

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou



Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Electronique

Mémoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme

D'Ingénieur d'Etat en Electronique
Option : contrôle

Thème

ETUDE DE L'AUTOMATISATION ET SUPERVISION D'UNE
LIGNE DE TRAITEMENT ET DE REMPLISSAGE D'EAU
MINERALE

LALLA KHEDIDJA

Proposé et dirigé par :

M^r. T. BENSIDHOUM.
M^r. M. BOUCEDRA.

Présenté par :

M^{elle} SI MOHAMMED RADIA

M^{elle} HADRIEN MYRIEM

Promotion 2012

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I : présentation de l'unité	
Introduction.....	2
I. Présentation de l'unité eau minérale LALLA KHEDIDJA.....	2
I.1. Local filtration d'eau (Water Technologie).....	2
I.2. Local siroperie.....	4
I.3. Local production	5
I.4. Local HT/MT	6
I.5. Local électrique (TGBT)	7
I.6. Utilités	7
I.7. Local chaufferies	8
I.8. Plastique.....	8
I.9. Cuve GPL	8
I.10. Quai de chargement.....	8
I.11 .Aire de stockage	9
I.12. Système de commande et de communication	9
Conclusion	9
CHAPITRE II : Description fonctionnelle	
Introduction.....	10
I. Mode CIP	10
I.1. Définition du CIP	10
I.2. Présentation de la station CIP	10
I.3. Les différentes recettes de CIP	11
I.4. Cahier de charge pour le CIP	11
I.5. Description fonctionnelle pour le CIP.....	15
I.6. Cahier de charge pour la production	26
I.7.Description fonctionnelle de la production.....	28
Conclusion.....	29
CHAPITRE III : Instrumentation utilisées	
Introduction.....	30
I. Les actionneurs	30
I.1. Les vannes	30
I.2. Les pompes	31

Sommaire

II. Les capteurs.....	32
III. Variateurs de vitesse.....	37
Conclusion.....	42
CHAPITRE IV : Modélisation du système a l'aide de GRAFCET et régulation	
PARTIE 1 : GRAFCET	
Introduction.....	43
I. Définition du GRAFCET.....	43
II. Les concept de base d'un GRAFCET.....	44
II.1. Etapes.....	44
II.2. Transitions.....	45
II.3. Liaisons orientées.....	46
II.4. Règles d'évolution d'un GRAFCET.....	46
II.5. Sélection de séquence et séquence simultanée.....	47
II.6 Saut d'étapes.....	49
II.7.Reprise de séquence.....	50
III. Niveau d'un GRAFCET.....	51
III.1. GRAFCET de niveau 1.....	51
III.2.GRAFCET de niveau 2.....	51
III.3. GRAFCET de niveau 3.....	51
IV. Mise en équation d'un GRAFCET.....	52
Conclusion.....	53
PARTIE 2 : Asservissement et régulation PID	
Introduction.....	54
I. Présentation.....	54
II. Schéma général.....	54
III. Description des différentes actions.....	55
III.1. Action proportionnelle.....	55
III.2. Action intégrale.....	55
III.3. Action dérivée.....	56
IV. Algorithme de programmation.....	56
Conclusion.....	57

Sommaire

CHAPITRE V : Automates programmables industriels

I. Définition d'un automate programmable industriel (API).....	58
II. Choix d'un automate	58
III. Le choix de S7-300.....	58
IV. Présentation du S7-300.....	58
V. Les modules constitutionnels de l'automate S7-300.....	59
V.1. Module d'alimentation (PS).....	60
V.2. Unité centrale (CPU)	60
V.3. Module de coupleur (IM)	60
V.4. Module de fonction (FM)	61
V.5. Module de communication (CP).....	61
V.6. Module de signaux (SM).....	61
VI. Caractéristique de l'automate S7-300.....	62
VII. Le logiciel STEP 7	62
VII .1. Langages de programmation	62
VII.2. Structure d'un programme S7	63
VII.3. Les blocs utilisateurs	63
VII.4. Les blocs système.....	64
VIII. Création du projet S7-300.....	64
Conclusion.....	69

