un OB peut être interrompue par l'appel d'un autre OB. Cette interruption se fait selon la priorité : les OB de priorité plus élevée interrompent les OB de priorité plus faible.

❖ Exemple de traitement de programme déclenché par événement

Le traitement de programme cyclique peut être interrompu par des événements déclencheurs précis : les alarmes. En présence d'un tel événement, le bloc en cours d'exécution est interrompu à la fin de l'instruction et le bloc d'organisation associé à l'événement déclencheur est traité. Le traitement du programme cyclique reprend ensuite au point d'interruption

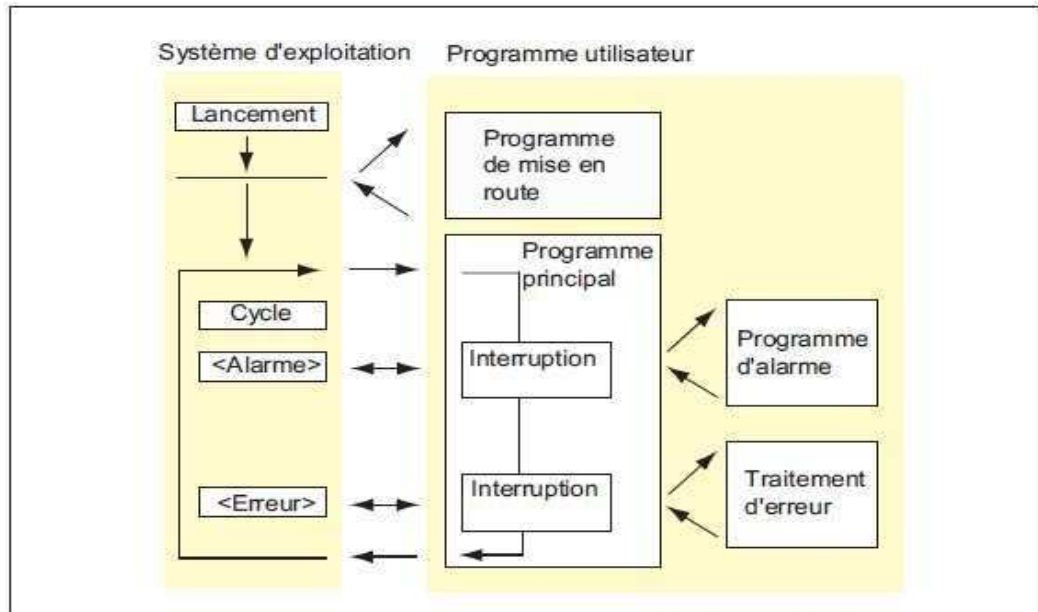


Figure IV.5 : Traitement du programme avec possibilité d'interruption [2]

IV.3.2.2. Bloc de données DB

Les DB sont utilisés pour la mise à la disposition de l'espace mémoire pour des variables de type données. On a deux types de blocs :

a). blocs de données d'instances

Un bloc de données d'instances est associé à chaque appel de bloc fonctionnel transmettant des paramètres. Ce bloc de données contient les paramètres effectifs et les données statiques de FB. On appelle instance l'appel d'un bloc fonctionnel. Si par exemple un bloc fonctionnel est appelé cinq fois dans le programme utilisateur S7, il existe cinq instances de ce bloc.

b). blocs de données globaux

Ils servent à l'enregistrement de données utilisateurs : ils contiennent des données variables que le programme utilisateur utilise.

Il est possible d'ouvrir simultanément un DB global et un DB d'instance. La figure ci-après présente les différents accès aux blocs de données.

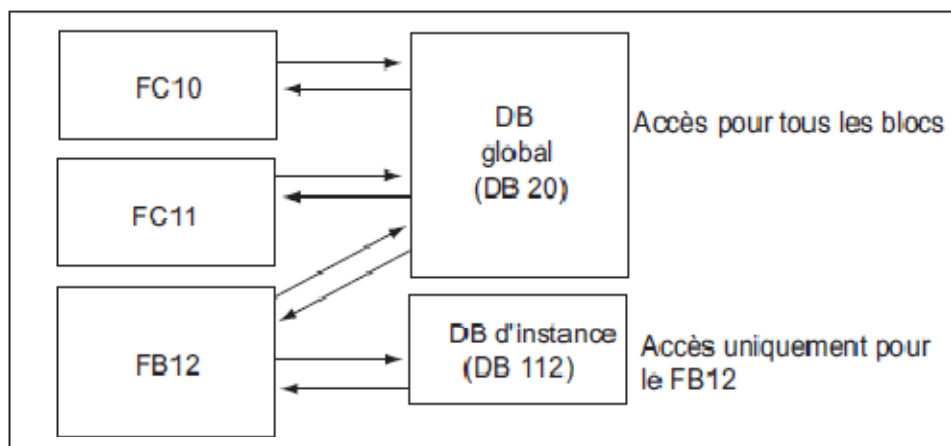


Figure IV.6 : Les différents accès aux blocs de données [2]

IV.3.2.3. blocs fonctionnels (FB)

Un bloc fonctionnel est un bloc avec rémanence. Un bloc de données d'instance est associé à chaque FB constituant la mémoire, les paramètres transmis du FB ainsi que les variables statiques sont sauvegardés dans le bloc de données d'instance et ne sont pas perdues à l'achèvement du traitement de FB.

IV.3.2.4. Fonctions FC

Une fonction est un bloc de code sans mémoire. Les variables temporaires d'une fonction sont sauvegardés dans la pile des données locales. Ces données sont perdues à l'achèvement de la fonction. Les fonctions FC peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde des données.

IV.4. L'adressage des modules du S7-300

IV.4.1. Adressage des modules axé sur les emplacements

Dans le cas de cet adressage (adressage par défaut), une adresse initiale de module est affectée à chaque numéro d'emplacement. Selon le type de module.

IV.4.2. Adressage absolu des modules des signaux

Dans ce cas d'adressage, on peut affecter à chaque module (SM, FM, CP) l'adresse de notre choix. cet adressage sera réalisé dans le STEP7.

a). Adressage des modules TOR

L'adressage d'une entrée ou une sortie est constitué d'une adresse d'octets et d'une adresse de bit.

