



Sommaire

Introduction Générale.....	6
Chapitre 1 : Présentation de la station.....	8
I. Introduction :.....	9
II. Relation ONEP/ONE :.....	9
III. Mission de l'ONEE :.....	9
IV. L'organigramme :	10
V. Conclusion	11
I. Alimentation moyenne tension :.....	13
II. Postes de transformation :.....	13
1. Introduction.....	13
2. Poste HTA/BT.....	15
3. Postes transformation de la station	19
I. Introduction.....	23
II. Appareil de détection :.....	24
1. Capteur de turbidité TurbiMax W CUS 31 :.....	24
2. Capteur de niveau EchoMax XRS-5 :	24
3. Capteurs de gaz	25
III. Appareil d'affichage et de mesure	25
1. Le turbidimètre 1720 ^E	25
2. Appareils de mesure de pression SITRANS P.....	26
3. Régulateur d'alerte au gaz Conex® DIA-G	27
4. Débitmètres électromagnétiques SITRANS F M MAG 5000/6000	27
5. Appareils de mesure de niveau, SITRANS L.....	28
I. Introduction.....	30
II. Le démarreur progressif :.....	30
6. Définition :.....	30
7. Fonctionnement	30
8. Solution proposé pour la station : Le démarreur progressif SMC™-Flex	31
III. Le variateur de vitesse.....	34
1. Définition :.....	34



2.	Schéma interne d'un variateur de vitesse.....	34
3.	Avantage.....	35
4.	Solution proposé pour la station: Le variateur de vitesse Altivar 31 :	35
IV.	Conclusion	36
I.	Introduction.....	38
II.	Généralité sur les systèmes automatisés	38
1.	Structure d'un système automatisée	38
2.	L'automate programmable industriel (API).....	39
3.	Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel :.....	43
4.	Les types des automates programmables industriels	46
5.	Les langages de programmation d'un API	46
6.	Critère de choix d'un API	47
III.	Etude du marché	47
1.	Tableau comparatif	47
2.	Nouveau système proposé.....	48
3.	Pourquoi Allen-Bradley ?.....	48
4.	Pourquoi SLC 50/5 ?	48
5.	Etude de l'automate Allen-Bradley SLC-500	48
IV.	Conclusion :	53
I.	Introduction.....	55
II.	Cahier de charge :.....	55
III.	GRAFCET fonctionnel de la station de pompage.....	56
IV.	Décodons la structure du GRAFCET :.....	56
V.	Conclusion	57
	Conclusion Générale.....	58
	Bibliographie.....	59

INTRODUCTION GÉNÉRALE

L'eau est le vecteur de transmission privilégié de nombreuses maladies, afin d'être consommé sans danger, il doit être **traité**, ce traitement est effectué par le passage en plusieurs étapes ordonnées. Chaque étape est réalisée par la contribution d'un ensemble d'appareils et machines électriques.

En effet ce stage a pour objectif d'apporter quelques suggestion pour :

- ❖ Le système contrôle commande existant à la station de traitement d'eau Machraa Hammadi du constructeur ABB ne permet pas la communication avec les équipements d'autres Constructeurs ce qui présente un obstacle pour la réalisation de la télégestion de la Centrale
- ❖ les problèmes électriques et mécaniques qui se produisent au démarrage et arrêt des groupes de pompage

Le cahier de charge apporte les solutions suivantes :

- ❖ Une solution pour les problèmes électriques et mécaniques pendant le démarrage et l'arrêt des groupes de pompes
- ❖ Proposition d'une nouvelle génération des API
- ❖ Création d'un programme en langage GRAFCET pour la station de pompage situé à la société.
- ❖ Chercher une solution pour les problèmes électriques et mécaniques pendant le démarrage et l'arrêt des groupes de pompes.



Mon rapport de stage comprend les chapitres suivants :

- ❖ Le premier chapitre, est dédié à la présentation de la station de traitements d'eau MACHRAA HAMMADI.
- ❖ Le second chapitre est consacré à l'étude et l'utilisation des démarreurs progressifs et les variateurs de vitesse comme solution pour les problèmes électriques et mécaniques qui se produisent au démarrage et arrêt des groupes de pompage
- ❖ Le troisième chapitre, traite la gamme des API capables de résoudre la problématique de communication avec d'autres constructeurs.
- ❖ Le dernier chapitre décrit la réalisation d'un programme GRAFCET concernant le pompage des eaux traité



Chapitre 1 :

Présentation de la station

I. Introduction :

Le mardi 3 juillet 2007, **SA MAJESTE LE ROI MOHAMMED VI**, a procédé à l'inauguration du projet de renforcement de l'alimentation en eau potable des villes d'Oujda, Taourirt, El Aioun Sidi Mellouk, Bni Drar et des communes rurales avoisinantes.

Ce projet, dont le coût s'élève à 750 millions de DH, comporte principalement une prise d'eau brute au niveau du barrage Mechrâa Hammadi, une station de traitement de 970 litres par seconde ($84000 \text{ m}^3/\text{j}$), quatre stations de pompage, trois réservoirs de 400, 4 000 et $10\,000 \text{ m}^3$, la pose d'une conduite d'eau brute de 20 km reliant le barrage à la station de traitement, ainsi qu'une conduite d'eau traitée de 80 km pour la desserte de la ville d'Oujda, El Aioun Sidi Mellouk et Bni Drar et une deuxième de 33 Km pour la desserte de la ville de Taourirt.

En outre, ce projet, qui s'inscrit dans le cadre du programme de l'ONEP visant la sécurisation et la pérennisation de ses infrastructures en milieu urbain et la généralisation de l'accès à l'eau potable en milieu rural, aurait des retombées socio-économiques importantes et contribuera à l'amélioration des conditions de vie et de santé des citoyens de la région.

II. Relation ONEP/ONE :

L'ONEP établit un contrat d'abonnement avec l'office national d'électricité (ONE) pour avoir de l'énergie électrique qui est une source très coûteuse. En effet L'ONEP dépense environ 25 à 30% de son budget de fonctionnement pour couvrir la facture d'énergie, ce qui représente une charge très

III. Mission de l'ONEE :

- ❖ La détermination de l'évolution des besoins en eau potable et l'obtention de la réservation des ressources correspondantes, la coordination de tous les programmes d'investissement relatifs aux stations de production et aux adductions d'eau potable.
- ❖ La gestion des distributions d'eau potable dans les communes où ce service ne peut être assuré par les communes elles-mêmes, à la demande de ces communes.
- ❖ L'assistance technique, en matière de surveillance de la qualité de l'eau alimentaire lorsqu'un organisme public la sollicite.
- ❖ Le contrôle, en liaison avec les autorités compétentes, de la pollution des eaux susceptibles d'être utilisées pour alimentation humaine.

IV. L'organigramme :

❖ Organisation :

La direction générale de l'ONEE se trouve à rabat (DG) chaque région à une direction Régionale (DR).les différente direction régionale sont :

- DR1 : Direction Régionale Agadir
- DR2: Direction Régionale Tensift Al Haouz à Marrakech
- DR3: Direction Régionale à Khouribga
- DR4: Direction Régionale Nord-Ouest à Kenitra
- DR5: Direction Régionale Centre Nord à Fès
- DR6 : Direction Régionale à Oujda
- DR7: Direction Régionale Centre Sud à Meknès
- DR8: Direction de Province Saharienne a Layaune

❖ Organigramme :

L'organigramme présente les quatre divisions régionales de l'ONEE :

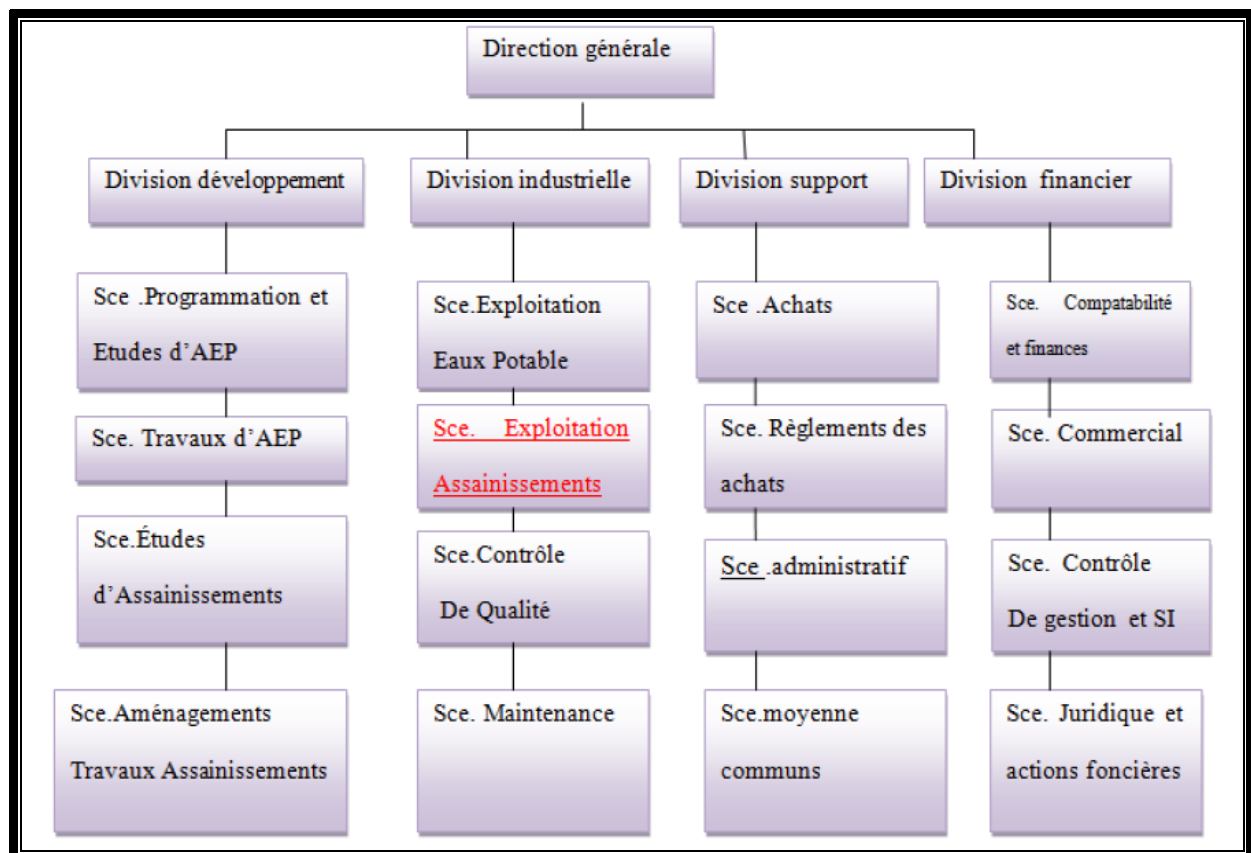


Fig. 1 : Organiqramme



V. Conclusion

Nous avons présenté dans ce chapitre une vue générale de la station de traitement, cette station à un rôle très important pour l'alimentation en eaux potable. Tous les systèmes sont une chaîne, pour obtenir le bon fonctionnement de cette chaîne, il faut que tous les systèmes soient en bon état. Dans le deuxième chapitre, on parlera sur la solution pour les problèmes durant le démarrage et l'arrêt des groupes. Dans le deuxième chapitre on cherchera une solution pour les problèmes électriques et mécaniques durant le démarrage et l'arrêt des groupes.



Chapitre 2:

Alimentation de la station

I. Alimentation moyenne tension :

La station est alimentée par une ligne moyenne tension MT, en double dérivation.

Dans cette formule la station bénéficie de deux dessertes provenant de deux sources différentes.

En cas de défaut sur la première alimentation un deuxième câble est mis en service, manuellement ou automatiquement. la durée d'une interruption de courant correspond au passage très bref d'un câble sur l'autre. Cette solution est la plus fiable vue que l'exploitation justifie des impératifs de continuité de service rigoureux. Un schéma synoptique ci-dessous le montre :

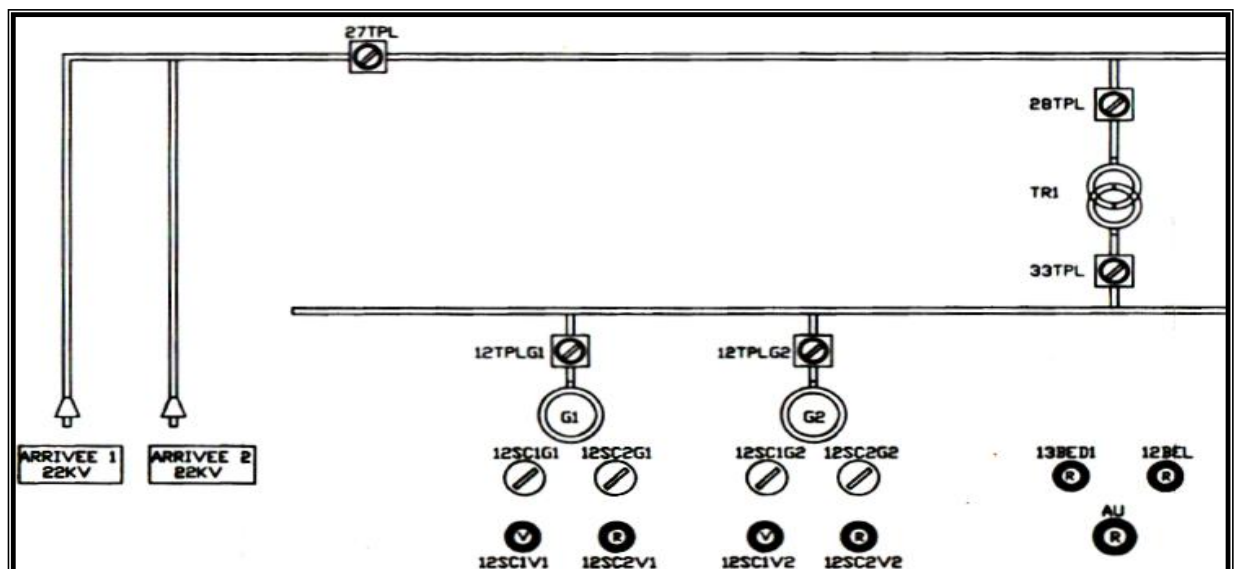


Fig. 2 : Schéma synoptique

II. Postes de transformation :

1. Introduction

Dès que la puissance demandée atteint 50 kVA, les entreprises industrielles ou tertiaires sont alimentées en haute tension 20 kV (HTA). L'étendue de leur site fait qu'elles sont généralement amenées à réaliser un réseau interne HTA. L'alimentation d'une installation électrique est effectuée avec un poste de transformation HTA/BT qui est disposé au plus près des éléments consommateurs d'énergie. L'abonné livré en énergie électrique HTA (de 5 à 30 kV) peut choisir son schéma de liaison du neutre.