CHAPITRE VI : Plate-forme de supervision sous protocol

Introduction.....	71
1. <i>Avantages de la supervision</i>	71
2. <i>Architecture d'un réseau de supervision</i>	71
3. <i>Architecture d'un réseau de supervision</i>	72
4. <i>Le rôle de la supervision</i>	72

Sommaire

4.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision.....	72
4.2. Traitement de données.....	72
4.3. La commande par supervision	73
5. Pupitre de commande	73
6. Présentation du logiciel de supervision	73
6.1. Présentation du logiciel de supervision PROTOOL	74
6.2. ProTool/Pro et Simatic Step7.....	75
6.3. Communication entre le pupitre de supervision et l'automate	75
6.4. Plateforme de supervision de notre station	76
Conclusion.....	81
Conclusion générale	84

Introduction générale

L'automatique fait partie des sciences de l'ingénieur les plus développées de nos jours. Elle a pour objectif principal de procurer une certaine autonomie aux systèmes les laissant prendre les décisions adéquates aux différents stades de leur évolution.

L'unité d'eau minérale Lalla Khedidja a été installée par le groupe "CEVITAL" à Agouni Gueghrane, Ouadhias. Comme la plupart des entreprises industrialisées, l'unité fait appel aux automates programmables qui commencent depuis quelques années à prendre de l'ampleur dans le milieu industriel de notre pays.

L'automatisation de l'unité d'eau minérale Lalla Khedidja utilise la gamme SIMATIC S7-300 de SIEMENS, un automate très utilisé dans l'industrie vue les nombreux avantages qu'il offre. Ainsi tous les programmes qui contrôlent l'ensemble de process de cette unité ont été implémentés en langage STEP 7, un langage de programmation qui constitue un outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC.

L'unité se compose de plusieurs locaux distincts. Les responsables de l'unité nous ont proposé de nous intéresser tout particulièrement à la zone de la filtration finale se trouvant dans l'atelier Water Technology vers une remplisseuse d'eau minérale. A cet effet le contenu de notre mémoire est réparti comme suite

Chapitre I : Présentation de l'unité.

Chapitre II : Cahier de charges et description fonctionnelle de la ligne allant de la zone de filtration finale jusqu'à la remplisseuse.

Chapitre III : Instrumentation utilisée

Chapitre IV : Modélisation du système à l'aide du GRAFCET

Chapitre V : Automates programmables industriels

Chapitre VI : Plate-forme de supervision sous PROTOOL.

Introduction

CEVITAL compte parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée par des fonds privés en 1998. CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, et vise à satisfaire le marché national et à exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits.

Dans la commune d'Agouni Gueghrane, Ouadhias, le groupe CEVITAL a démarré l'eau minérale Lalla Khedidja, que l'entreprise touristique de Kabylie (ETK) lui a cédée en 2004 dans le cadre de la session des filiales en difficultés. En Avril 2005 la célèbre eau minérale des monts du Djurdjura reprends ainsi sa place sur le marché.

Pour parler de ses caractéristiques : il s'agit d'une eau oligominérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels. Elle est réputée pour sa légèreté et sa pureté. C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. L'eau est ainsi directement conditionnée, dans des bouteilles en PET de 1.5 L ou 0.5 L.

Présentation de l'unité Lalla Khedidja :

L'unité d'eau minérale Lalla Khedidja de CEVITAL située au pieds du mont Djurdjura dans la commune d'Agouni Gueghrane, à environ 35 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de TIZI OUZOU, puise son eau de la source Thinzer située au flanc du mont Kouriet.

En plus de du conditionnement de l'eau minérale, l'unité produit des jus et des boissons gazeuses.