- Adresse d'octet dépend de l'adresse de début de module
- L'adresse de bit est indiquée sur le module

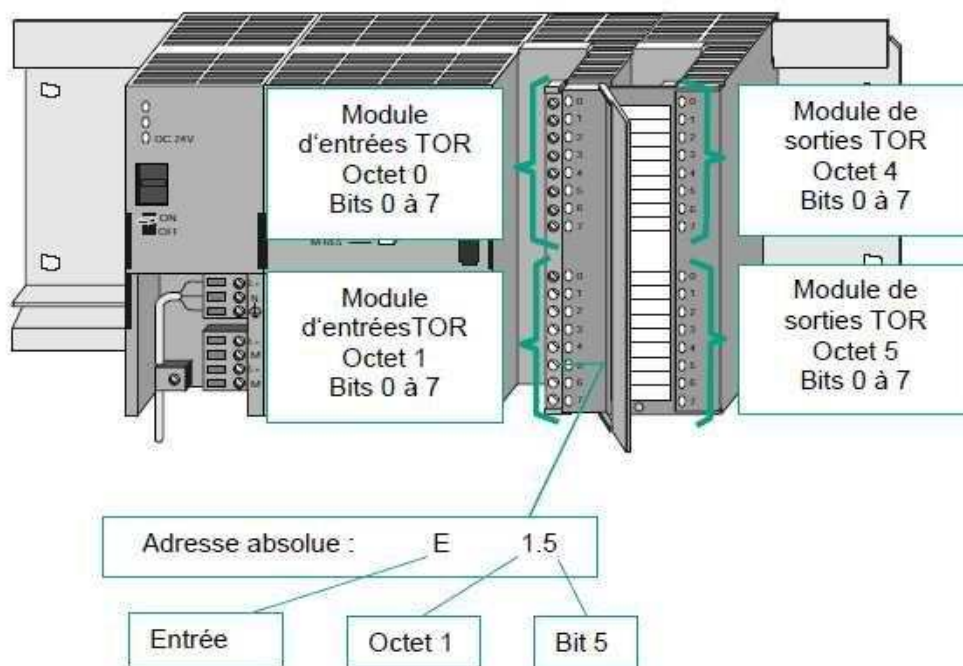


Figure IV.7 : Adressage des entrées/sorties d'un module [2]

b). Adressage des modules analogique

Les valeurs analogiques sont lues et produites comme des mots d'informations dans l'automate. L'adressage d'une voie d'entrée ou sortie analogique est toujours une adresse de mots, l'adressage de la voie dépend de l'adresse de début du module. Si le premier module analogique occupe l'emplacement 4, l'adresse de début par défaut est 256. Les voies d'entrée et de sortie analogique d'un module d'E/S analogique ont la même adresse de début.

IV.4.3.Mémentos

Les mémentos sont utilisés pour les opérations internes à l'automate pour lesquelles l'émission d'un signal n'est pas nécessaire. Les mémentos sont des bistables servent à mémoriser les états logique **0** ou **1**.

Chaque automate programmable dispose d'un grand nombre de mémentos. On programme ces derniers comme des sorties.

IV.5. Traitement du programme par l'automate

La CPU traite le programme d'une manière cyclique en plusieurs phases :

Phase 1 : le système d'exploitation démarre la surveillance de temps de cycle.

Phase 2: la CPU lit l'état des entrées dans les modules d'entrées et met à jour la mémoire image des entrées.

Phase 3 : dans cette étape la CPU exécute des instructions de programme utilisateur.

Phase 4 : la CPU écrit les résultats dans la mémoire image de sorties, puis elle transfère ces derniers vers les modules de sortie.

Phase 5 : à la fin de cycle, le système d'exploitation exécute les travaux en attente, tel que le chargement et l'effacement des blocs ou la réception et l'émission de données globales.

Phase 6 : la CPU revient alors au début du cycle et démarre à nouveau la surveillance du temps de cycle. Le schéma suivant illustre le cycle de programme.

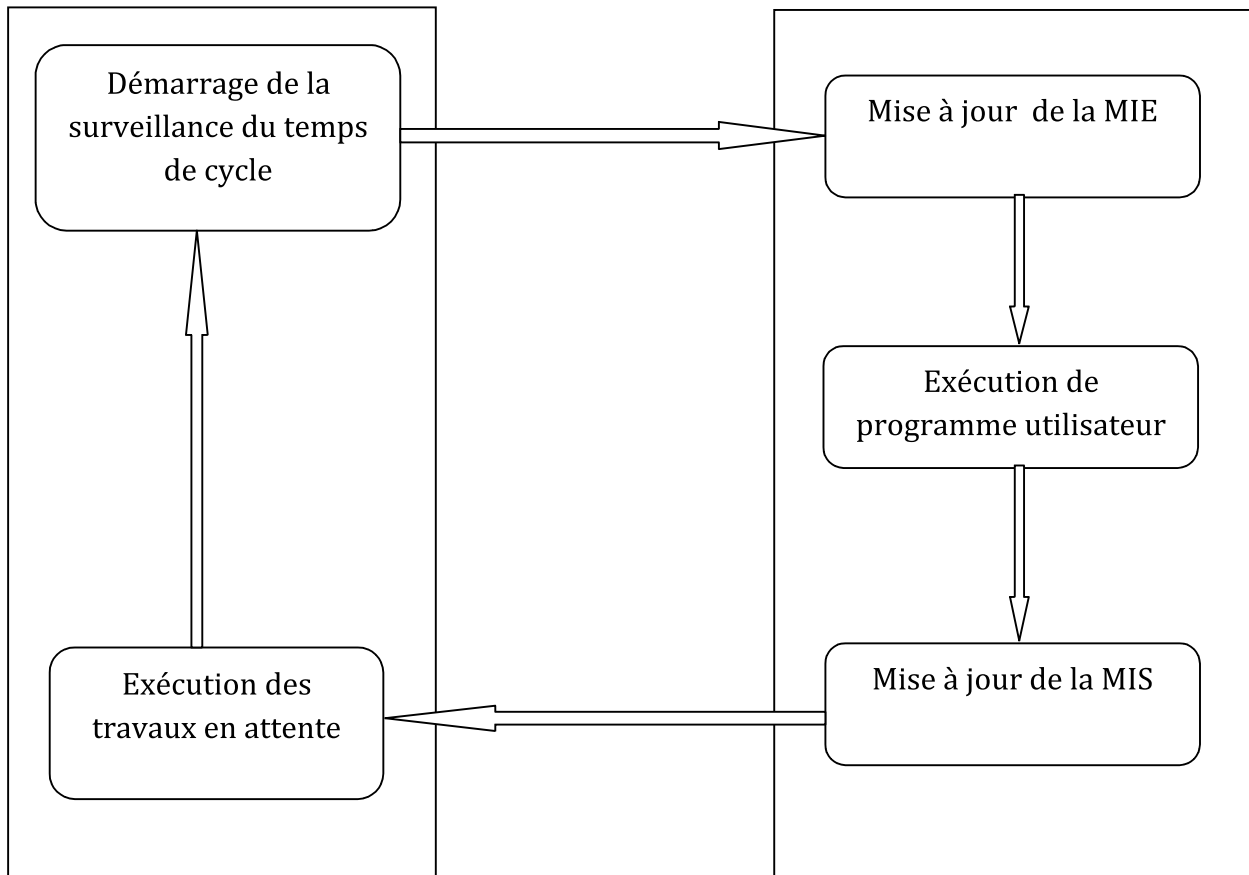


Figure IV.8 : exécution cyclique de programme [8]