Il n'est pas limité en puissance et il bénéficie d'une tarification plus économique. Le poste de transformation HTA/BT s'appelle aussi poste de livraison.



Les différents types de postes de livraison On peut classer les postes HTA/BT en deux catégories.

a) Les postes d'extérieur

- Poste sur poteau : puissances 25 – 50 – 100 kVA.
- Postes préfabriqués :
 - en bas de poteau : de 100 à 250 kVA ;
 - poste compact : de 160 à 1 250 kVA.
- Poste maçonné traditionnel : de 160 à 1 250 kVA. 1.2.

b) Les postes d'intérieur

- Postes ouverts maçonnés ou préfabriqués.
- Postes en cellules préfabriquées métalliques.

Les puissances sont comprises entre 100 et 1 250 kVA. Le comptage BT doit être remplacé par un comptage HT dès que l'installation dépasse 2 000 A, ou s'il existe plusieurs transformateurs.

2. Poste HTA/BT

a) Structure d'un poste HTA/BT

Le poste de livraison comporte essentiellement de l'appareillage et un ou plusieurs transformateurs afin d'assurer les fonctions suivantes (fig. 1) :

- dérivation du courant sur le réseau ;
- protection du transformateur côté HT ;
- transformation HTA/BT ;
- protection du transformateur côté BT ;
- comptage d'énergie.

Toutes les masses métalliques du poste sont reliées à la terre.

Pour l'intervention dans le poste, les arrivées doivent être sectionnées et les câbles reliés entre eux mis à la terre.

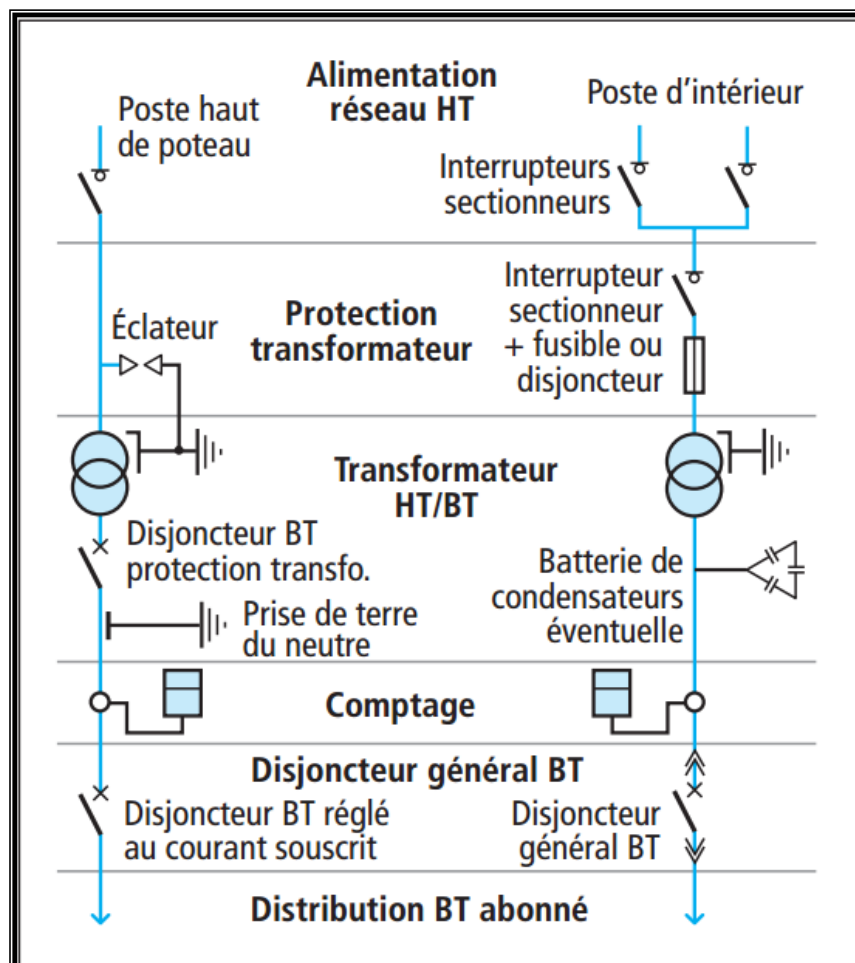


Fig. 3 : Structure générale d'un poste HTA/BT

b) Schéma interne d'un poste HTA/BT

Ces postes sont très compacts et leur mise en place est très rapide. Il en existe une grande variété selon le milieu (urbain ou rural), selon les puissances installées et le type d'alimentation (en aérien ou en souterrain)

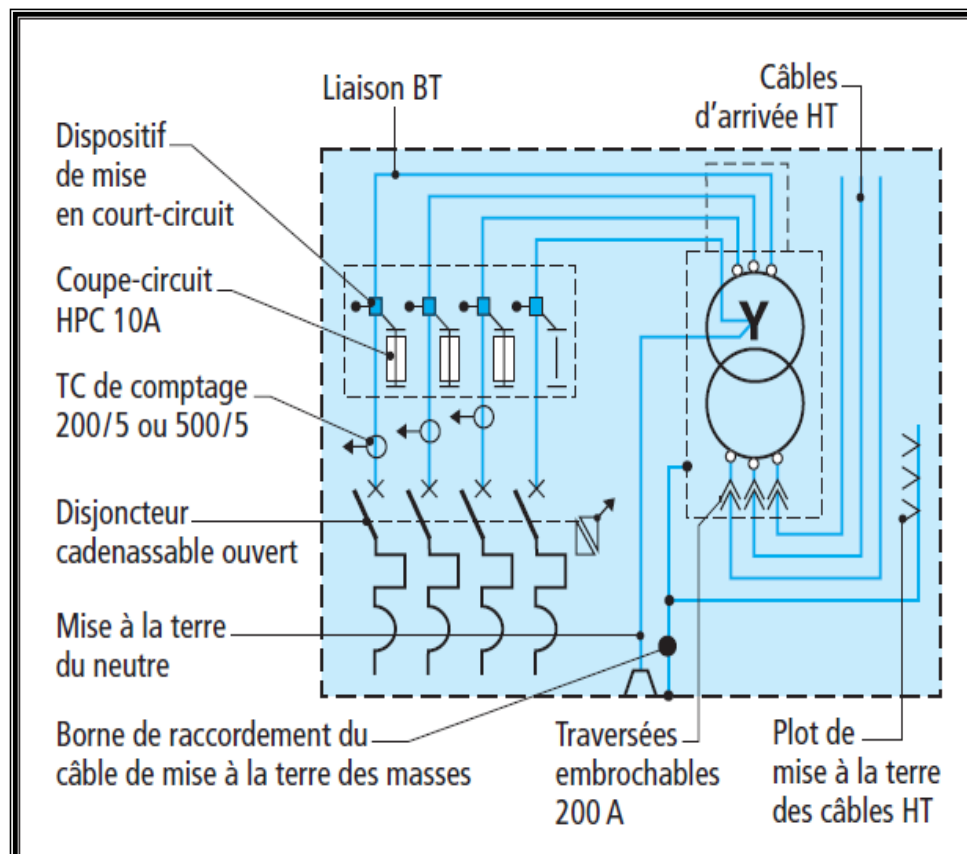


Fig. 4 : Schéma interne d'un poste préfabriqué compact

c) Postes d'intérieur :

Postes d'intérieur L'installation d'un poste de livraison en intérieur se justifie lorsqu'on doit protéger l'appareillage HT et BT du poste contre les fortes variations de température, ou dans le cas de puissances importantes (fig. 6).

On distingue les postes dont l'appareillage HT est sous enveloppe métallique et les postes équipés d'appareillage HT sans enveloppe. Le matériel, dans ce dernier cas, est dit « ouvert ». Ces postes maçonnés sont de plus en plus remplacés par des cellules préfabriquées.

Les postes avec cellules préfabriquées métalliques ont pratiquement remplacé tous les postes maçonnés avec appareillage ouvert. Ils présentent l'avantage d'offrir une meilleure sécurité et une mise en place plus rapide.

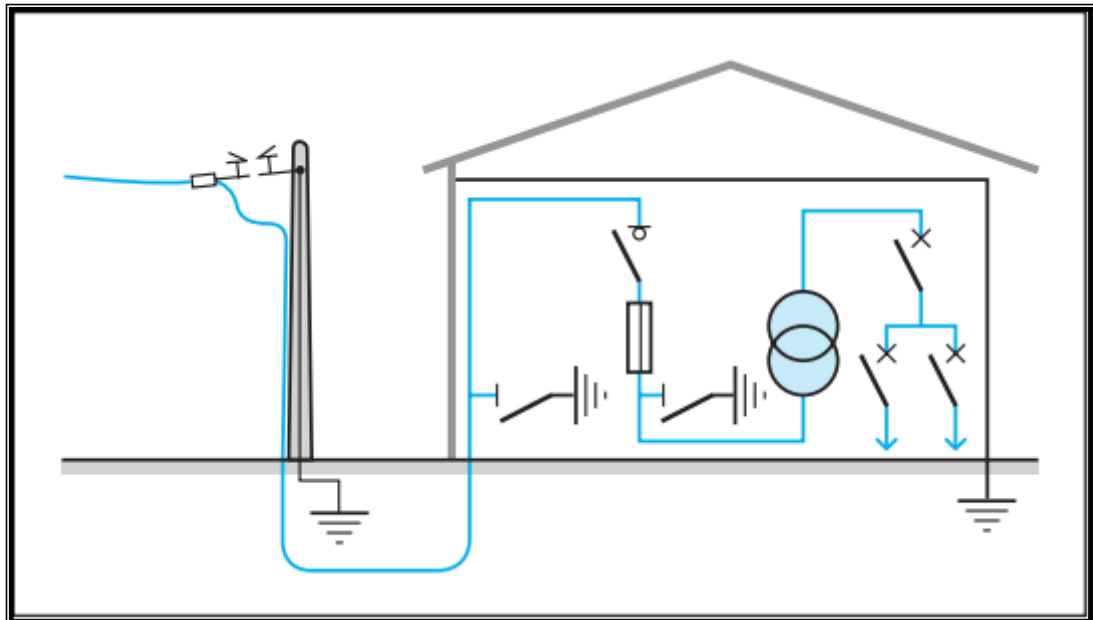


Fig. 5 : Schéma général d'un poste ouvert

d) Postes avec cellules fonctionnelles

Les postes avec cellules préfabriquées métalliques sont réalisés avec des cellules remplissant chacune une fonction (fig. 7). 6.1.

Différents types de cellules Il existe une multitude de cellules différentes :

- cellule d'arrivée ;
- cellule de protection HT;
- cellule de protection BT (fusible + interrupteur ou disjoncteur) (fig. 8).



Fig. 26 : Poste d'intérieur HT/BT à comptage BT pour réseau 20 kV

Fonctions Raccordement au réseau			Fonction protection		Comptage
Arrivée ou départ par interrupteur (IM)	Avec interrupteur et TC (IMC)	Arrivée en double dérivation (DDM)	Avec interrupteur et fusibles (QM)	Disjoncteur et sectionneur (DM1)	Transformateur de tension (CM)

Fig. 6 : Exemples de cellules HTA

e) Association des cellules HTA

Les appareils haute tension sont répartis en cellules individuelles qui permettent par association de réaliser de multiples schémas. Ce système modulaire permet la construction de postes de répartition HT et de livraison avec une très grande souplesse (fig. 9)

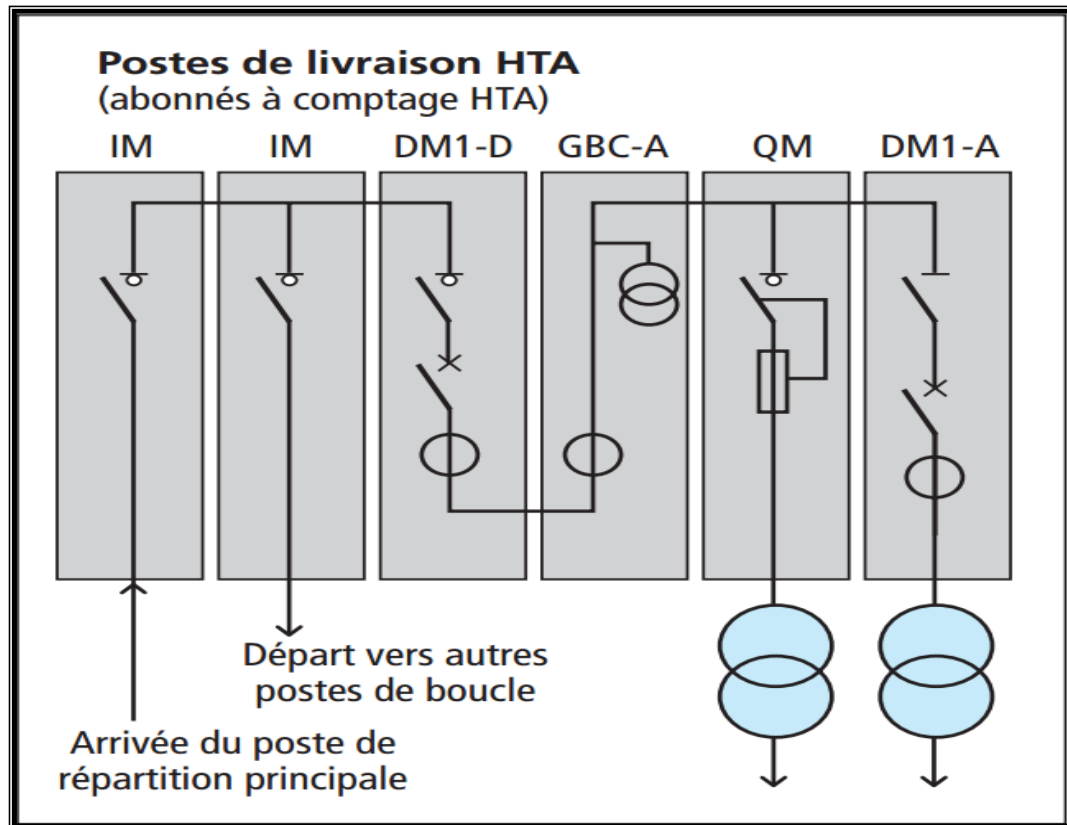


Fig. 7 : Exemple d'association de cellules

3. Postes transformation de la station

L'arrivée de la l'alimentation 22KV aux cinq postes de transformation qui sont situés à l'intérieure d'un bâtiment se justifié pour des raisons diverses :

- Matériel M.T et B.T, du poste à protéger contre de fortes influences externes (Exemple : température élevée)
- Minimisation de la distance entre le transformateur MT/BT et le tableau générale basse tension
- Puissance importante
- Meilleur accessibilité pour les manœuvres, les contrôleurs
- Esthétique

Trois de ces postes de transformation (22/5.5KV) sont réservés à l'alimentation de 5 groupes de pompage. Les deux restants (22/0.4KV) alimentent trois groupes de pompage.