L'usine s'étend sur 25000 m² de bâtiments, comprend principalement plusieurs locaux

La capacité de production de l'unité s'élève à 3 millions de bouteilles par jour. Chaque ligne dispose d'une capacité de production de 32000 bouteilles par heure, soit une production quotidienne de 758000 bouteilles.

I.I Local filtration d'eau (Water Technology) :

L'atelier Water Technology est composé de différents éléments conçus et réalisés afin de remplir trois fonctions principales :

- Pré filtration physique de l'eau provenant de la source
- Stockage de l'eau préfiltrée

- Filtration finale de l'eau du process et alimentation de cinq lignes de production et une salle sirop (VDM).

Les espaces fonctionnels qui composent le système sont essentiellement au nombre de quatre

I.I.1 Zone préfiltration :

Elle se compose d'un groupe composé de deux lignes d'arrivée A et B, ou l'eau provenant de la source est filtrée puis acheminée vers six lignes différentes. La préfiltration se fait avec trois filtres dont un à sac de 5 μm et deux autres à cartouches de 5 μm et de 1 μm successivement.

I.I.2 Zone de stockage :

Depuis les groupes de pré filtrage, grâce aux plaques d'échange de flux, il est possible d'alimenter six réservoirs de stockage d'eau préfiltrée. Les réservoirs sont destinés à emmagasiner l'eau à envoyer aux lignes de production. La ligne A alimente les tanks 1,2 et 5 pour le conditionnement d'eau minérale, et la ligne B alimente les tanks 4 et 3 pour la production de l'eau gazéifiée et de boissons carbonatées. Ainsi qu'un sixième réservoir destiné à l'alimentation de la siroperie. Le tank 7 sera alimenté par les deux lignes A et B, il permet l'alimentation en eau de nettoyage pour le CIP (Cleaning In Place) des remplisseuses des lignes 1 et 2, ainsi que les conduites des lignes 3,4 et siroperie.

I.I.3 Zone filtration finale :

Les réservoirs de stockage alimentent six lignes de filtrage et d'alimentation. Des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un variateur de vitesse, permettant à l'eau contenue dans les réservoirs de stockage d'être une nouvelle fois filtrée. Cette étape est appelée filtration finale. Elle se fait à l'aide d'un filtre absolu à 0.2 μm . Toutes les lignes passent à travers ces filtres sauf les deux lignes provenant du tank 7 et 6. Comme les lignes 4 et 3 servent à la production de l'eau gazeuse après la filtration finale, l'eau de ces deux lignes passent à travers un échangeur de chaleur pour le refroidissement. L'eau est ainsi acheminée vers les lignes de production.

I.I.4 Salle CIP :

L'atelier est doté d'un CIP automatique destiné à laver toutes les parties du système, en utilisant quatre types de recettes, qui seront utilisées en fonction des besoins et des arrêts de production.

I. 2. Local siroperie (VDM) :

La siroperie VDM (Van Der Mollen) est équipée d'une installation automatique afin d'avoir un produit de bonne qualité. Ce local se scinde en plusieurs compartiments :

La trémie de sucre : Contient du sucre cristallisé en vue de la production du sirop simple.

Le contimol : Il a pour but de dissoudre le sucre cristallisé avec de l'eau chaude.

Echangeur à plaques de sirop simple : permet d'éliminer les germes pathogènes du sucre liquide par un traitement thermique.

Cuves de stockage du sirop simple : Sert à stocker le sirop simple, et pendant la production il l'envoi vers le massmol.

Massmol : Il en existe deux types :

Le massmol 1 : il envoi du sirop simple et du concentré de jus de fruits et de l'eau selon la recette utilisée.

Le massmol 2 : envoi des mini composants (acide citrique, benzoate de sodium, colorants... etc).

Cuves de stockage du concentré de sirop fini : Servent à stocker le sirop fini à différents arômes.

Station de concentré : Servant à envoyer les arômes ou émulsions souhaitées.