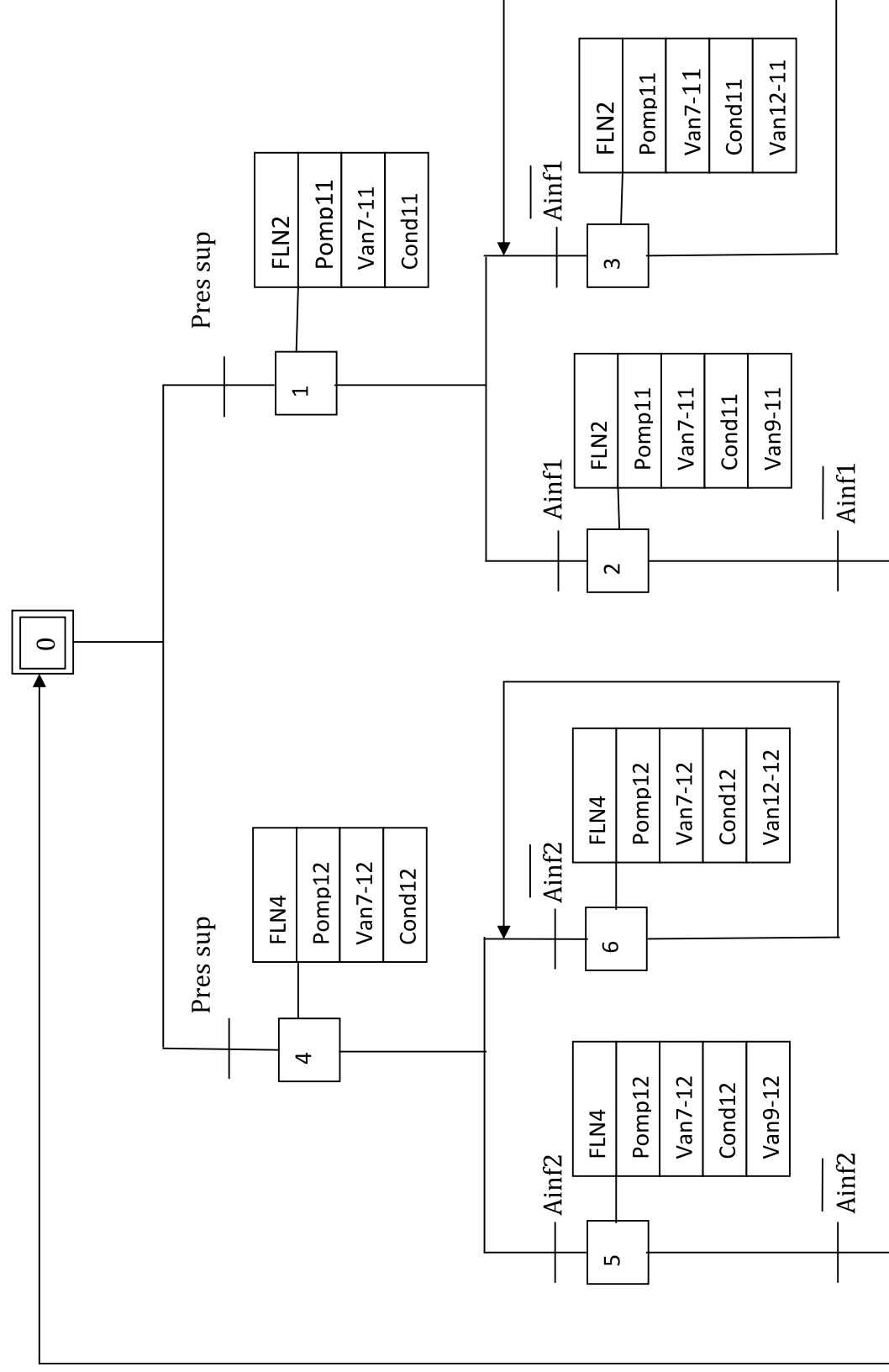


Figure IV.9 : GRAFCET de procédé de production pour les deux filtres UA11B001et UA12B001

IV.6. implémentation du projet sous STEP 7

Un projet permet de regrouper l'ensemble des programmes et données nécessaires à réaliser une tâche d'automatisation. Ces données englobent en particuliers :

- Les données de configuration pour la configuration matérielle et les données de paramétrage pour les modules.
- Les données de configuration pour la communication par réseau.
- Les programmes pour les modules programmables.

Pour créer un projet sous STEP 7, on dispose d'une certaine liberté d'actions. On effectue deux solutions possibles :

- Solution 1 : commencer par la configuration matérielle.
- Solution 2 : commencer par la création du programme.

Le schéma suivant illustre les deux solutions possibles lors de la conception d'une solution d'automatisation.