Ces transformateurs sont équipés de dispositifs de protection en amont et en aval par un coupe-circuit à fusible sélectif avec un disjoncteur pour éviter que sur défaut tous

les autre usagers soit prévus de courant, en voici un autre schéma explicitant la liaison entre l'alimentation et les groupes de pompages :

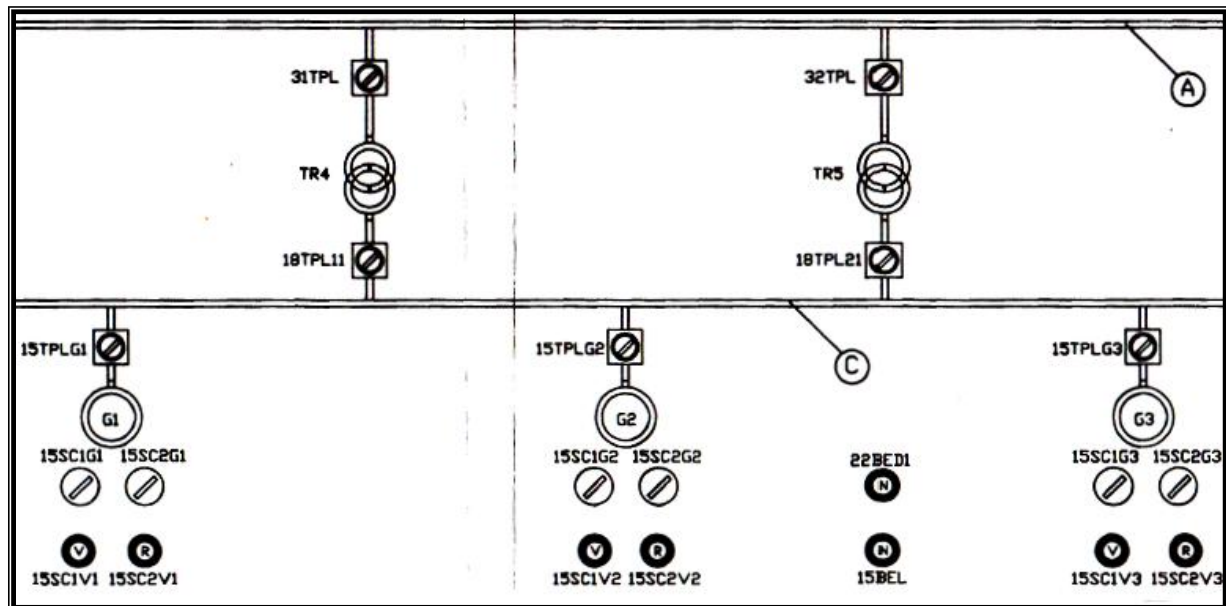


Fig. 8 : Alimentation des groupes 1, 2, et 3(400 V)

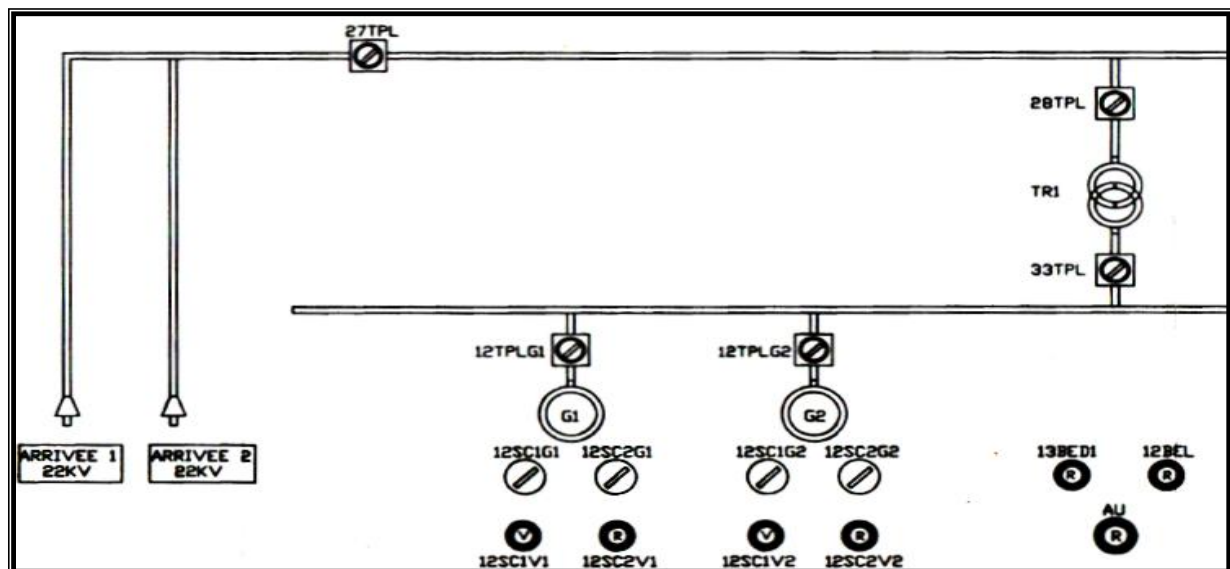


Fig. 10 : Alimentation des groupes 1 et 2 (5,5 KV)

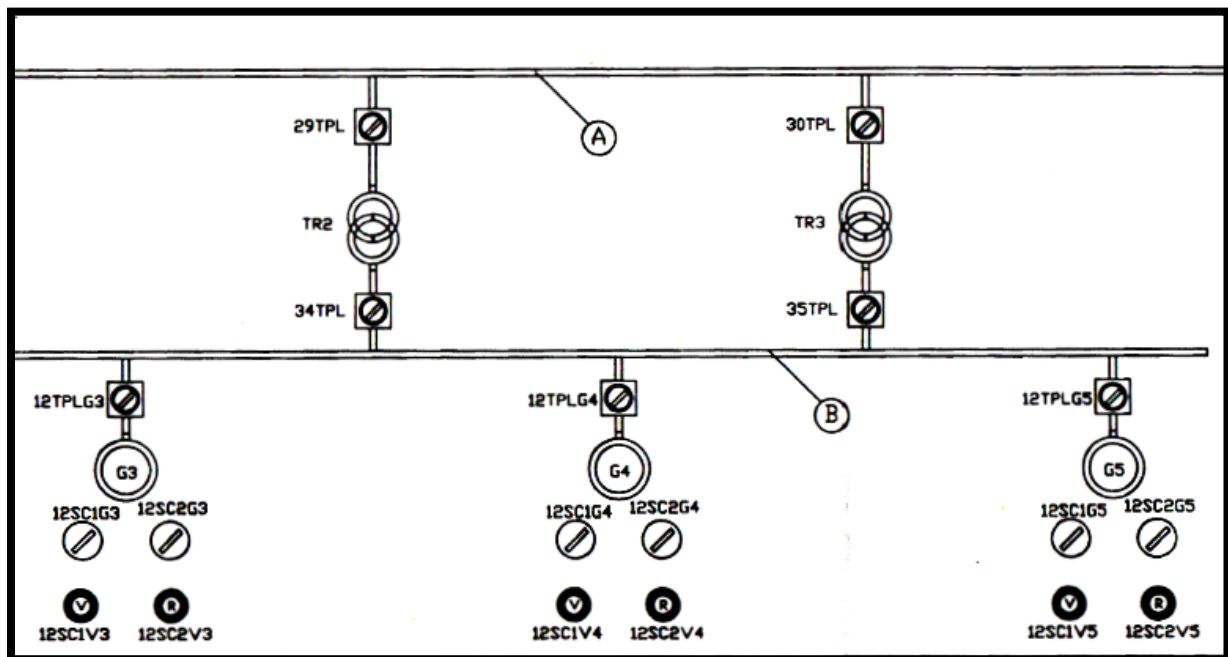


Fig. 9 : Alimentation des groupes 3, 4 et 5 (5,5 KV)



Chapitre 3:

Configuration matérielle

I. Introduction

L'appareillage électrique est un élément qui permet d'obtenir la protection et l'exploitation sûre et ininterrompue d'un réseau électrique. La parfaite maîtrise de l'énergie électrique exige de posséder tous les moyens nécessaires à la commande et au contrôle de la circulation du courant dans les circuits qui vont des centrales de production jusqu'aux consommateurs. Cette délicate mission incombe fondamentalement à l'appareillage électrique. Son rôle est d'assurer en priorité la protection automatique de ces circuits contre tous les incidents susceptibles d'en perturber le fonctionnement, mais aussi d'effectuer sur commande les différentes opérations qui permettent de modifier la configuration du réseau dans les conditions normales de service. L'appareillage électrique permet d'adapter, à chaque instant, la structure du réseau aux besoins de ses utilisateurs, producteurs et consommateurs d'électricité, et de préserver, totalement ou partiellement, cette fonction en cas d'incident. C'est assez dire l'importance du rôle de l'appareillage électrique pour la manœuvre et la protection du réseau. Il faut qu'il soit disponible à tout moment et puisse intervenir sans défaillance, au point de faire oublier qu'il existe. Pour remplir ses fonctions avec fiabilité et disponibilité, il doit posséder de nombreuses aptitudes :

- supporter des contraintes diélectriques dues à des ondes de chocs (dus à la foudre ou à la manœuvre d'appareils) ou à des tensions à fréquence industrielle ;
- assurer le passage du courant permanent ou de court-circuit, sans échauffement excessif et sans dégradation des contacts ;
- être capable de fonctionner dans des conditions atmosphériques défavorables : à haute ou à basse température, en altitude où la densité de l'air est plus faible, parfois sous forte pollution (pollution marine, vents de sables...) ;
- supporter des séismes avec une accélération au sol égale à 0,2g ou 0,5g ;
- et surtout, pour les disjoncteurs, être capable d'interrompre tous les courants inférieurs à son pouvoir de coupure (courants de charge et courants de court-circuit).

On exige de lui une fiabilité presque parfaite, des opérations de maintenance légères et en nombre limité dans la mesure où ces interventions sont à la fois coûteuses et gênantes pour l'exploitation.



II. Appareil de détection :

1. Capteur de turbidité TurbiMax W CUS 31 :

C'est un capteur à insertion et à immersion pour eau potable et eau de processus utilisant le principe de la lumière diffusée à 90°

a) Domaines d'application :

Toutes les phases du traitement de l'eau potable

- Coagulation et floculation
- Surveillance de rupture de filtre
- Eau de contre-lavage de filtre
- Contrôle des cycles de rinçage
- Surveillance des séparations de phase
- Eau d'alimentation de chaudière
- Surveillance des eaux de refroidissement
- Surveillance des eaux de surface
- Surveillance en sortie des stations d'épuration
- Contrôle du rejet des eaux de processus industrielles
- Recyclage des eaux de processus industrielles

2. Capteur de niveau EchoMax XRS-5 :

Le transducteur à ultrasons EchoMax XRS-5 garantit la mesure de niveau en continu de liquides et de boues liquides. Solution très fiable pour les stations de relèvement étroites, les canaux, les déversoirs et les lits filtrants, il est doté d'un faisceau d'émission étroit (10°) et d'une face émettrice en caoutchouc CSM.

a) Domaine d'application :

Le transducteur à ultrasons XRS-5 mesure sans contact, dans une plage de 0,3 ... 8 m.



Des techniques avancées de traitement du signal garantissent des résultats fiables en cas d'obstacles, de turbulences et de mousse.

Capteur économique compatible avec différents contrôleurs de niveau Siemens, le XRS-5 s'adapte aux mesures de niveau simples (alarme niveau haut/bas, contrôle de pompage) mais aussi à des applications plus complexes, avec communication à distance, télémétrie et télégestion.

3. Capteurs de gaz

a) Application :

Les capteurs de gaz sont conçus pour surveiller les concentrations de chlore (Cl_2), de dioxyde de chlore (ClO_2), d'ozone (O_3), d'ammoniac (NH_3) ou d'acide chlorhydrique (HCl), avec un dispositif d'alerte au gaz commandé par micro processor. Dans le capteur, un courant électrique est produit par réaction électrochimique avec le gaz. Le courant électrique est amplifié et surveillé par le micro processeur

En cas de trop forte concentration de gaz, l'équipement de sécurité et d'avertissement est activé.