I.2.1 : Salle Emulsion : Le process d'émulsion se fait par les étapes suivantes :

- Préparation phase aqueuse dans le liquide, une fois prêt, on l'envoi dans les cuves de stockages.
- Préparation de la phase huileuse dans la cuve de stockage de la phase aqueuse.
- Homogénéisation : on homogénéise les deux phases dans la première cuve de stockage et on l'envoi dans la deuxième cuve de stockage.
- Transfert vers conteneurs : une fois l'émulsion prête

- on soutire celle-ci dans un conteneur.

I.2.2. Salle NEP : La siroperie VDM est dotée d'un système de nettoyage des équipements ainsi que les mixeurs des lignes destinées aux boissons carbonatées.

La salle CIP est munie d'une cuve de soude chaude et d'une autre d'eau chaude.

I.3. Local production : Cet atelier comporte trois parties essentielles :

- Une salle blanche où s'effectue le soufflage et le remplissage des bouteilles.
- Un laboratoire pour le contrôle qualité.
- Cinq lignes de production ; lignes 1, 2, 5 pour le conditionnement de l'eau minérale, et lignes 3 et 4 pour la boisson gazeuse et jus.

Le chemin des préformes est décrit comme suite :

Un basculeur de préformes vient approvisionner l'alimentateur de préformes fabriquées dans le local plastique. Ces dernières passent dans une trémie, ensuite acheminées par l'élévateur préformes.

Elles sont guidées par deux rouleaux orienteurs jusqu'au rail de chargement où elles sont désinfectées au passage par des lampes UV.

A travers la roue d'alimentation les préformes passent par un dépoussiéreur puis pénètrent dans le four infrarouge chauffé à une température supérieure à 90⁰ C, une autre roue les transfère vers la roue de soufflage.

Les préformes sont soufflées avec une pression de 40bars dans des moules, prenant ainsi leur forme de bouteilles prêtes pour le remplissage au niveau de la remplisseuse/boucheuse.

Une fois les bouteilles remplies et bouchonnées, elles passent par un contrôleur qui se charge de d'éjecter les bouteilles mal remplies ou non bouchonnées.

Les bouteilles contrôlées sont conduites par un convoyeur et alignées une par une au moyen d'un aligneur pour passer à travers un sécheur, afin de sécher la surface externe des bouteilles pour une bonne adhésion des étiquettes.

A leur sortie du sécheur, les bouteilles passent par l'étiqueteuse puis au contrôle d'étiquettes et par la dateuse qui imprime par laser sur chaque bouteille la date et le numéro du lot.

Les bouteilles continuent leur parcours à travers la sleeveuse bouchons puis la table d'accumulation de la fardeuse ou elles s'accumulent avant de passer dans la fardeuse qui en fait des fardeaux des six bouteilles pour la 1.5L et de douze pour la 0.5L.

Ces derniers sont ensuite dirigés vers la poseuse de poignées sur un convoyeur a pack.

Les fardeaux avec poignées sont acheminés vers le palettiseur ou ils sont disposés sur des palettes en bois, sur quatre couches de 28 fardeaux chacune, séparées par des intercalaires.

Enfin la palette est housée par un film thermo-rétractable, en passant à travers le dernier équipement qui n'est autre que housseuse avant d'être acheminée vers la zone de stockage au moyen de chariots élévateurs.

1.4 Local HT/MT (haute tension et moyenne tension) :

Le poste HT est alimenté par une ligne triphasée de 63 KV et de puissance de 10 MVA provenant directement de SONELGAZ, une fois la ligne au local, elle traverse successivement les éléments suivants :

- Un sectionneur qui permet son sectionnement par rapport au poste HT.
- Un disjoncteur MCI 72 qui permet la protection du transformateur avec la méthode de l'arc par le gaz SF₆.

Le primaire du transformateur HT/MT 63/31.5 KV de puissance 15 MVA est équipé d'un régulateur en charge commandé par un automate TAPCON.