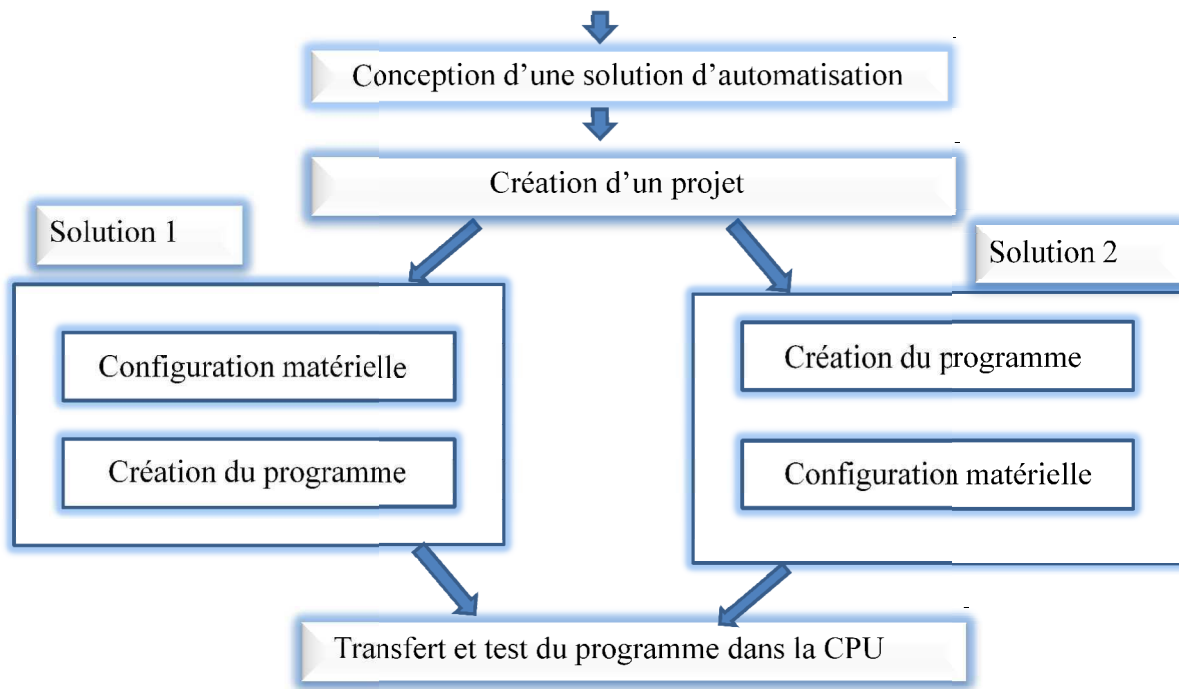



Figure IV.10 : les solutions possibles la création d'un programme sous STEP7 [2]

Toutefois, il est recommandé de commencer par la configuration matérielle pour les installations qui contiennent beaucoup d'entrées et de sorties.

On clique sur SIMATIC Manager  qui fait lancer l'assistant de STEP 7. celle-ci a pour but d'assister l'utilisateur dans la création de son projet.

La figure suivante illustre notre projet créé par l'assistant STEP 7.

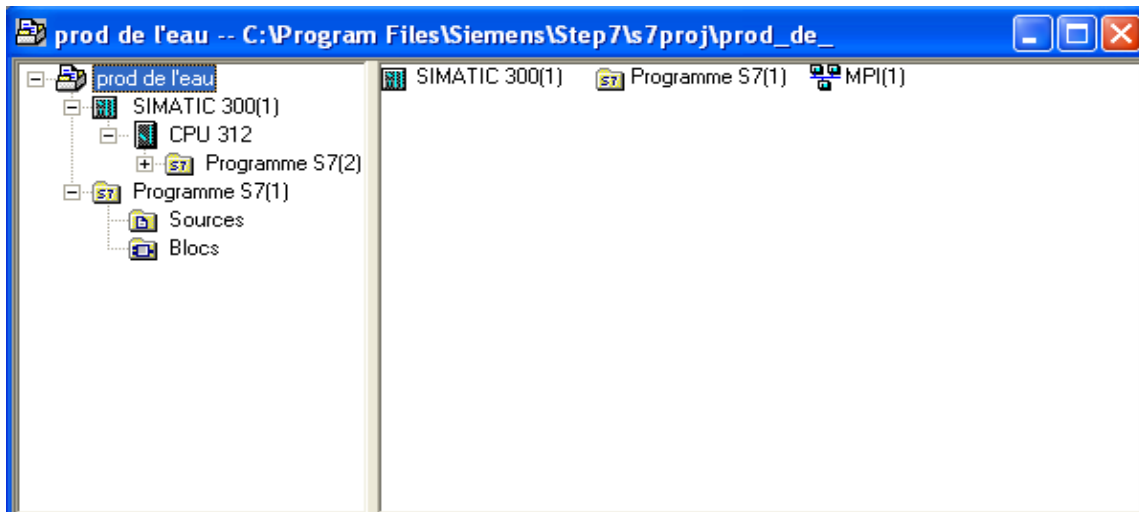


Figure IV.11: Structure du projet

IV.6.1. Configuration matérielle :

La configuration matérielle consiste à la disposition des différents modules et appareils de la périphérie centralisée sur le châssis.

Dans notre configuration, nous avons opté pour l'utilisation d'un module d'alimentation PS 307 2A, une CPU 312, un module d'entrée TOR et un module de sortie TOR (pour la production).

Le choix de notre configuration matérielle est justifié par le nombre d'entrée / sorties que possède le procédé de production (5 entrées et 18 sorties).

La figure suivante illustre la configuration matérielle de notre projet ;