III. Appareil d'affichage et de mesure

1. Le turbidimètre 1720^E

a) Informations générales :

Le turbidimètre 1720E est un turbidimètre néphélométrique de lecture continue, conçu pour la surveillance de turbidité basse échelle. Ce turbidimètre de processus est capable de mesurer la turbidité de 0,001 à 100,0 NTU. Le calibrage est basé sur la formazine, le principal standard de référence de la turbidité adoptée par les *méthodes standard d'APHA pour l'examen de l'eau et de l'eau usagée* et l'agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) et sur StablCal® qui est également reconnu comme standard principal.



b) Théorie de fonctionnement :

Le turbidimètre 1720E mesure la turbidité en dirigeant un faisceau fort de lumière collimaté de l'ensemble de la tête de capteur jusqu'à l'échantillon dans le corps du turbidimètre. La lumière dispersée à 90° relativement à la ligne centrale de la lumière d'incidence par les particules suspendues dans l'échantillon est détectée par la cellule photo-électrique submergée.

2. Appareils de mesure de pression SITRANS P

Les transmetteurs de pression numériques SITRANS P, Série DS III, garantissent un grand confort d'utilisation et une précision élevée. Le paramétrage est réalisable soit à l'aide des touches de fonction, soit par la communication HART soit par PROFIBUS PA soit par l'interface FOUNDATION Field bus. Leur fonctionnalité étendue permet une adaptation idéale des transmetteurs de pression aux exigences spécifiques de tout type d'installation. La multiplicité des possibilités de réglage n'affecte en aucun cas l'extrême simplicité de service et de commande.

Les transmetteurs type "sécurité intrinsèque" et "enveloppe antidéflagrante" peuvent être utilisés en zone à atmosphère explosive (Zone 1) ou en Zone 0. Les transmetteurs détiennent un certificat de conformité CE et satisfont aux normes européennes harmonisées correspondantes (ATEX). Dans certains cas d'application particuliers, comme par ex. la mesure de fluides haute viscosité, les transmetteurs peuvent être livrés avec des séparateurs de différents types. Les transmetteurs de pression DS III existent en différentes variantes pour les mesures de :

- Pression relative
- Pression absolue
- Pression différentielle



a) Domaine d'application :

Les transmetteurs de la Série DS III sont conçus pour l'exploitation dans des secteurs industriels caractérisés par des conditions chimiques et mécaniques particulièrement sévères. Leur plage de compatibilité électromagnétique étendue de 10 kHz à 1 GHz permet l'utilisation des DS III dans des implantations à hautes perturbations électromagnétiques.

3. Régulateur d'alerte au gaz Conex® DIA-G

Les régulateurs d'alerte au gaz Conex® DIA-G sont utilisés pour évaluer les sondes prévues pour surveiller les concentrations de chlore (Cl_2), de dioxyde de chlore (ClO_2), d'ozone (O_3), d'ammoniac (NH_3) ou d'acide chlorhydrique (HCl), et pour déclencher des systèmes de protection et d'avertissement dans le cadre des utilisations possibles décrites dans cette notice, avec les sondes énumérées ici.

a) Description générale :

Le Conex® DIA-G est un régulateur d'alerte au gaz pour la surveillance des concentrations de gaz, par exemple dans des locaux de stockage ou de dosage. Avec un maximum de 2 sondes branchées séparément, la concentration de gaz chlore, dioxyde de chlore, ozone, ammoniac ou acide chlorhydrique peut être affichée et surveillée.

Des sondes ampérométriques (disques sondes) peuvent être branchées directement au Conex® DIA-G et des sondes potentiostatiques peuvent être branchées à une interface précédant la sonde Conex® DIA-G.

4. Débitmètres électromagnétiques SITRANS F M MAG 5000/6000

b) Principe de fonctionnement :

Les transmetteurs de mesure contiennent un microprocesseur avec un affichage alphanumérique intégré en plusieurs langues. Le principe de mesure du débit découle de l'application de la loi de Faraday sur l'induction électromagnétique. Des bobines magnétiques montées en opposé sur la conduite de mesure génèrent un champ

électromagnétique à impulsions. Le liquide circulant au travers de ce champ électromagnétique induit une tension.

Le transmetteur de mesure évalue les signaux provenant des capteurs électromagnétiques associés, les convertit en signaux standard appropriés de type 4 ... 20 mA et assure en outre la fonction d'un bloc d'alimentation fournissant un courant stabilisé aux bobines d'électro-aimants. Sure est composé de différents blocs fonctionnels qui convertissent la tension du capteur en lectures de débit.

c) Applications :

Les débitmètres magnétiques à courant continu sont prévus pour mesurer le débit de pratiquement tous les fluides conducteurs, pâtes et boues avec une siccité maximale de 40%. Ils sont principalement utilisés dans les secteurs suivants :

- Eaux potables et résiduelles
- Industries chimique et pharmaceutique
- Industrie agroalimentaire et de production des boissons
- Industrie minière, ciments et bitumes
- Industrie du papier
- Sidérurgie
- Production d'énergie ; travaux publics et industrie du froid

5. Appareils de mesure de niveau, SITRANS L

Le MiniRanger Plus est une unité ultrasonique pour la mesure de niveau en plage courte et moyenne de liquides et de boues liquides. Elle garantit la mesure fiable dans une plage jusqu'à 15 m (liquides).

a) Applications :

Parmi les fonctions optionnelles du MiniRanger Plus, vous trouverez le calcul de volume applicable à 8 types de réservoirs standards, ou la mesure de débit en canal ouvert avec une linéarisation 11 points. Il intègre deux relais et une sortie 4 - 20 mA isolée. Le MiniRanger Plus garantit des mesures d'une fiabilité extrême grâce aux algorithmes de traitement de l'écho Sonic Intelligence. L'unité peut être programmée avec le programmeur ou par PC, avec le logiciel Dolphin Plus Siemens Milltronics. Ce contrôleur de niveau est compatible avec les transducteurs Echomax, conçus pour une résistance maximale aux produits chimiques. Ces capteurs peuvent être utilisés en milieux hostiles avec des températures jusqu'à 145 °C. Le MiniRanger Plus est disponible en version boîtier mural, montage rack ou panneau.



Chapitre 4:

L'étude et l'utilisation des démarreurs progressifs et les variateurs de vitesse

I. Introduction

Dès l'apparition des premiers moteurs électriques, les ingénieurs ont cherché un moyen d'éviter les problèmes électriques et mécaniques se produisant généralement au démarrage du moteur. Ces problèmes comprennent notamment le courant d'appel élevé, les pics de courant ainsi que l'usure mécanique excessive. La solution consiste le plus souvent à utiliser un démarreur étoile-triangle. Cette méthode de démarrage s'avère cependant insuffisante dans de nombreuses applications, car les pics de courant et de couple persistent. De plus, elle ne permet pas d'effectuer un arrêt en douceur. En revanche, un démarreur progressif et un variateur de vitesse offriront une performance nettement supérieure au démarrage ainsi que la possibilité d'arrêter le moteur sans à-coups.

II. Le démarreur progressif :

6. Définition :

Le moteur triphasé est devenu aujourd'hui synonyme d'entraînement. Pourtant, le démarrage direct ou même le démarrage étoile-triangle ne représentent pas toujours la solution idéale. Ils entraînent en effet des phénomènes gênants, comme des à-coups mécaniques dangereux pour la machine ou des chutes de tension dans le réseau d'alimentation. Les démarreurs progressifs remédient à ces problèmes. Leur gamme complète offre une alternative « douce » dans la quasi-totalité des applications, standard comme hautes performances. Le démarrage progressif des moteurs triphasés permet de réaliser de manière simple et économique des concepts de machines optimaux et tournés vers l'avenir.

7. Fonctionnement

- Le principe de fonctionnement du démarreur ne devra pas simplement résider sur une limitation du courant moteur pendant les phases transitoires ou sur une rampe de tension mais sur un contrôle du couple moteur. Le démarreur devra fournir une rampe de couple pendant la phase d'accélération. De ce fait, il pourra contrôler le couple pendant toute la période de démarrage et si besoin, fournir un couple moteur constant pendant toute la phase d'accélération.
- Pour les applications de pompage, la décélération devra se faire sur une rampe de couple.
- Tous les calibres de démarreur devront posséder la même carte contrôle. Cette carte contrôle devra être identique pour toutes les applications, ainsi le même démarreur pourra être utilisé sur un broyeur, sur une pompe ou sur un convoyeur (en tenant compte du dimensionnement).
- Tous les démarreurs devront être équipés de moyen de mesure réelle du courant moteur afin de garantir la protection du moteur.
- Les bornes de raccordement puissance au réseau électrique devront se situer en haut du démarreur et les bornes de raccordement du moteur seront en bas (câblage traversant).

- Tous les calibres de démarreur devront posséder des bornes de raccordement du contacteur de court circuit du démarreur. Les mesures des courants devront être conservées lorsque le démarreur est court circuité par le contacteur.
- Le démarreur devra posséder une alimentation contrôle séparée.
- Le bornier de contrôle des ordres logiques et analogiques devra être débrochable.

8. Solution proposé pour la station : Le démarreur progressif SMC™-Flex

a) Fonctionnement :

Le démarreur SMC-Flex peut commander des moteurs asynchrones à cage d'écureuil standard de 1 à 1250 A ou des moteurs étoile-triangle de 1,8 à 1600 A ; jusqu'à 690 V c.a., 50/60 Hz. Selon le type de démarreur que vous avez commandé, le démarreur accepte une tension de commande de 100...240 V c.a. ou de 24 V c.a./c.c.



Fig. 10 : Démarreur SMC-Flex

b) Schéma de câblage du démarreur progressif :

✓ 1 sens de marche avec contacteur de ligne, court-circuitage, arrêt libre ou contrôlé