Le secondaire du transformateur 31.5 KV est relié à une armoire d'arrivée SM6.36 qui protège et distribue l'énergie aux trois autres armoires à l'aide d'un jeu de barre.

Chaque armoire SM6.36 alimente un transformateur MT/BT 31.5 KV/380V de puissance 31250 KVA.

L'armoire d'arrivée et celle de départs sont reliées à un superviseur SEFOX pour la commande et la supervision.

On y trouve aussi une armoire de protection dans le local HT, elle est équipée de relais de protection de gamme SEPAMS 80, les autres armoires sont équipées de SEPAM 40.

Les auxiliaires du poste HT (éclairage, ventilation, climatisation ...etc.) sont alimentées par un transformateur MT/BT 31.5KV/380V de puissance 160 KVA.

1.5 Local électrique (TGBT : tableau général de basse tension) :

Les trois transformateurs MT/BT3 1.5KV/380V alimentent les trois TGBT. A la tête de chaque TGBT on trouve un disjoncteur MASTERPACT de 5KA équipé d'une unité logique 5.0P qui joue le rôle d'un cerveau MASTERPACT de 5KA équipé sur lequel on peut lire les valeurs des paramètres courant électrique, tension et puissance.

Entre chaque deux TGBT est placé un disjoncteur de couplage pour assurer la continuité du service en cas de panne d'un des trois transformateurs.

Les jeux de barre TGBT alimentent tous les départs vers les lignes et les ateliers via des disjoncteurs de têtes. Les prises des bureaux sont alimentées via un onduleur.

Chaque départ est relié à une armoire de supervision équipée d'un switch et d'un réseau Ethernet qui permet la communication entre cette armoire et l'armoire principale de supervision installée dans la salle de supervision du HT.

Pour la compensation de l'énergie réactive, des batteries de compensation sont installées dans le local électrique.

Le local électrique est équipé de deux climatiseurs CIAT pour réguler la température et refroidir les câbles et les armoires.

I.6. Utilités :

I.6.1. Local air comprimé :

A l'intérieur de ce local se trouve cinq compresseurs SIAD TEMPO 40bars, deux de capacité de 235m³/h, trois de capacité de 1850m³/h pour les souffleuses, un compresseur ATLAS COPCO 7bars de capacité 320m³/h qui alimente l'atelier plastique. Un groupe de deux compresseurs ROLLAIR 7bars de capacité 1250m³/h pour les autres ateliers, et un groupe de pompes pour l'alimentation des souffleuses en eau froide.

1.6.2. Refroidisseurs :

Les refroidisseurs sont installés sur la façade externe de l'unité :

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, qui alimente la siroperie en eau froide

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, qui alimente deux échangeurs au niveau de l'atelier Water Technology.

Refroidisseurs GREEN BOX, eau froide/fluide frigorigène, qui alimente les presses à injection dans l'atelier plastique.

Refroidisseurs EF COOLING, eau froide/fluide frigorigène qui alimente les souffleuses

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, pour la climatisation de la salle blanche.

Refroidisseurs BALTIMOR, eau/eau, pour le refroidissement des compresseurs.

1.7. Local chaufferie : On y trouve :

Une chaudière ECEFRAL de capacité 5 t/h est utilisée pour l'alimentation en vapeur la siroperie, le local de Water Technology et la sleeveuse.

Un adoucisseur d'eau utilisé pour l'alimentation des centrales de lubrification au niveau des convoyeurs et des échangeurs.

Un groupe de pompes pour les besoins en eau brute de l'usine, et un évaporateur CO₂

1.8. Plastique :

Dans le local plastique, la fabrication des différentes préformes et bouchons à partir de granulés PET, se fait au moyen de deux presses à injection de type HUSKY.

1.9. Cuve GPL :

L'unité dispose d'une cuve GPL destinée à l'alimentation en gaz des mousseuses pour la rétraction des housses sur les palettes.