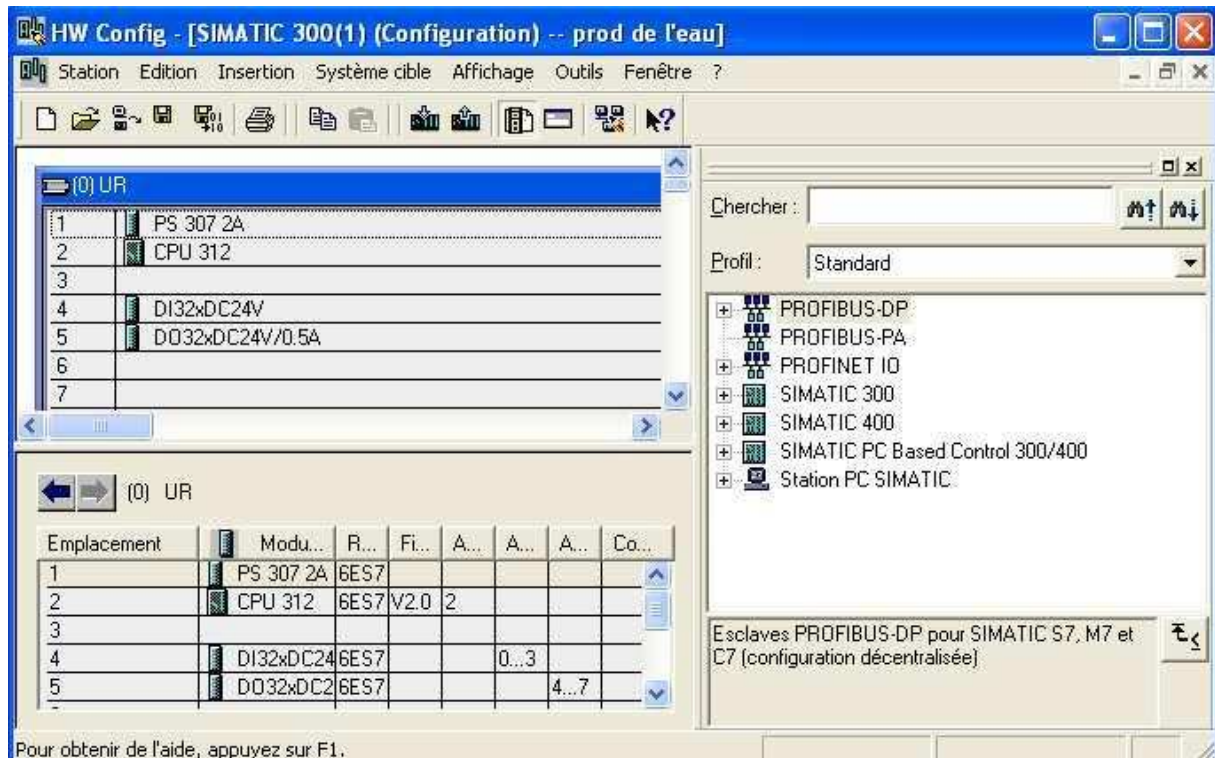


Figure IV.13 : Configuration matérielle de l'API S7-300 choisi

IV.6.2. Création de la table des mnémoniques :

Les mnémoniques sont destinées à rendre le programme utilisateur lisible et à se retrouver facilement dans le cas de grand nombre de variables. Ces mnémoniques remplacent les entrées et les sorties. Le type de données inscrit automatiquement dans la table des mnémoniques indique à la CPU le type du signal qu'elle a à traiter.

The screenshot shows a software window titled 'Editeur de mnémoniques - [Programme S7(1) (Mnémoniques) -- prod de l'eau]'. The window contains a table with the following data:

	Etat	Mnémonique	Opérande	Type de d	Commentaire
1		Ainf1	E 0.2	BOOL	Conductivité inférieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA11B001
2		Ainf2	E 0.3	BOOL	Conductivité inférieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA12B001
3		Alarm1	A 5.6	BOOL	Alarme de pression inférieur à 2bars pour le filtre UA11B001
4		Alarm2	A 5.7	BOOL	Alarme de conductivité supérieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA11B001
5		Alarm3	A 6.0	BOOL	Alarma de pression inférieur à 2bars pour le filtre UA12B001
6		Alarm4	A 6.1	BOOL	Alarme de conductivité supérieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA12B001
7		Bp1	E 0.0	BOOL	Bouton possoire de damarrage de filtre UA11B001
8		Bp2	E 0.1	BOOL	Bouton possoire de demarrage de filtre UA12B001
9		Cond11	A 5.4	BOOL	Conductivimètre UA11A001 en marche
10		Cond12	A 5.5	BOOL	Conductivimètre UA12A001 en marche
11		FLN1	A 4.0	BOOL	Filtre UA11B001 en AUTO

At the bottom of the window, there is a status bar that reads: 'Pour obtenir de l'aide, appuyez sur F1.'

Figure IV.14 : table des mnémoniques

IV.6.3. Création de programme :

Après la création du projet, de la configuration matérielle et de la table des mnémoniques, on passe à la programmation de notre procédé avec le mode « CONT ».

Dans le bloc OB1 dont on a programmé le procédé de production de l'eau déminéralisée, on donne un exemple de programmation de premier réseau « démarrage de la station » comme montre la figure suivante :

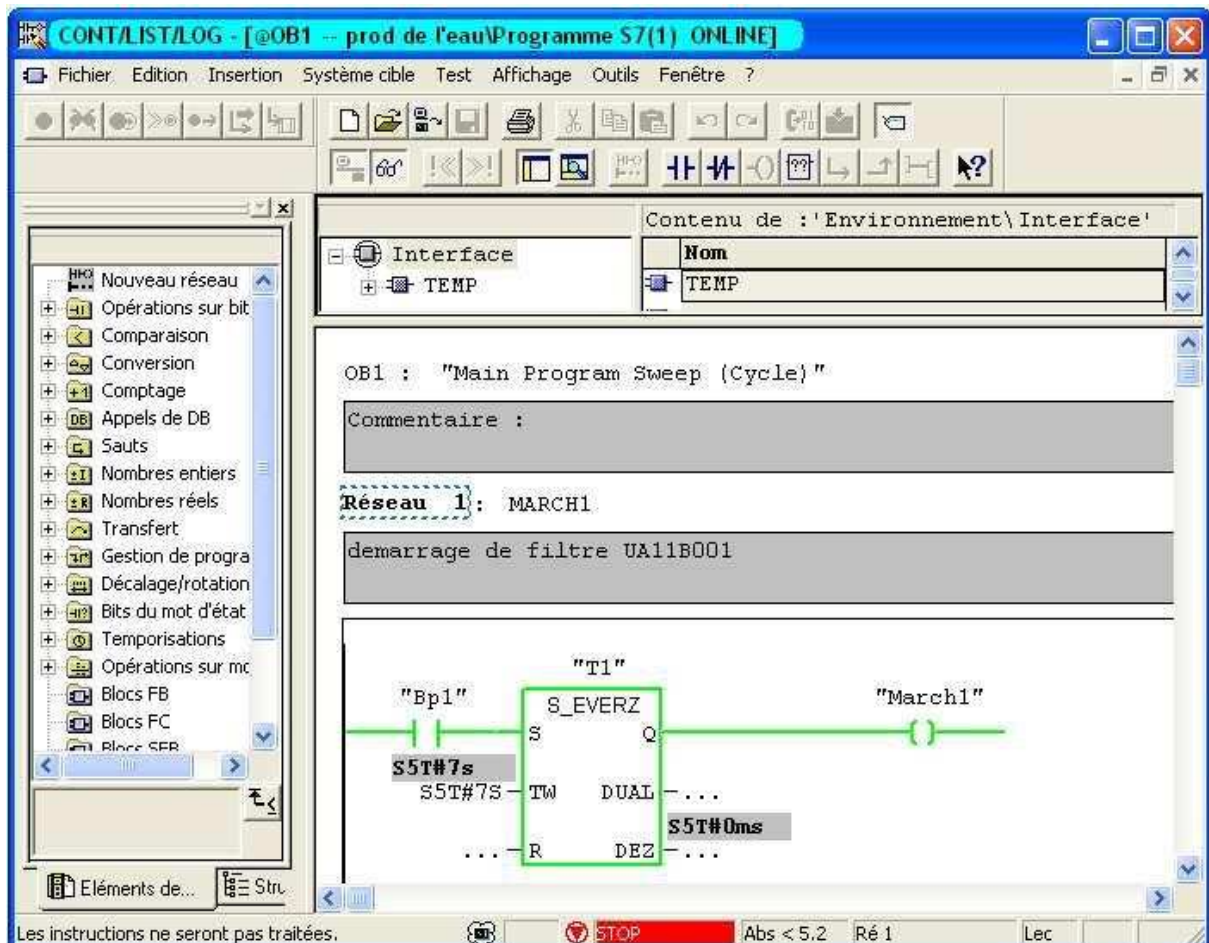


Figure IV.15 : exemple de programmation de premier réseau « démarrage de filtre UA11B001 »