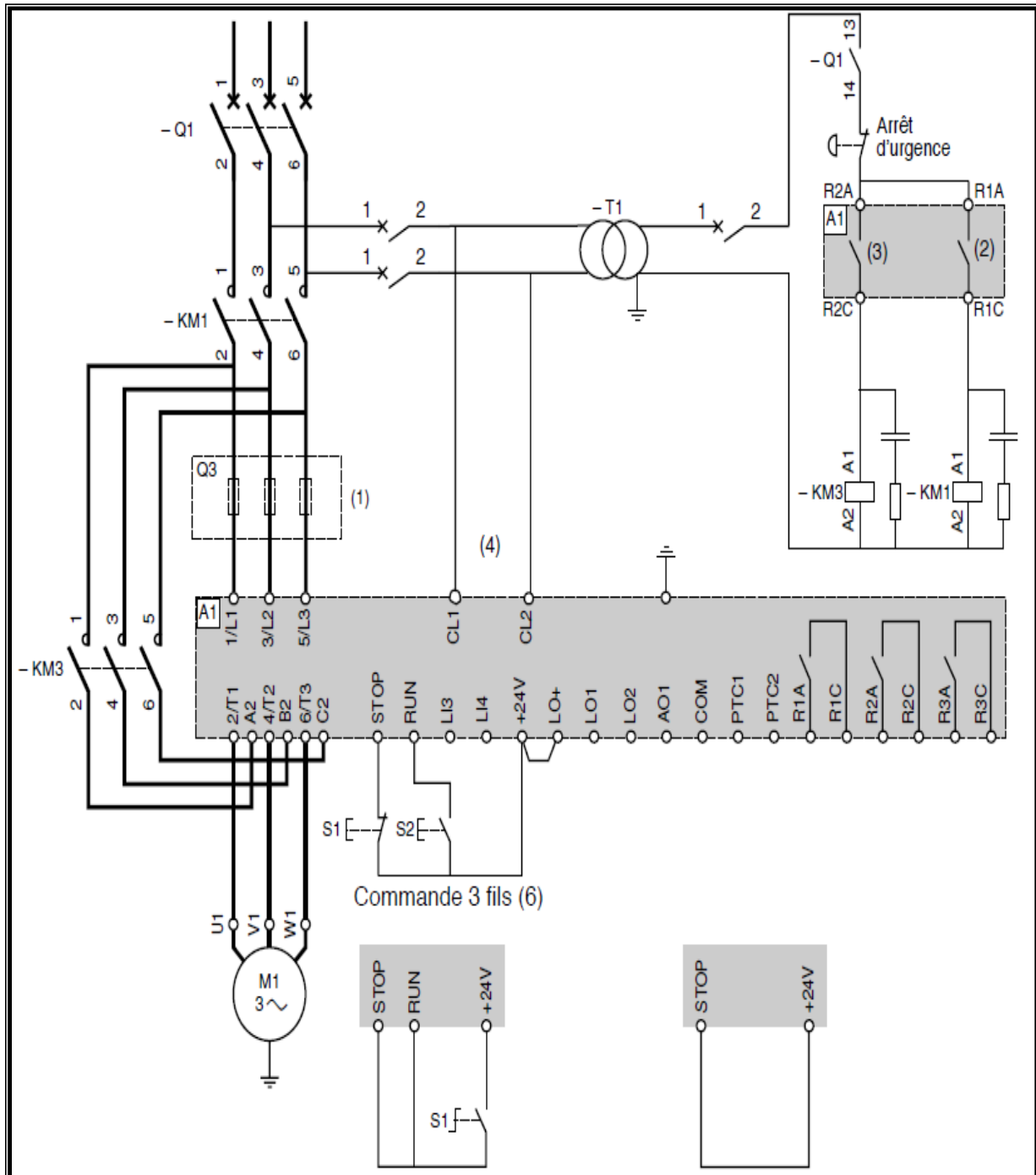


Fig. 11 : Exemple de schéma de câblage

✓ **Borniers du démarreur**

Bornes	Fonction	Caractéristiques
CL1 CL2	Alimentation du contrôle du démarreur SMC-Flex	ATS 48...Q : 220 à 400 V + 10% - 15%, 50 / 60 Hz ATS 48...Y : 110 à 230 V + 10% - 15%, 50 / 60 Hz Consommation voir page 21.
R1A R1C	Contact à fermeture (NO) du relais programmable r1	Pouvoir de commutation mini : • 10 mA pour 6 V --- Pouvoir de commutation maxi sur charge inductive ($\cos \varphi = 0,5$ et $L/R = 20 \text{ ms}$) : • 1,8 A pour 230 V \sim et 30 V ---
R2A R2C	Contact à fermeture (NO) du relais de fin de démarrage r2	Tension max 400 V
R3A R3C	Contact à fermeture (NO) du relais programmable r3	
STOP RUN LI3 LI4	Arrêt démarreur (état 0 = arrêt) Marche démarreur (état 1 = marche si STOP à l'état 1) Entrée programmable Entrée programmable	4 entrées logiques 24 V d'impédance 4,3 k Ω $U_{\text{max}} = 30 \text{ V}$, $I_{\text{max}} = 8 \text{ mA}$ état 1 : $U > 11 \text{ V}$ - $I > 5 \text{ mA}$ état 0 : $U < 5 \text{ V}$ - $I < 2 \text{ mA}$
24V	Alimentation des entrées logiques	+ 24 V \pm 25% isolée et protégée contre les courts-circuits et surcharge; débit maximal : 200 mA
LO+	Alimentation des sorties logiques	A raccorder au 24 V ou à une source externe
LO1 LO2	Sorties logiques programmables	2 sorties à collecteur ouvert, compatibles automate niveau 1, norme IEC 65A-68 • Alimentation +24 V (mini 12 V maxi 30 V) • Courant maxi 200 mA par sortie avec une source externe
AO1	Sortie analogique programmable	Sortie configurable en 0 - 20 mA ou 4 - 20 mA • précision $\pm 5 \%$ de la valeur maxi, impédance de charge maxi 500 Ω
COM	Commun des entrées / sorties	0 V
PTC1 PTC2	Entrée pour sondes PTC	Résistance totale du circuit sonde 750 Ω à 25 °C (3 sondes de 250 Ω en série par exemple)
(RJ 45)	Prise pour • terminal déporté • Power Suite • Bus de communication	RS 485 Modbus

Fig. 12 : Bornier du démarreur

III. Le variateur de vitesse

1. Définition :

Un variateur de vitesse est un équipement permettant de faire varier la vitesse d'un moteur, une nécessité pour de nombreux procédés industriels. En effet, la plupart des moteurs tournent à vitesse constante. Pour moduler la vitesse des équipements de procédé, on a longtemps eu recours à divers dispositifs mécaniques. Aujourd'hui, on fait surtout appel à des variateurs de vitesse électroniques. Pour les procédés industriels exigeant une régulation précise de la vitesse, on a d'abord utilisé des moteurs à courant continu (CC) commandés par des variateurs électroniques à semi-conducteurs. Cette technique consistait à faire varier la vitesse proportionnellement à la tension. Étant donné la complexité de l'entretien des moteurs CC, les applications récentes n'utilisent que rarement ce système. Dans les premiers variateurs de vitesse électroniques à courant continu, le dispositif de commande utilisé était le thyristor, un dispositif vulnérable aux perturbations du réseau électrique.

2. Schéma interne d'un variateur de vitesse

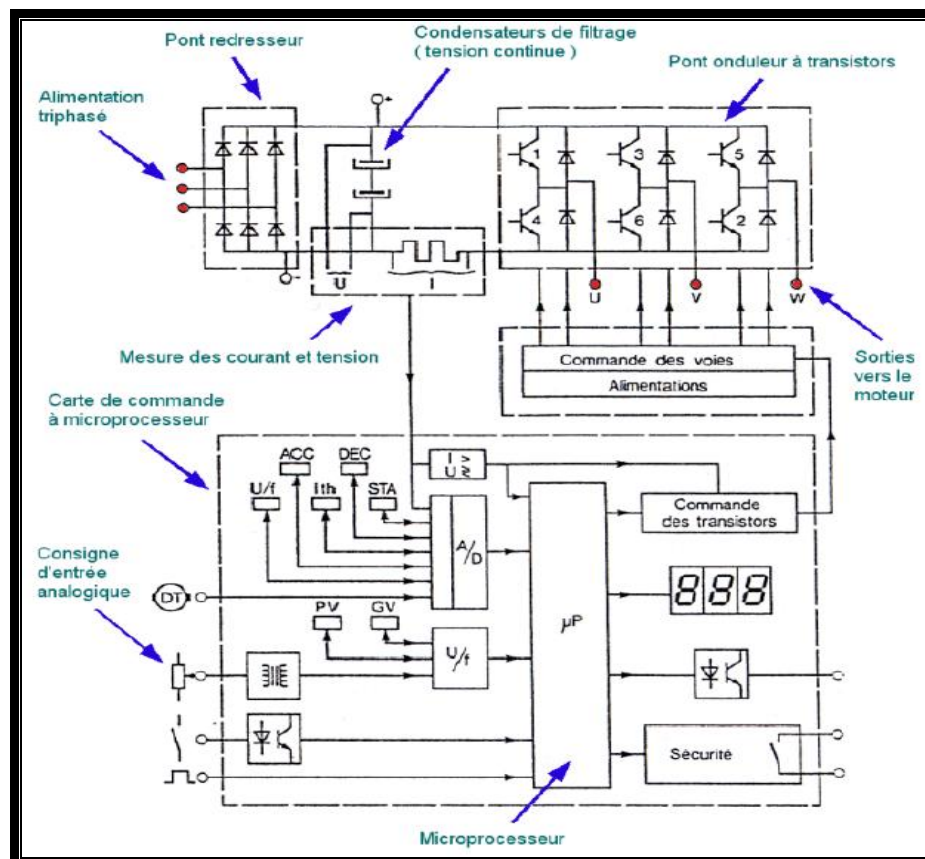


Fig.13 : Schéma interne d'un variateur de vitesse

3. Avantage

Le recours aux variateurs de vitesse offre plusieurs avantages:

- démarrage progressif des moteurs réduisant les chutes de tension dans le réseau et limitant les courants de démarrage ;
- amélioration du facteur de puissance ;
- précision accrue de la régulation de vitesse ;
- prolongement de la durée de service du matériel entraîné ;
- diminution de la consommation d'électricité.

De nouveaux variateurs de vitesse plus performants peuvent éviter l'interruption des procédés en cas de perturbation du réseau de courte durée.

4. Solution proposé pour la station: Le variateur de vitesse Altivar 31 :

Applications :

Le variateur Altivar 31 est un convertisseur de fréquence pour moteurs asynchrones triphasés à cage. L'Altivar 31 est robuste, peu encombrant, facile à mettre en œuvre.

Il intègre des fonctions répondant aux applications les plus courantes, notamment :

- manutention (petits convoyeurs, palans...),
- machines d'emballage et de conditionnement,
- machines spécialisées (mélangeurs, malaxeurs, machines textiles...),
- pompe, compresseur, ventilateur



Fig. 14 : Le variateur Altivar 21



IV. Conclusion

Grâce à leur conception compacte, leur protection moteur intégrée contre les surcharges, leur autoprotection, leur limitation de courant réglable et leurs nombreuses autres qualités, les démarreurs progressifs et les variateurs de vitesse représentent la solution de démarrage idéale pour les applications standard de tout type. Dans le troisième chapitre, on traitera la gamme des API capables de résoudre la problématique de communication avec d'autres constructeurs.



Chapitre 5:

La gamme des API capables de résoudre la problématique de communication avec d'autres constructeur



I. Introduction

De nos jours, les constructeurs de commande et les ingénieurs automaticiens n'ignorent plus rien des automates programmables, ce point d'intersection à partir duquel ces systèmes de commande relativement récents sont d'un prix comparable ou même inférieur à celui des commandes traditionnelles à logique câblée recule cependant constamment. Les Automates Programmables Industriels (API) sont apparus aux Etats-Unis vers 1969, où ils répondaient aux désirs des industries de l'automobile de développer des chaînes de fabrication automatisées qui pourraient suivre l'évolution des techniques et des modèles fabriqués.

Le but de cette partie est l'étude théorique des systèmes automatisés précisément l'automate programmable industriel. Dans cette partie, nous décrirons les systèmes automatisés en général.

II. Généralité sur les systèmes automatisés

1. Structure d'un système automatisée

Un système est dit automatisé lorsque le processus qui permet de passer d'une situation initial à la situation finale, se fait sans intervention humaine et que ce comportement est répétitif. Un système automatisé réalise un certain nombre d'actions appelées « tâches ».

Un système automatisé accomplit une suite d'opérations, appelée «cycle», depuis un état initial jusqu'à un état final. Deux types de cycle :

Cycle	Ouvert	Fermé
Définition	Les tâches s'enchaînent et sans aucune vérification	Les tâches ne se déclenchent que lorsque c'est nécessaire
Exemple	Feux rouge (fonctionnement identique le jour et le nuit)	Distributeur de boissons

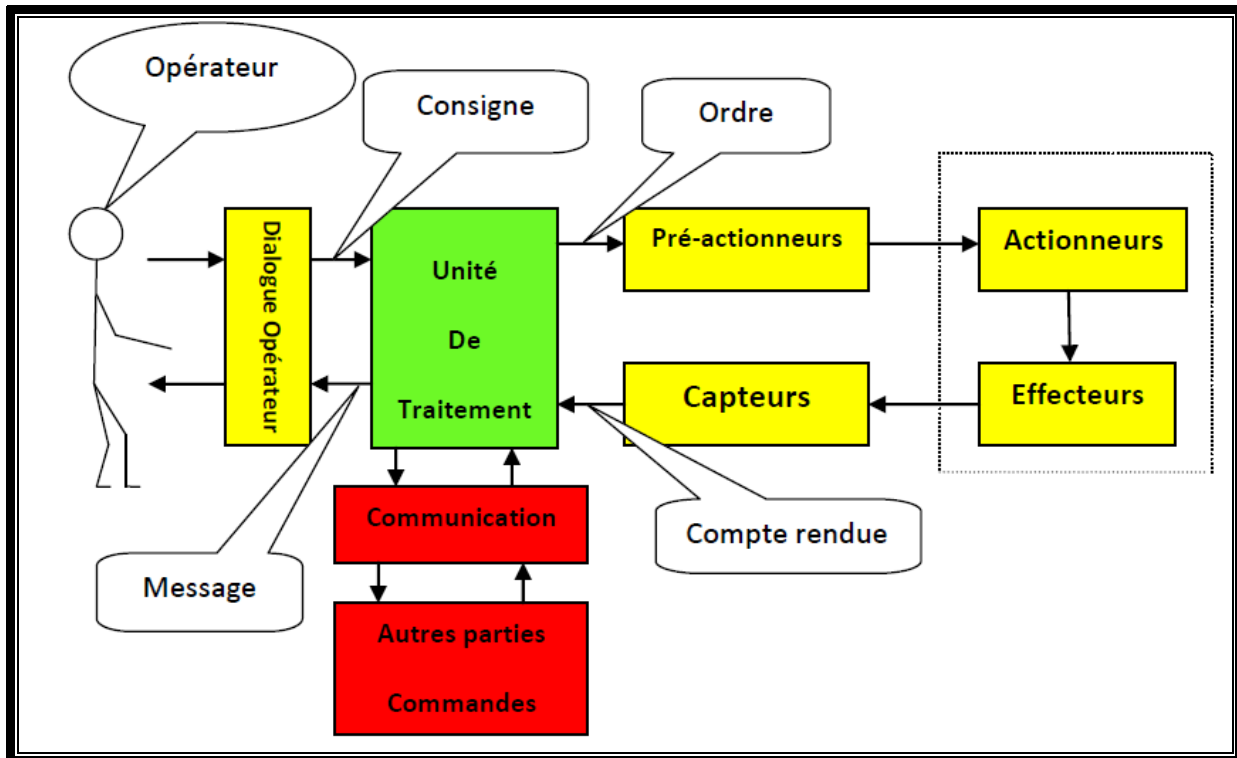


Fig. 15 Structure d'un système automatisé

On distingue deux parties importantes :

a) La Partie opérative

Elle exécute les ordres qu'elle reçoit de la partie commande grâce aux ACTIONNEURS. Elle possède des CAPTEURS qui permettent de recueillir des informations. Elle reçoit des messages et envoie des consignes vers la partie commandant.

b) La Partie commande

Elle joue le rôle du cerveau de notre système, et pilote la partie opérative et reçoit des informations venant des capteurs de la Partie Opérative, et les transmet vers cette même Partie Opérative en direction des pré-actionneurs et actionneurs. La partie de commande est une unité de traitement ou un automate programmable industriel.

2. L'automate programmable industriel (API)

a) Définition

API (Automate Programmable Industriel) ou en anglais PLC (Programmable Logic Controller) c'est un appareil électronique (matériel, logiciel, processus, un ensemble des machines ou un équipement industriel) destiné à la commande de processus industriels par un traitement séquentiel (Il contrôle les actionneurs grâce à un programme informatique qui traite les données d'entrée recueillies par des capteurs). Qui comporte une mémoire programmable par un utilisateur automatique (et non informaticien) à l'aide d'un langage adapté (Le langage List, Le langage Ladder...etc) pour le stockage interne des instructions donnée pour satisfaire une objectif donnée. Automate permet de contrôler, coordonner et

d'agir sur l'actionneur comme par exemple un robot, un bras manipulateur alors on peut dire API utilisé pour automatiser des processus. L'API est structurée autour d'une unité de calcul (processeur), de cartes d'entrées-sorties, de bus de communication et de modules d'interface et de commande.

b) Les avantages et les inconvénients

Ses avantages sont :

- Améliorer les conditions de travail en éliminant les travaux répétitifs.
- Améliorer la productivité en augmentant la production.
- Améliorant la qualité des produits ou en réduisant les coûts de production.
- Automates programmables sont programmés facilement et ont un langage de programmation facile à comprendre (logique programmée) alors la Modification du programme facile par rapport à la logique câblée.
- Simplification du câblage.
- Puissance et rapidité.
- Facilité de maintenance (l'API par lui même est relativement fiable et peut aider l'homme dans sa recherche de défauts).
- Augmenter la sécurité.
- Possibilités de communication avec l'extérieur (ordinateur, autre API)
- énorme possibilité d'exploitation.
- plus économique

Ses inconvénients sont :

- Plantage.
- Il y a trop de travail requis dans les fils de connexion.
- Besoin de formation

c) Structure de l'automate programmable industriel

✓ Aspect extérieur

Les automates peuvent être de type compact ou modulaire :

- **Automate de type compact :**

Il intègre le processeur, l'alimentation, les entrées et les sorties. Selon les modèles et les fabricants, il pourra réaliser certaines fonctions supplémentaires (comptage rapide, E/S analogiques ...) et recevoir des extensions en nombre limité. Ces automates, de fonctionnement simple, sont généralement destinés à la commande de petits automatismes (micro automate).