1.10. Quai de chargement :

On y trouve 14 quais de chargement qui sont commandés par un système à base de vérins qui permettent une translation verticale et horizontale.

1.11. Aire de stockage :

A l'intérieur de ce local se fait le stockage des produits finis, ainsi que les consommables (préformes, bouchons, étiquettes, colle, bobines de film, PET...etc.,).

1.12. Système de commande et de communication :

Chaque local de l'unité est contrôlé par un système central de commande (Automate Programmable –API) et un système de visualisation et de communication (Opérateur Panel – OP). Ces deux systèmes assurent un fonctionnement automatique de la station.

Conclusion :

Après l'étude globale de l'unité, nous allons nous intéresser au CIP des lignes de production, plus précisément la ligne AA, sachant que c'est la même étude pour les deux autres lignes AB et AC allant vers les remplisseuses d'eau minérale.

Introduction

CEVITAL compte parmi les entreprises Algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché, elle a été créée par des fonds privés en 1998. CEVITAL contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, et vise à satisfaire le marché national et à exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits.

Dans la commune d'Agouni Gughrane, Ouadhias, le groupe CEVITAL a démarré l'eau minérale Lalla Khedidja, que l'entreprise touristique de Kabylie (ETK) lui a cédée en 2004 dans le cadre de la session des filiales en difficultés. En Avril 2005 la célèbre eau minérale des monts du Djurdjura reprends ainsi sa place sur le marché.

Pour parler de ses caractéristiques : il s'agit d'une eau oligominérale non gazeuse, riche en minéraux essentiels. Elle est réputée pour sa légèreté et sa pureté. C'est une eau de montagne dont le parcours géologique est protégé contre toute pollution. L'eau est ainsi directement conditionnée, dans des bouteilles en PET de 1.5 L ou 0.5 L.

Présentation de l'unité Lalla Khedidja :

L'unité d'eau minérale Lalla Khedidja de CEVITAL située au pieds du mont Djurdjura dans la commune d'Agouni Gueghrane, à environ 35 km au sud-ouest du chef-lieu de la wilaya de TIZI OUZOU, puise son eau de la source Thinzer située au flanc du mont Kouriet.

En plus de du conditionnement de l'eau minérale, l'unité produit des jus et des boissons gazeuses.

L'usine s'étend sur 25000 m² de bâtiments, comprend principalement plusieurs locaux

La capacité de production de l'unité s'élève à 3 millions de bouteilles par jour. Chaque ligne dispose d'une capacité de production de 32000 bouteilles par heure, soit une production quotidienne de 758000 bouteilles.

I.I Local filtration d'eau (Water Technology) :

L'atelier Water Technology est composé de différents éléments conçus et réalisés afin de remplir trois fonctions principales :

- Pré filtration physique de l'eau provenant de la source
- Stockage de l'eau préfiltrée

- Filtration finale de l'eau du process et alimentation de cinq lignes de production et une salle sirop (VDM).

Les espaces fonctionnels qui composent le système sont essentiellement au nombre de quatre

I.I.1 Zone préfiltration :

Elle se compose d'un groupe composé de deux lignes d'arrivée A et B, ou l'eau provenant de la source est filtrée puis acheminée vers six lignes différentes. La préfiltration se fait avec trois filtres dont un à sac de 5 μm et deux autres à cartouches de 5 μm et de 1 μm successivement.

I.I.2 Zone de stockage :

Depuis les groupes de pré filtrage, grâce aux plaques d'échange de flux, il est possible d'alimenter six réservoirs de stockage d'eau préfiltrée. Les réservoirs sont destinés à emmagasiner l'eau à envoyer aux lignes de production. La ligne A alimente les tanks 1,2 et 5 pour le conditionnement d'eau minérale, et la ligne B alimente les tanks 4 et 3 pour la production de l'eau gazéifiée et de boissons carbonatées. Ainsi qu'un sixième réservoir destiné à l'alimentation de la siroperie. Le tank 7 sera alimenté par les deux lignes A et B, il permet l'alimentation en eau de nettoyage pour le CIP (Cleaning In Place) des remplisseuses des lignes 1 et 2, ainsi que les conduites des lignes 3,4 et siroperie.