IV.6 .4. Simulation et visualisation de programme avec le logiciel S7-PLCSIM

Après la programmation sous STEP S7 des différentes étapes et réceptivité, nous avons complété notre travail par une simulation du bon fonctionnement de l'automatisme et cette simulation est faite avec le logiciel S7-PLSIM.

L'objectif de ce logiciel est le test des programmes STEP7 pour les automates S7-300 et S7-400 qu'on ne peut pas tester immédiatement sur le matériel car son application peut occasionner des dommages matériels ou blessures corporelles en cas d'erreurs de programmes. La simulation permet de supprimer ces erreurs pendant le test de simulation.


S7-PLCSIM dispose d'une interface simple permettant de visualiser et de forcer les différents paramètres utilisés par le programme (comme, par exemple, l'activation ou désactiver des entrées).


❖ Etapes de simulation d'un projet


1-On lance le SIMATIC Manager par un double clic sur son icône







SIMATIC Manager

2- Ouvrir la fenêtre qui contient le projet à simuler 3- Activer le logiciel de simulation en cliquant sur l'icône  ou sélectionner la commande **Outils > Simulation de module**. Cela lance l'application S7-PLCSIM et ouvre une fenêtre CPU.

4- charger le programme en cliquant sur l'icône  ou choisir la commande **système cible > charger**


5- cliquer sur l'icône  pour créer une nouvelle fenêtre pour visualiser les informations provenant de l'API de simulation.

- Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Entrée**, la fenêtre affiche EBO (Octet d'entrée 0).on peut modifier le numéro d'octet.
- Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Sortie**, la fenêtre affiche ABO (Octet de sortie 0).on peut modifier le numéro d'octet.
- Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion > Memento**, la fenêtre affiche MB0.
- Cliquer sur  ou sélectionner la commande **Insertion > temporisation** pour afficher une fenêtre de temporisation « T ».

6- Mettre la CPU de simulation en marche en cliquant sur l'une des cases à cocher RUN ou RUN-P et activer quelques entrées pour lire l'état des sorties.

7- Visualisation d'état de programme

Après le chargement du programme dans la CPU du simulateur et la mise de cette dernière en mode «RUN », le STEP7 nous permet de visualiser l'état de programme. On

clique sur l'icône  , ou on sélectionne la commande Test > Visualiser.

Discussion

Le logiciel STEP 7 nous a permis de créer le programme de notre système automatisé et le simuler à l'aide de logiciel de simulation S7-PLCSIM.



Conclusion

A l'issue de notre étude, nous avons constaté que la réussite d'une automatisation repose essentiellement, sur une meilleur analyse du procédé à commandé, ainsi que le bon choix de l'automate à utiliser

Pour ce faire, nous avons en premier lieu, étudié le fonctionnement de la centrale et nous avons effectivement porté notre grand intérêt sur le fonctionnement de la station de déminéralisation, suivie d'une étude des différents instruments de mesure.

En suite, nous avons procédé au choix et à la présentation de l'automate programmable S7 300, son langage de programmation et ses interfaces de communication.

De plus, nous avons effectué une simulation du programme élaboré pour automatiser le système à l'aide du logiciel S7-PLCSIM.

On conclut aussi, que pour réussir un projet d'automatisation, il est très important, voir obligatoirement de bien modéliser le procédé qui conduit directement à l'élaboration d'un programme.

Notre étude de thème nous a permis également d'améliorer nos connaissances concernant des automates programmables industriels et de maîtriser leurs programmations.

En fin, nous espérons que ce travail puisse apporter un plus est constituer un support supplémentaire aux promotions avenir et aux techniciens de la centrale thermique de CAP-DJINET.



Annexe

Propriétés de la table des mnémoriques

Nom : Mnémoriques
 Auteur :
 Commentaire :
 Date de création : 07/09/2010 15:26:25
 Dernière modification : 19/09/2010 11:26:23
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoriques
 Nombre de mnémoriques : 35/35
 Dernier tri : Mnémorique ordre croissant

Etat	Mnémorique	Opérande	Type de données	Commentaire
	Ainf1	E 0.2	BOOL	Conductivité inférieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA11B001
	Ainf2	E 0.3	BOOL	Conductivité inférieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA12B001
	Alarm1	A 5.6	BOOL	Alarme de pression inférieur à 2bars pour le filtre UA11B001
	Alarm2	A 5.7	BOOL	Alarme de conductivité supérieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA11B001
	Alarm3	A 6.0	BOOL	Alarme de pression inférieur à 2bars pour le filtre UA12B001
	Alarm4	A 6.1	BOOL	Alarme de conductivité supérieur à 0,1uS/cm pour le filtre UA12B001
	Bp1	E 0.0	BOOL	Bouton possor de démarrage de filtre UA11B001
	Bp2	E 0.1	BOOL	Bouton possor de démarrage de filtre UA12B001
	Cond11	A 5.4	BOOL	Conductivimètre UA11A001 en marche
	Cond12	A 5.5	BOOL	Conductivimètre UA12A001 en marche
	FLN1	A 4.0	BOOL	Filtre UA11B001 en AUTO
	FLN2	A 4.1	BOOL	Filtre UA11B001 en marche
	FLN3	A 4.2	BOOL	Filtre UA12B001 en AUTO
	FLN4	A 4.3	BOOL	Filtre UA12B001 en marche
	M0	M 0.0	BOOL	Memonto
	M1	M 0.1	BOOL	Memonto
	M2	M 0.2	BOOL	Memonto
	M3	M 0.3	BOOL	Memonto
	M4	M 0.4	BOOL	Memonto
	M5	M 0.5	BOOL	Memonto
	M6	M 0.6	BOOL	Memonto
	M7	M 0.7	BOOL	Memonto
	March1	M 1.0	BOOL	Memonto
	March2	M 1.1	BOOL	Memonto
	Pomp11	A 4.4	BOOL	Pompe UA11 D001 en marche
	Pomp12	A 4.5	BOOL	Pompe UA12 D001 en marche
	Pres sup	E 0.4	BOOL	Pression supérieur à 2bars
	T1	T 1	TIMER	
	T2	T 2	TIMER	
	Van12-11	A 4.7	BOOL	Vanne UA11S012 ouverte
	Van12-12	A 5.2	BOOL	Vanne UA12S012 ouverte
	Van7-11	A 4.6	BOOL	Vanne UA11S007 ouverte
	Van7-12	A 5.1	BOOL	Vanne UA12S007 ouverte
	Van9-11	A 5.0	BOOL	Vanne UA11S009 ouverte
	Van9-12	A 5.3	BOOL	Vanne UA12S009 ouverte