- **Automate De type modulaire :**

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

Remarque :

Les automates compacts permettent de commander des sorties en tout ou rien et gèrent parfois des fonctions de comptage et de traitement analogique mais Les automates modulaires permettent de réaliser de nombreuses autres fonctions grâce à des modules intelligents que l'on dispose sur un ou plusieurs racks. Ces modules ont l'avantage de ne pas surcharger le travail de la CPU car ils disposent bien souvent de leur propre processeur.

✓ *Structure interne de l'automate programmable industriel*

La compacité, la robustesse et la facilité d'emploi des automates programmables industriels font qu'ils sont très utilisés dans la partie commande des systèmes industriels automatisés. L'automate programmable reçoit et envoie les informations par modules d'entrées et de sorties (logiques, numériques ou analogiques) et puis commandée par CPU (unité de calcul ou processeur en anglais Central Procession Unit) suivant le programme inscrit dans sa mémoire. Un API se compose donc de trois grandes parties :

- Le processeur.
- La zone mémoire.
- Le module Entrée/Sortie.

❖ *Le processeur :*

Le processeur est connecté aux autres éléments (mémoire et interface E/S) par des liaisons parallèles appelées ' BUS ' qui véhiculent les informations sous forme binaire. Le processeur est un microcontrôleur alimenté en 5 volts. Le processeur gère l'ensemble des échanges informationnels en assurant :

- L'exécution des instructions (toutes les fonctions logiques ET, OU, les fonctions de temporisation, de comptage, de calcul...) à partir d'un programme contenu dans sa mémoire.
- La lecture des informations d'entrée.
- La commande ou l'écriture des sorties.

❖ *La zone mémoire :*

La mémoire de l'API est l'élément fonctionnel qui peut recevoir, conserver et restituer des informations.

- **La mémoire Programme** qui permet le stockage des instructions à exécuter par l'API Et cette mémoire est de type RAM contient les instructions à exécuter par le processeur afin de déterminer les ordres à envoyer aux pré-actionneurs reliés à l'interface de sortie en fonction des informations recueillies par les capteurs reliés à l'interface d'entrée.
- **La mémoire de données**
qui permet le stockage de :
 - L'état forcé ou non des E/S.

- Des variables internes utilisées par le programme (résultats de calculs, états intermédiaires,...).
- L'état des sorties élaborées par le processeur.
- L'image des entrées reliées à l'interface d'entrée.

Cette mémoire est type ROM, PROM, EPROM, EEPROM

❖ **Les modules Entrées/Sorties :**

- **Interfaces d'entrée :** Ce sont des circuits spécialisés capables de recevoir en toute sécurité pour l'automate les signaux issus des capteurs ou de l'opérateur. Elles peuvent être :
 - Logiques ou Tout Ou Rien : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...
 - Numériques : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.
 - Analogiques : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...).

Ces différentes entrées sont mises en forme par l'interface d'entrée avant d'être stockées dans la mémoire de données.

- **Interfaces de sortie :** Ce sont des circuits spécialisés capables de commander en toute sécurité pour l'automate les circuits extérieurs. Elles peuvent être :
 - logiques ou Tout Ou Rien : l'information ne peut prendre que deux états (vrai/faux, 0 ou 1 ...). C'est le type d'information délivrée par un détecteur, un bouton poussoir ...
 - Numériques : l'information est contenue dans des mots codés sous forme binaire ou bien hexadécimale. C'est le type d'information délivrée par un ordinateur ou un module intelligent.
 - Analogiques : l'information est continue et peut prendre une valeur comprise dans une plage bien déterminée. C'est le type d'information délivrée par un capteur (pression, température ...).

❖ **Le module d'Alimentation :**

Le module d'alimentation transforme l'énergie externe provenant du réseau en en la mettant en forme, afin de la fournir aux différents modules de l'API, les niveaux de tension nécessaires à leur bon fonctionnement. Plusieurs niveaux de tension peuvent être utilisés par les circuits internes (3v, 5v, 12v, 24v...). Il sera dimensionné en fonction des consommations des différentes parties.

Il y a d'autre module comme : Des **module de communication** sur différents réseaux pour dialoguer avec d'autre automate, des systèmes de supervisions ou autres interfaces homme-machine (IHM) en anglais Humann Machine Interface (HMI).

3. Principe de fonctionnement d'un automate programmable industriel :

L'automate programmable fonctionne par déroulement cyclique du programme. Le cycle comporte trois opérations successives qui se répètent normalement comme suit :

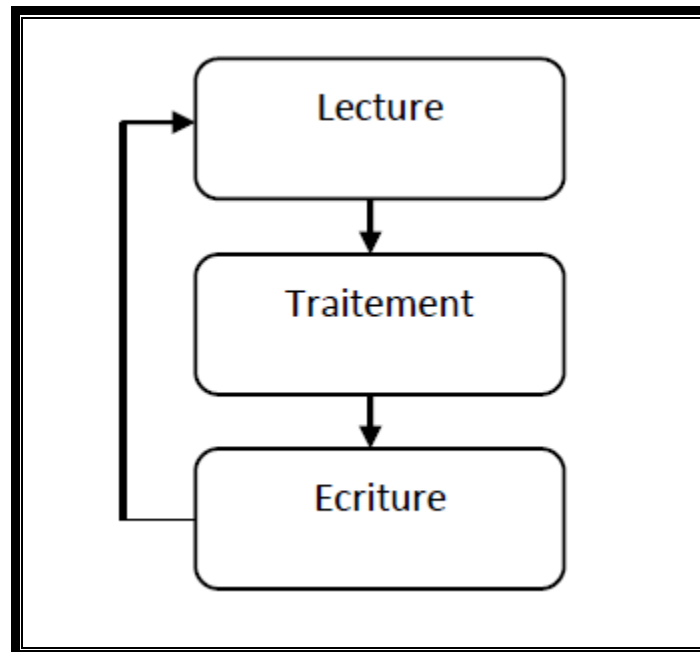


Fig. 15 : Principe de fonctionnement d'un API

Phase 1 : Lecture (Photographie des entrées)

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes :

- les entrées sont photographiées et leurs états logiques sont stockés dans une zone spécifique de la mémoire de donnée.
- Le programme n'est pas scruté.
- Les sorties ne sont pas mises à jour.

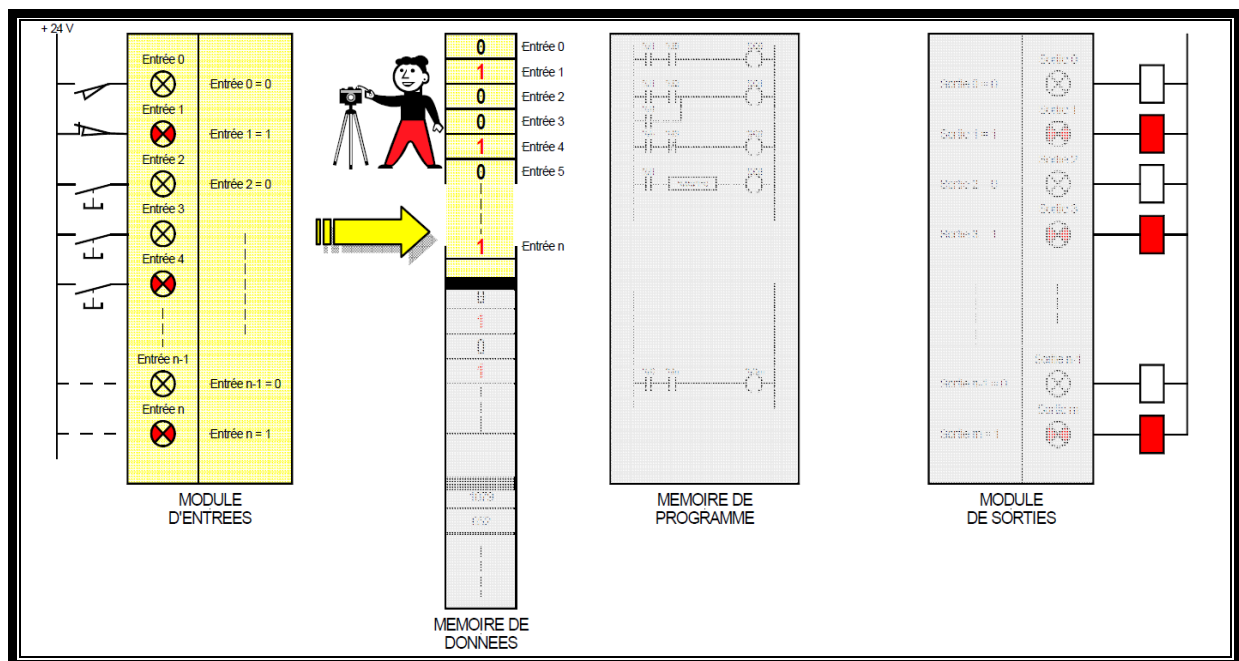


Fig. 16 : Etape de photographie des entrées

Phase 2 : Traitement (exécution de programme)

Durant cette phase qui dure quelques millisecondes :

- Les instructions de programme sont exécutées une à une. Si l'état d'une entrée doit être lu par le programme, c'est la valeur stockée dans la mémoire de données qui est utilisée.
- Le programme Détermine l'état des sorties et stocke ces valeurs dans une zone de la mémoire de données réservée aux sorties.
- Les entrées ne sont pas scrutées.
- Les sorties ne sont pas mises à jour.

Notez que pendant cette phase, seules la mémoire de données et la mémoire programme sont mises à contribution. Si une entrée change d'état sur le module d'entrées, l'API ne voit pas ce changement.



Fig. 17 : Etape d'exécution de programme

Phase 3 : Ecriture (mise à jour des sorties)

Durant cette phase qui dure quelques microsecondes :

- Les états des sorties mémorisés précédemment dans la mémoire de données sont reportés sur le module de sorties.
- Les entrées ne sont pas scrutées.
- Le programme n'est pas exécuté.

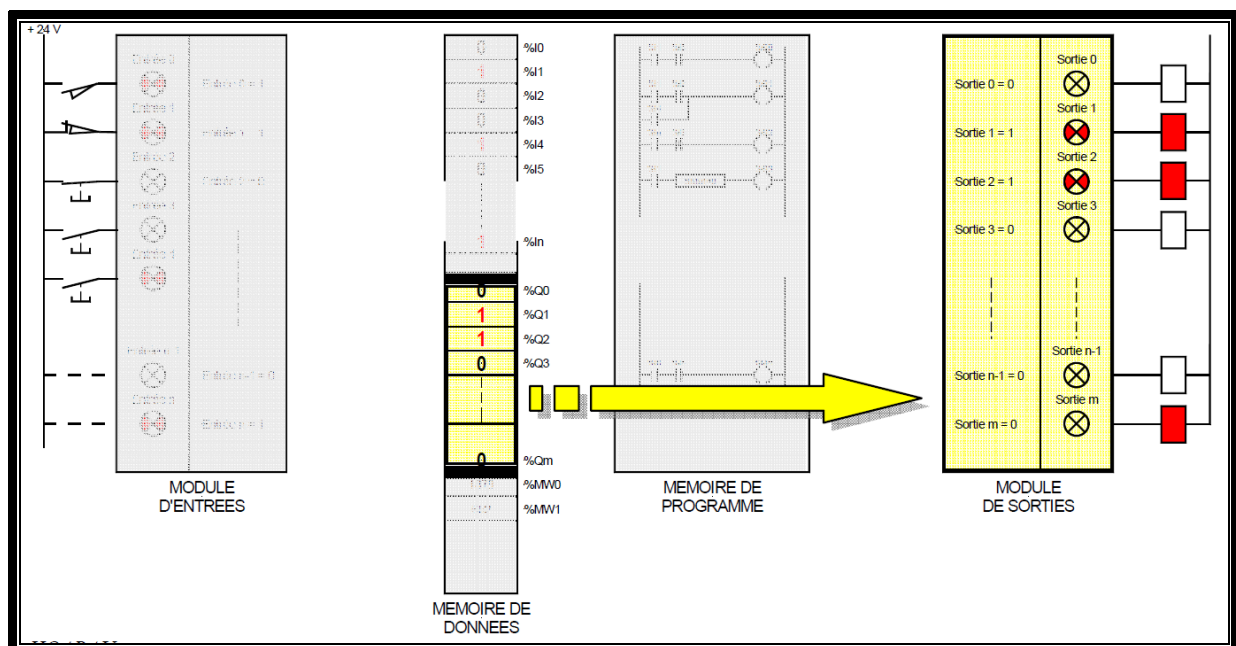


Fig. 18 : Etape de mise à jour des sorties

4. Les types des automates programmables industriels

- **Les automates de petite gamme :**

Ces automates sont destinées pour de petite application. Le nombre d'entrées sorties ne dépasse pas 48. Ils se présentent dans les boîtiers compacts ou tous les modules (CPU, Alimentation, Module d'E/S, interface de communication) sont intégrés dans une mémoire boîtier. Il ne dispose d'aucune possibilité d'extension.