OB1 - <offline>

""

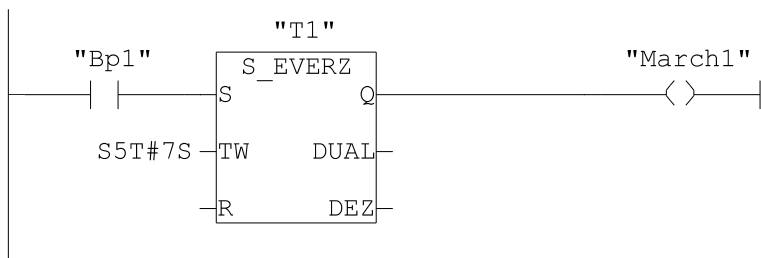
Nom : **Famille :**
Auteur : **Version :** 0.1
Version de bloc : 2
Horodatage Code : 17/09/2010 13:44:59
Interface : 15/02/1996 16:51:12
Longueur (bloc/code /données locales) : 00386 00206 00020

Nom	Type de données	Adresse	Commentaire
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Bloc : OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Réseau : 1 MARCH1

demarrage du filtre UA11B001



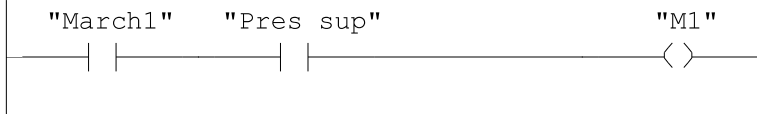
Réseau : 2

le filtre UA11B001 en Automatique



Réseau : 3 Memento

Réalisation de l'etape (1)



Réseau : 4

Alarme de pression inferieur à 2bars pour le filtre UA11B001



Réseau : 5

filtre UA11B001 en marche



Réseau : 6

La pompe UA11D001 en marche



Réseau : 7

l'ouverture de la vanne UA11S001



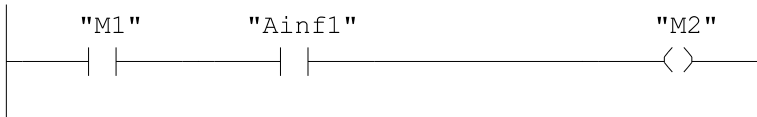
Réseau : 8 Conductivimètre UA11A001 en marche

le conductivimètre UA11A001 en marche



Réseau : 9 memonto

Réalisation de l'etape (2) "production de l'eau déminéralisée" pour le filtre UA11B001



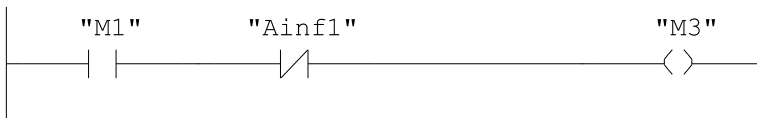
Réseau : 10

Alarme de conductivité supérieur à 0,1us/cm pour le filtre UA11B001



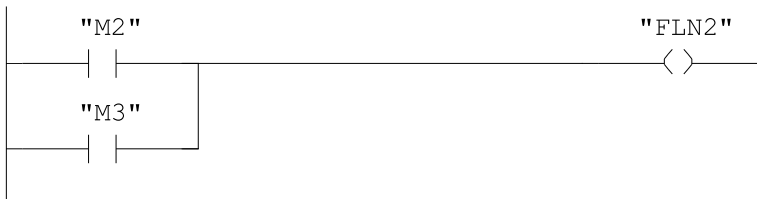
Réseau : 11 memonto

Réalisation de l'etape (3) "recirculation de l'eau" pour le filtre UA11B001



Réseau : 12

le Filtre UA11B001 en marche



Réseau : 13

la Pompe UA11D001 en marche



Réseau : 14

la Vanne UA11S007 ouverte



Réseau : 15

Conductivimètre UA11A001 en marche



Réseau : 16

l'ouverture de la vanne UA11S009



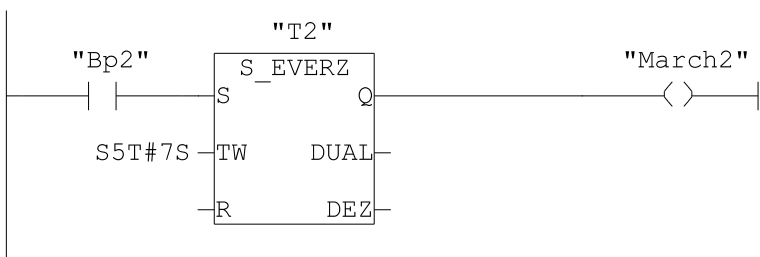
Réseau : 17

L'ouverture de la vanne UA11S0012



Réseau : 18

demarrage du filtre UA12B001



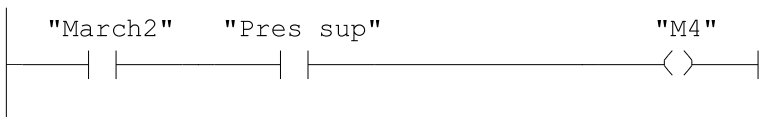
Réseau : 19

le filtre UA12B001 en Automatique



Réseau : 20

Réalisation de l'etape (4)



Réseau : 21

Alarme de pression inferieur à 2bars pour le filtre UA12B001



Réseau : 22

Le fltre UA12B001 en marche



Réseau : 23

La pompe UA12D001 en marche



Réseau : 24

la vanne UA12S007 ouverte



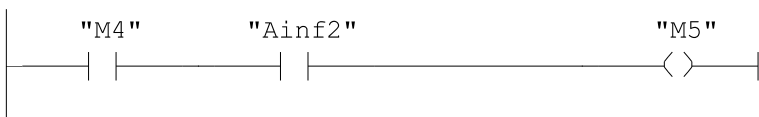
Réseau : 25

le conductivimètre UA12A001 en marche



Réseau : 26 Memento

Réalisation de l'etape (5) "production de l'eau déminéralisée" pour le filtre UA12B001



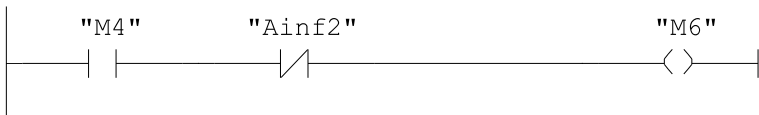
Réseau : 27

Alarme de conductivité superieur à 0,1uS/cm pour le liltre UA12B001



Réseau : 28 Memento

Réalisation de l'etape (6) "Recirculation de leau" pour le filtre UA12B001



Réseau : 29

le filtre UA12B001 en marche



Réseau : 30

la Pompe UA12D001 en marche



Réseau : 31

la Vanne UA12S007 ouverte



Réseau : 32

le Conductivimètre UA12A001 en marche



Réseau : 33

la Vanne UA12S009 ouverte



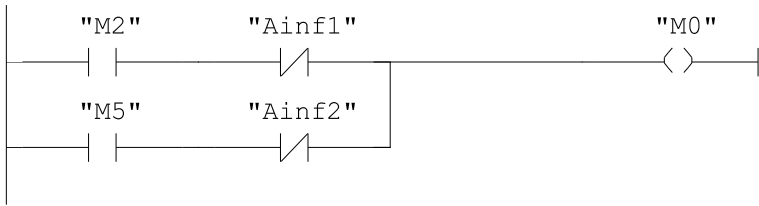
Réseau : 34

la Vanne UA12S012 ouverte



Réseau : 35 Memento

Réalisation de l'étape (0) "démarrage de la station"



Système de repérage

	Type de matériel
UA	Installation de déminéralisation
UB	Déminéralisation et filtration de l'eau d'appoint
UC	Neutralisation
UD	Alimentation en eau déminéralisée
UE	Alimentation en eau brute
UK	Alimentation en eau potable
UW	Installation de chauffage
WJ	Distillat
C	Pour régulation
I	Indicateur de mesure
R	Enregistrement de mesure
Z	Poste de comptage
Ah	Valeur limité d'alarme haut
Al	Valeur limite d'alarme bas
K	Correction
SH	Contrôle commande valeur limite haut
SL	Contrôle commande valeur limite bas
M	Consignateur d'état
F	Position pour protection
W	Mesure de garantie



Le vue satellitaire de la centrale



Bibliographie

Bibliographie

Documentation technique

[1] : KWU (documentation interne de SONELGAZ)

[2] : Documentation technique de SIEMENS, STEP 7 version 5.4

Les sites internet

[3] : www.siemens.com

[4] : <http://www.courselec.free.fr>

Les mémoires de fin d'études

[5] : Thèse ING AUT 01 2007 « UMMTO » : Développement d'une solution de commande et de supervision « on ligne » de l'unité de dessalement de SONELGAZ (Cap-Djinet) à base d'un automate programmable S7-300.

[6] : Thèse ING ELN 39 2007 « UMMTO » : Automatisation d'une station de production d'hydrogène de la centrale thermique-Electrique de Cap-Djinet par un automate programmable S7-300.

Les ouvrages

[7] : « J.M FANCHON » Automatismes industriels (auto 25)

Automate programmable industriel P, JAQUARD, S.SANDR

[8] : « G.MICHEL » Les API, architecture et application des automates programmables industriels ». Edition 1988.DUNOD.

[9] : R.DAVID H. ALLA « Du GRAFCET aux réseaux de pétri » édition HERMES

Résumé

Présentation de la centrale

La centrale de Cap-Djinet est une station thermique électrique ayant pour objet la production de l'énergie électrique, elle contient une station de pompage, une station de dessalement d'eau de mer, une station de déminéralisation et quatre tranches identiques de production de l'énergie.

Fonctionnement de la tranche thermique

Nous entendons par tranche thermique les différentes transformations énergétiques (eau-vapeur) pour arriver à la production d'électricité en passant par plusieurs éléments (Chaudière, turbine, alternateur).

L'objectif de déminéralisation

Avoir l'eau pure de conductivité inférieure à $0,1\mu\text{s}/\text{cm}$ et la teneur en acide silicique SiO_2 inférieure à $0,02\text{ mg/l}$.

L'unité de déminéralisation possède trois procédés : le procédé de production, le procédé de régénération et le procédé de neutralisation. Nous avons automatisé le procédé de production.

Fonctionnement de procédé de production

L'un des deux filtres en service l'autre en réserve, le filtre comprend le mélange d'échangeurs cationique et anioniques, en service l'eau coule d'en haut vers le bas à travers la couche des résines, les cations de l'eau sont absorbés par la résine cationiques et échange contre « H-ions » et les anions sont absorbés par la résine anionique et échange contre « OH-ions ».

En suite l'eau déminéralisée produite sera envoyée vers les réservoirs de stockage pour être introduite en appoint dans le fonctionnement de la tranche thermique.

Instrumentation de l'unité

Les capteurs sont les premiers éléments d'une chaîne de mesure, ils prélèvent des informations de la partie opérative (grandeur physique) et les transforment en informations appropriées à leur exploitation par la partie commande (grandeur électrique).

On a étudié dans cette partie les appareils de mesure de l'unité des quatre paramètres physiques industriels les plus importants à savoir : le débit, le niveau, la pression et la conductivité.

L'automatisation consiste à simplifier la logique de commande, réaliser des fonctions complexes et utiliser moins d'appareils de mesures et notre choix s'est orienté vers le SIMATIC S7-300.

L'API S7-300 c'est un automate de conception modulaire fabriqué par la firme SIEMENS destinée à des tâches d'automatisation moyenne et à haute gamme et la programmation des automates programmables de la famille S7, se fait par la console de programmation PG ou PC et sous un environnement WINDOWS, via le langage de programmation STEP7 qui offre les fonctions suivantes

- ❖ Création des projets
- ❖ Configuration et paramétrage
- ❖ Elaboration des programmes
- ❖ Configuration des liaisons de communication

Après la programmation nous avons complété notre travail par une simulation avec le logiciel S7- PLCSIM.