- **Les automates de moyenne gamme :**

Dans cette gamme le nombre d'E/S peut atteindre 400, ces automatisons une structure modulaire extensible.

- **Les automates de haute gamme :**

Ce sont des automates super puissant dont les performances permettant de gérer jusqu'à 2 024 E/S et plus. Il dispose d'une structure modulaire.

5. Les langages de programmation d'un API

Les langages destinés à la programmation des automates programmables industriels ont pour objectifs d'être facilement mis en œuvre par tout technicien après une courte formation.

L'écriture d'un programme consiste à créer une liste d'instructions permettant l'exécution des opérations nécessaires au fonctionnement du système.

Actuellement les API disposent en tout ou partie des langages de programmation suivants :

✓ LANGAGES LITTERAUX

- **Langage liste d'instructions «IL»**

(Instruction List) : est très proche du langage assembleur, on travaille au plus près du processeur en utilisant l'unité arithmétique et logique, ses registres et ses accumulateurs. Ce langage textuel de bas niveau.

- **Langage littéral structuré «ST»:**

Ce langage structuré ressemble au langage C utilisé pour les ordinateurs. Ce langage est un langage textuel de haut niveau.

Il permet la programmation de tout type d'algorithme plus ou moins complexe.

✓ LANGAGES GRAPHIQUES

- **Langage à contacts ou diagramme en échelle:**

Ressemble aux schémas électriques. Développé pour les électriciens. Ce langage graphique est essentiellement dédié à la programmation d'équations booléennes (true/false).

C'est le plus utilisé.

- **Le GRAFCET**

C'est un outil graphique qui décrit les différents comportements de l'évolution d'un automatisme. C'est un mode de représentation et d'analyse d'un automatisme, particulièrement bien adapté aux systèmes à évolution séquentielle, c'est à dire décomposable en étapes.

- **Blocs Fonctionnels**

C'est une suite de blocs, reliables entre eux, réalisant tout type de fonctions des plus simples au plus sophistiquées. Ce langage permet de programmer graphiquement à l'aide de blocs, représentant des variables, des opérateurs ou des fonctions. Les blocs sont programmés ou programmables.

6. Critère de choix d'un API

Le choix d'un API est fonction de la partie commande à programmer.

On doit tenir compte de plusieurs critères :

- Nombre d'entrées / sorties.
- Le temps de traitement.
- La capacité de la mémoire.
- Le nombre d'étapes ou d'instructions.
- Le nombre de temporisateurs.
- Le langage de programmation.

III. Etude du marché

On va faire une étude de marché pour choisir l'automate programmable industriel convenable à la station :

- Allen-Bradley
- OMRON
- Télémécanique

1. Tableau comparatif

	Allen Bradley	Omron	Télémecanique
Type de CPU	SLC 5/05	CPM2C	Automates TSX 37 10
Tension nominale D'alimentations	24 V	24 V	c 24 V ou a 100/240 V
Mémoire de travail	64 K mots	4K mots	14 K mots
temps de traitement pour opération sur bits, mini	75 ns	0 .26-0 .64µs	32 entrées
Nombre de voies TOR E/S	250-960	106-192	32
Modules de Communication	DH-485/DF	Série device Net,Compo-Bus/S,function de passerelle device Net-To- compoBus/S	Ethernet TCP/IP ou Modem



2. Nouveau système proposé

Le nouveau système proposé est l'API Allen-Bradley SLC 50/5

3. Pourquoi Allen-Bradley ?

Ce choix est basé sur le fait qu'Allen-Bradley :

- ✓ Est une marque répandue.
- ✓ Est leader dans le domaine d'automatisation.
- ✓ Possède des larges gammes

4. Pourquoi SLC 50/5 ?

On a choisie la gamme SLC 50/5 du fait que celle-ci offre plusieurs avantages :

- ✓ Solution idéale pour tâches sophistiquées.
- ✓ Possibilité de communication
- ✓ Multiprocesseur
- ✓ Extensibilité
- ✓ Application pratique
- ✓ Modularité
- ✓ Génie et diagnostic

5. Etude de l'automate Allen-Bradley SLC-500

a) Introduction :

Pour répondre à la demande des consommateurs, les entreprises doivent savoir gérer leurs productions. Le choix d'un API est lié à leur utilisation et leur configuration. En effet, il faut trouver un API adapté aux besoins. Il existe des API à 8 E/S, d'autres à plus de 1 000 E/S. La multiplicité des modèles, des configurations, des fonctions, permettent de trouver le matériel qui convient. Cette partie a pour but d'étudier l'automate Allen-Bradley SLC-500.

b) L'automate SLC 500 :

La gamme SLC 500 est une famille d'automates modulaires qui offre une flexibilité en matière de configuration des systèmes, une puissance et une capacité de traitement d'E/S. En choisissant le châssis modulaire, l'alimentation, l'automate et les modules d'E/S TOR ou ANA, il nous offre la possibilité de créer n'importe quelle application.

✓ **Caractéristiques de l'automate :**

- Processeurs rapides et puissants, tailles mémoire allant jusqu'à 64 ko
- Des centaines de types et d'options d'E/S locales et décentralisées avec les modules d'E/S 1746, 1771, Block et Flex
- Modularité et adaptabilité permettant de développer un système puissant, adapté aux exigences de votre application, avec un coût d'avertissement optimisé
- Capacité de contrôle continu à grande vitesse avec les E/S spécialisées



- Produits destinée aux enivremments industriels, résistants aux conditions de température et d'humidité extrêmes, et offrant une résistance aux variations et aux chocs exceptionnelle.

✓ **Processeurs modulaires SLC 500 :**

En offrant un lavage éventail d'option de taille mémoire, de nombre d'E/S, de jeu d'instruction et de portes de communication, les processeurs SLC 500 permettent d'adapter pleinement du système de commande utilisé du besoin.

Caractéristiques :

- Jeu d'instruction évolué basé sur les processeurs PLC-5 de taille intermédiaire et compatible avec les automates monobloc de la gamme MicroLogix
- Des communications évoluées permettent aux 5/03, 5/04 et 5/05 d'assurer le contrôle total des réseaux
- Fonctions puissants comprenant l'adressage indirect, des capacités mathématiques évoluées et une instruction de calcul
- Nombreuses tailles de mémoire disponibles, de 1 K à 64
-

Automate SLC 5/01 et SLC 5/02 :

Caractéristique principale :

Spécification	SLC 5/01 1747-L511 , -L514	SLC 5/02 1747-L524
Mém prog + données	1 ou 4 K instruction	4 K instruction
E/S locales	256 TOR	480 TOR
Châssis/empl.	3/30	3/30
E/S déportée	3940 E & 3940 S TOR	4096 E & 4096 S TOR
Ports de communication	DH485 réponse	DH485

Automate SLC 5/03 et SLC 5/04 :

Caractéristique principale :

Spécification	SLC 5/03 1747-L531 1747 -L532		SLC 5/04 1747-L541 1747-L542 1747-L543		
	8 Kmots	16 Kmots	16Kmots	32 Kmots	64 KMots
Mém prog + données	8 Kmots	16 Kmots	16Kmots	32 Kmots	64 KMots
Mém données addit.	4 Kmots	4 Kmots	4 Kmots		4 Kmots
E/S locales	960 TOR	960 TOR	960 TOR		960 TOR
Châssis/empl.	3/30		3/30		
E/S déportée	4096 E & 4096 S TOR		4096 E & 4096 S TOR		
Ports de communication	Canal 0 : RS232 Canal 1 : DH485	Canal 0 : RS232 Canal 1 : DH485	Canal 0 : RS232 Canal 1 : DH+		



Automate SLC 5/05 :

Caractéristique principale :

Spécification	SLC 5/05		
	1747-L551	1747-L552	1747-L553
Mém prog + données	16Kmots	32 Kmots	64 Kmots
Mém données addit.	4 Kmots	4 Kmots	4 Kmots
E/S locales	960 TOR	960 TOR	960 TOR
Châssis/empl.	3/30	3/30	3/30
E/S déportée	4096 E & 4096 S TOR		
Ports de communication	C0 : RS232 C1 : ETHERNET		

✓ Alimentation :

Lors de la configuration d'un système modulaire SLC, chaque châssis a besoin d'une alimentation pour fournir le courant du processeur et aux emplacements d'E/S. une configuration système donne les meilleures performances. Une charge excessive des sorties de l'alimentation peut provoquer une coupure d'alimentation ou une panne.

Caractéristiques :

- Toutes les alimentations sont munies d'un voyant qui s'allume lorsque le fonctionnement est correct.
- Les alimentations c.a. possèdent un câble avec cavalier qui permet de sélectionner facilement 120 ou 240 V c.a.

✓ Le processeur :

Le choix du processeur se fait selon plusieurs critères, parmi ces critères on peut citer : la capacité de traitement, le type des voix de communication disponibles sur le processeur.

On distingue cinq types de processeurs :

- SLC 5/01 : processeur de 1 ou 4 Kmots d'instruction avec répertoire d'instructions identique à celui du processeur SLC 500 bloc.
- SLC 5/02 : processeur de 4 Kmots d'instructions avec un répertoire d'instruction enrichi.
- SLC 5/03 : processeur de 12 Kmots programme et 4 Kmots de données additionnels de stockage avec une flexibilité de communication et une capacité de traitement 5 à 10 fois supérieure à celles du processeur SLC 5/02
- SLC 5/04 : processeur de 20 Kmots programme et 4 Kmots de données et une vitesse de traitement supérieure à celle du SLC 5/03.
- SLC 5/05 : processeur de 16, 32 ou 64 Kmots d'instruction

✓ Les modules d'E/S TOR :



Les modules d'E/S sont les interfaces entre le programme utilisateur et les capteurs, pré-actionneurs.

Ces modules sont disponibles dans nombreuses densité (4, 8, 16 et 32 points) et peuvent s'interfacer avec les niveaux de tension c.a et c.c. les modules de sorties sont disponibles avec des sortie c.a. statiques, c.c. statiques à relais.

✓ **Les modules d'E/S ANA :**

Les modules d'E/S analogique sont utilisés dans les applications de contrôle de procédé qui exigent de hautes densité des mesures de précision et de vitesse élevées et la possibilité de communiquer avec de nombreux capteurs de température, de pression et de débit.

✓ **Les modules de communication :**

Les modules de communication, facilitent la communication entre les différentes équipements d'une installation donnée, selon les exigences de l'application.

Il existe trois grands niveaux réseau

- Le niveau information :

Permet à différents systèmes de sécurité intrinsèque, de gestion de la production et d'archivage de données d'accéder aux données de l'atelier pour des besoins financiers, de qualité de fabrication et de développement.

- Le niveau de contrôle :

Assure des performances déterministes et répétables pour les E/S, la programmation et les communications d'égal à égal, tout au long du processus de fabrication, de la matière brute au produit fini.

- Le niveau d'équipement :

Permet aux utilisateurs de réduire le câblage, de faire des économies sur le temps et les coûts d'installation et de bénéficier de diagnostics précieux provenant de divers capteurs, actionneurs et autres appareils connectés au système de commande.

✓ **Outils de programmation :**

Logiciel de programmation RSLogix 500 :

Le Logiciel de programmation en logique à relais RSLogix 500 permet d'optimiser les performances, économiser du temps sur le développement des projets et d'améliorer la productivité. Ce produit a été développé pour fonctionner sur les systèmes d'exploitation 32 bits Windows 95, 98, NT de Microsoft.

Compatible avec les gammes de processeurs SLC 500 et MicroLogix d'Allen-Bradley. RSLogix 500 a été le premier logiciel de programmation de PLC à proposer une productivité inégalée avec l'une des meilleures interfaces utilisateur du marché.

Les logiciels de programmation RSLogix 500 sont compatibles avec les programmes créés à l'aide des outils de programmation DOS de Rockwell Software, destinés aux processus SLC 500 et MicroLogix. La maintenance des programmes sur différentes plates-formes matérielles est ainsi plus pratique et plus facile.



✓ **Jeux d'instruction de programmation SLC :**

Le tableau suivant présente le jeu des instructions de programmation SLC 500 regroupées par fonction.

Fonction	Description
Type de relais (bit)	Ces instruction surveillent et contrôlent l'état des bits, XIC, XIO, OTL, OTU, OSR
Temporisateur et Compteur	Ces instructions contrôlent les opérations en fonction de leur durée ou du nombre d'événements.TON, TOF, CTU, CTB, RTO, RES, RHC, TDF
Comparaison	Ces instructions comparent des valeurs en utilisant une expression ou une instruction de comparaison spécifique.EQU, NEQ, LES, LEQ, GRT, GEQ, MEQ
Calcul	Ces instructions évaluent des opérations arithmétiques en utilisant une expression ou une instruction spécifique.ADD, SUB, MUL, DIV, DDV, CLR, NEG
Logique	Ces instructions effectuent des opérations logiques sur les bits.AND, OR, XOR, NOT
Conversion	Ces instructions effectuent des conversions entre des valeurs entières et DCB ou entre des radians et des degrés.TOD, FRD, DCD
Déplacement	Ces instruction modifient et déplacent des bits.MOV, MVN
Fichier	Ces instructions exécutent des opérations sur les données de fichiers.COP, FLL, BSL, BSL
Séquenceur	Ces instructions surveillent les opérations logiques répétitifs.SQO, SQC
Commande de programme	Ces instructions changent le déroulement de l'exécution du programme à relais.JMP, LBL, JSR, SBR
Interruption utilisateur	Ces instructions permettent d'interrompre votre programme en fonction d'événement définis.STD, STE, STS, IID
Commande de procédée	Cette instruction assure un contrôle en boucle fermée.
Communication	Ces instructions lisent ou écrivent des données sur un autre poste.MSG, SVC, BTR, BTW
ASCII	Ces instructions lisent, écrivent, comparent et convertissent les chaines ASCII.ABL, ACB,



✓ **Configuration d'un système SLC 500 en six étapes :**

Etape 1 : L'analyse de la gamme de produits et la détermination des besoins en matière de communication

La gamme SLC inclut une grande variété de produits qui proposent d'excellentes options de communication pour un petit automate programmable.

Etape 2 : choisissez une unité centrale

La gamme SLC propose cinq types d'unité centrale : SLC 5/01, 5/02, 5/03, 5/04, 5/05. Prenez le temps d'analyser les spécifications de chaque unité centrale. Etudiez les besoins du système en termes de communication, de mémoire, de vitesse et de fonctionnalités.

Etape 3 : choisissez les modules d'E/S

Plus de 40 modules d'E/S sont disponibles pour le système SLC. Il est important de consulter les spécifications détaillées de tous les modules qui seront employés dans votre système.

Etape 4 : choisissez la configuration des E/S

Il est important de comprendre comment le système d'E/S peut être configuré. La souplesse du SLC permet d'avoir différents types de configuration : E/S locales, E/S d'extension, E/S décentralisées, etc.

Etape 5 : choisissez les accessoires nécessaires

Etape 6 : choisissez l'alimentation

Après avoir choisi les composants du système, il faut calculer le total des tensions 5 V.C.C et 25 V.C.C, puis choisir l'alimentation appropriée pour le châssis. Cette étape est déterminante pour assurer un fonctionnement correct du système. Pour la procédure de sélection de l'alimentation.

IV. Conclusion :

On a vu dans ce chapitre que L'automate programmable SLC 500 proposent un vaste choix de mémoire, de nombre d'E/S, de jeu d'instructions et de ports de communication, afin de personnaliser le système de commande et de télégestion selon les exigences de notre application. Dans le chapitre suivant on proposera une solution d'automatisation de la station de pompage en langage GRAFCET.

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Chapitre 6 :

La réalisation d'un programme GRAFCET concernant le pompage les eaux traité

I. Introduction

Le système d'automatisation de la station de pompage ne fonctionne pas correctement, alors dans ce chapitre on va chercher une solution d'automatisation en langage GRAFCET.

II. Cahier de charge :

Les réservoirs d'eaux traitées sont équipés de trois capteurs (Flotteurs)

- S1 : Niveau bas
- S2 : Niveau moyenne
- S3 : Niveau haut

Alors si :

- Le niveau d'eau est aux dessus de S2, marche de la pompe P1
- Le niveau d'eau est aux dessus de S3, marche de P1 et P2
- Le niveau d'eau est aux dessous de S1, arrêt de P1 et P2
- Le niveau d'eau est aux dessus de S1, marche de P1
- Le niveau d'eau est aux dessus de S3, marche de P1 et P2
- Le niveau d'eau est aux dessus de S1, marche de P1

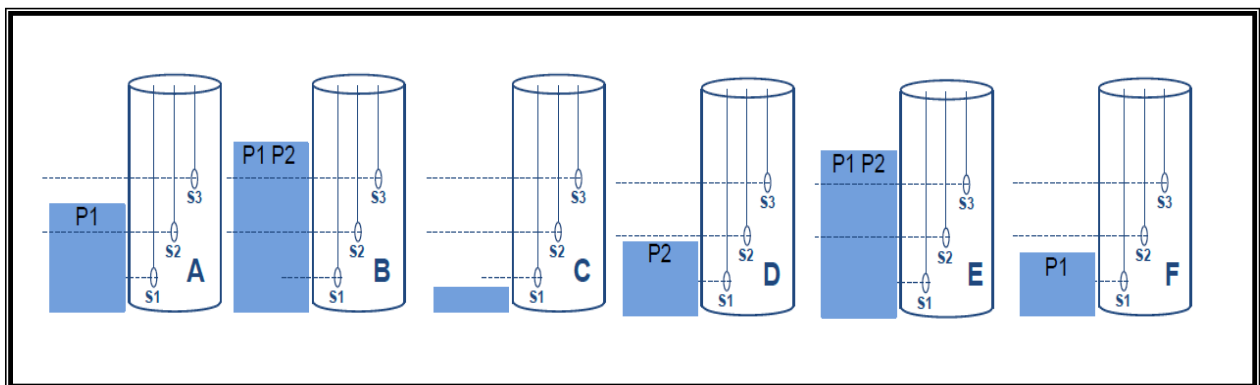


Fig. 20 : Cahier de charge

III. GRAFCET fonctionnel de la station de pompage

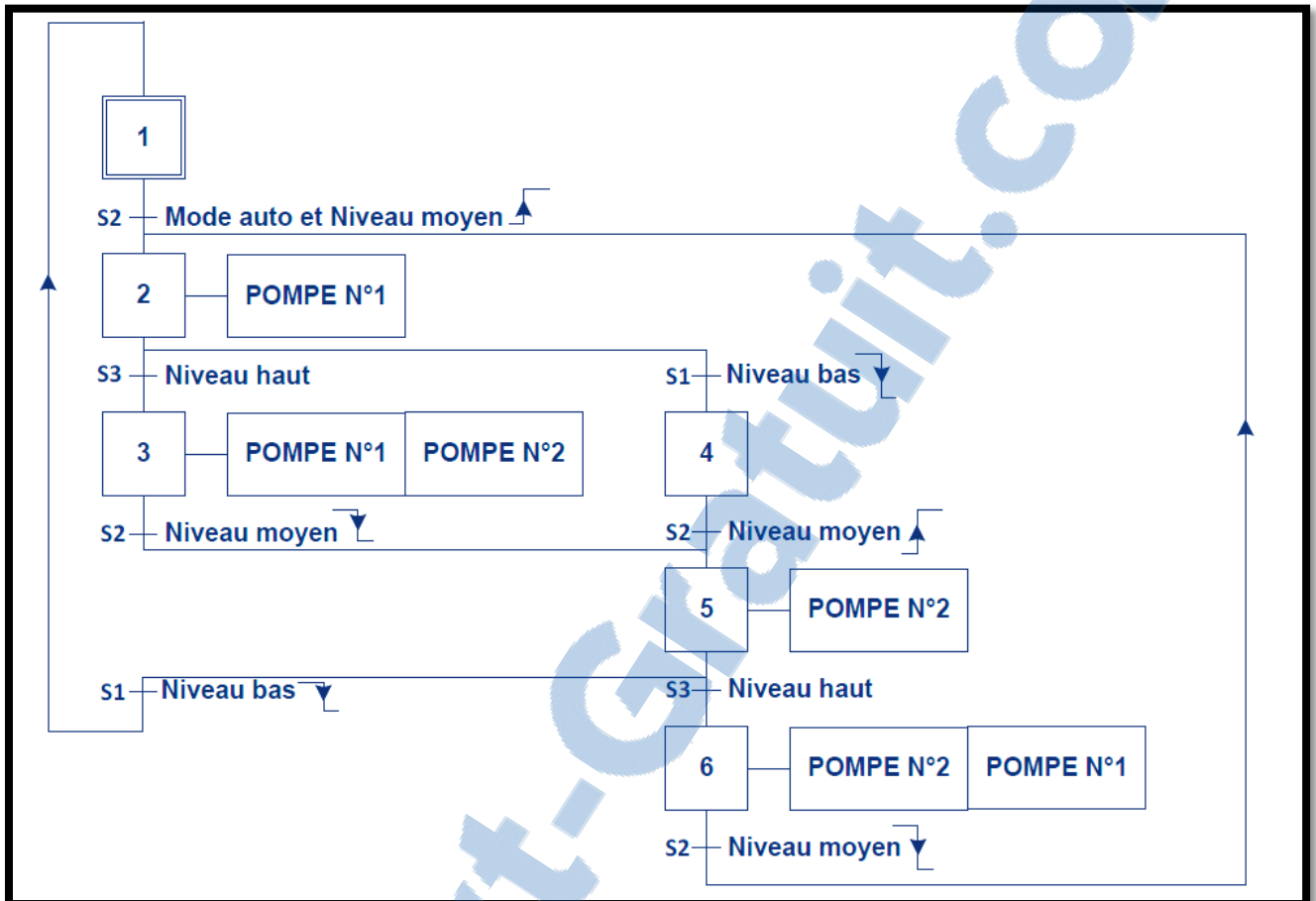
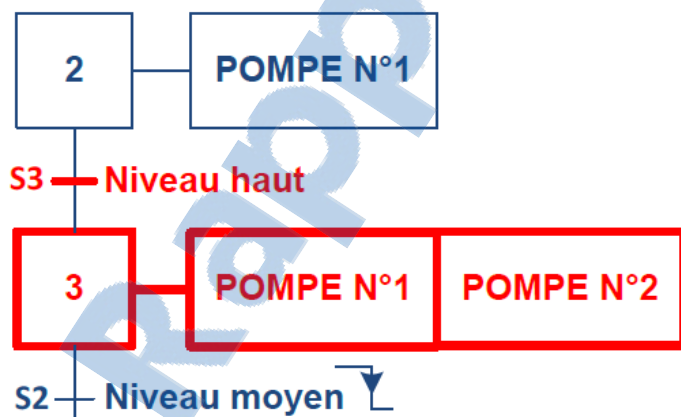


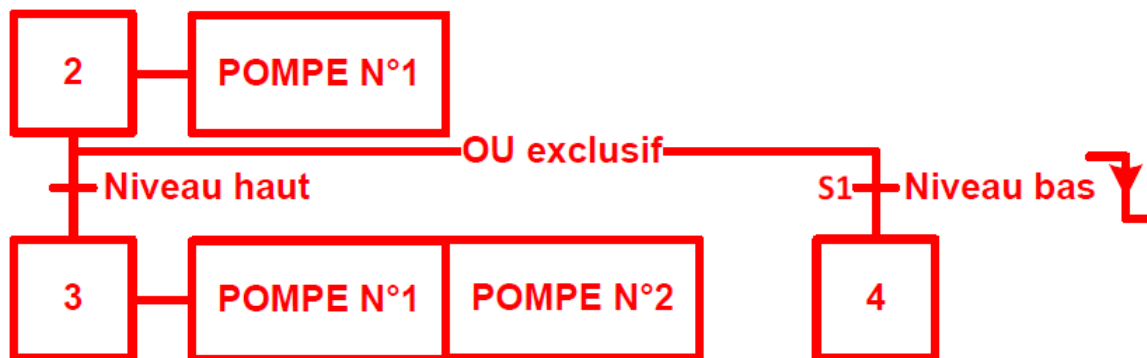
Fig. 21 : GRAFCET

IV. Décodons la structure du GRAFCET :



La pompe 1 démarre lorsque le niveau de l'eau passe S2 ; à ce moment deux solutions peuvent se produire :

- 1) Soit le niveau de l'eau continue d'augmenter et atteint S3 : évolution de l'étape 2 vers l'étape 3
- 2) Soit le niveau baisse et passe sous S1: évolution de l'étape 2 vers l'étape 4,
Lorsqu'une étape n'est associée à aucune action cela signifie qu'aucune « machine » ne fonctionne et que l'automatisme attend un « évènement » : Ici, que l'eau remonte jusqu'au niveau moyen S2 .
Le choix des 2 solutions possibles schéma B OU C constitue une divergence en OU exclusif : 1 seul choix est possible.



La divergence permet à l'automatisme de choisir entre deux cycles. Deux cycles peuvent aussi converger vers un seul : dans ce cas nous parlerons de **convergence** comme au point décrit ci-dessous.

Décodage : Lors de la descente du niveau d'eau (ouverture de S2), la pompe 2 est alimentée au lieu de la pompe 1 qui fonctionnait lors de l'étape 2 : la permutation a eu lieu.

V. Conclusion

La solution proposée fait encore appel au module logique qui intègre aussi le langage GRAFCET :

En situation réelle nous choisirions un « vrai » automate programmable plus « performant » du point de vue du nombre d'entrées et de sorties. D'autre part, l'automatisme serait rendu **communiquant** pour être surveillé et commandé à distance. Pour ces raisons on a choisie l'API Allen-Bradley SLC 50/5.



Conclusion générale

L'objectif de ce travail est de trouver des solutions adéquate pour :

- le système de commande, de supervision et de sécurité de la station de traitement d'eau
- les problèmes électriques et mécaniques durant le démarrage et l'arrêt des groupes

Dans ce stage de fin d'étude, j'ai réalisé aussi une étude préliminaire sur :

- Les Démarreurs progressifs et les variateurs de vitesse
- Le matériel de l'automate SLC 500 ; l'alimentation, les modules E/S, microprocesseur et les modules de communication.

Malgré la fiabilité et l'efficacité de ce matériel, les solutions proposées restent approximatives, alors qu'il aura toujours des solutions plus préformante et plus développé.

En guise de conclusion, je peux confirmer que ce stage ma a été d'un grand apport. En effet, il m'a permis d'enrichir mes connaissances et mon savoir-faire. Bien entendu, j'ai pu mettre à profit les acquis de ma formation.



Bibliographie

❖ **Exemples de rapports de stage :**

<http://www.doc-etudiant.fr/Methodologie/Rapport-de-stage/>

❖ **Traitement de l'eau :**

http://docplayer.fr/10091108-Dr-bessedik-madani-m_bessedik-mail-univ-tlemcen-dz-mabessedik-yahoo-fr.html

❖ **L'automate programmable Allen Bradley SLC 500 :**

<http://www.e-cours.com/2014/02/formation-en-automate-allen-bradley-slc500.html>

❖ **Structure d'un système automatisé :**

[http://foxi31.ovh.org/dl/2/ISI/04\)%20Structure%20d'un%20systeme%20automatise.pdf](http://foxi31.ovh.org/dl/2/ISI/04)%20Structure%20d'un%20systeme%20automatise.pdf).

❖ **Les automates programmables :**

http://www.groupeisf.net/Automatismes/Automatesprogrammables/API_ATTOL/Bases_automatismes/an9_seq1_Place_et_role_de_l_API.ppt.

❖ **L'Automate Programmable Industriel :**

<http://www.fichier-pdf.fr/2011/03/17/api/api.pdf>

❖ **L'Automate Programmable Industriel, TS MAI :**

<http://bannaladi.fr/cours/Traitement/API.pdf>.