I.I.3 Zone filtration finale :

Les réservoirs de stockage alimentent six lignes de filtrage et d'alimentation. Des pompes centrifuges à régime de rotation contrôlé par un variateur de vitesse, permettant à l'eau contenue dans les réservoirs de stockage d'être une nouvelle fois filtrée. Cette étape est appelée filtration finale. Elle se fait à l'aide d'un filtre absolu à 0.2 μm . Toutes les lignes passent à travers ces filtres sauf les deux lignes provenant du tank 7 et 6. Comme les lignes 4 et 3 servent à la production de l'eau gazeuse après la filtration finale, l'eau de ces deux lignes passent à travers un échangeur de chaleur pour le refroidissement. L'eau est ainsi acheminée vers les lignes de production.

I.I.4 Salle CIP :

L'atelier est doté d'un CIP automatique destiné à laver toutes les parties du système, en utilisant quatre types de recettes, qui seront utilisées en fonction des besoins et des arrêts de production.

I. 2. Local siroperie (VDM) :

La siroperie VDM (Van Der Mollen) est équipée d'une installation automatique afin d'avoir un produit de bonne qualité. Ce local se scinde en plusieurs compartiments :

La trémie de sucre : Contient du sucre cristallisé en vue de la production du sirop simple.

Le contimol : Il a pour but de dissoudre le sucre cristallisé avec de l'eau chaude.

Echangeur à plaques de sirop simple : permet d'éliminer les germes pathogènes du sucre liquide par un traitement thermique.

Cuves de stockage du sirop simple : Sert à stocker le sirop simple, et pendant la production il l'envoi vers le massmol.

Massmol : Il en existe deux types :

Le massmol 1 : il envoi du sirop simple et du concentré de jus de fruits et de l'eau selon la recette utilisée.

Le massmol 2 : envoi des mini composants (acide citrique, benzoate de sodium, colorants... etc).

Cuves de stockage du concentré de sirop fini : Servent à stocker le sirop fini à différents arômes.

Station de concentré : Servant à envoyer les arômes ou émulsions souhaitées.

I.2.1 : Salle Emulsion : Le process d'émulsion se fait par les étapes suivantes :

- Préparation phase aqueuse dans le liquide, une fois prêt, on l'envoi dans les cuves de stockages.
- Préparation de la phase huileuse dans la cuve de stockage de la phase aqueuse.
- Homogénéisation : on homogénéise les deux phases dans la première cuve de stockage et on l'envoi dans la deuxième cuve de stockage.
- Transfert vers conteneurs : une fois l'émulsion prête

- on soutire celle-ci dans un conteneur.

I.2.2. Salle NEP : La siroperie VDM est dotée d'un système de nettoyage des équipements ainsi que les mixeurs des lignes destinées aux boissons carbonatées.

La salle CIP est munie d'une cuve de soude chaude et d'une autre d'eau chaude.

I.3. Local production : Cet atelier comporte trois parties essentielles :

- Une salle blanche où s'effectue le soufflage et le remplissage des bouteilles.
- Un laboratoire pour le contrôle qualité.
- Cinq lignes de production ; lignes 1, 2, 5 pour le conditionnement de l'eau minérale, et lignes 3 et 4 pour la boisson gazeuse et jus.

Le chemin des préformes est décrit comme suite :

Un basculeur de préformes vient approvisionner l'alimentateur de préformes fabriquées dans le local plastique. Ces dernières passent dans une trémie, ensuite acheminées par l'élévateur préformes.

Elles sont guidées par deux rouleaux orienteurs jusqu'au rail de chargement où elles sont désinfectées au passage par des lampes UV.

A travers la roue d'alimentation les préformes passent par un dépoussiéreur puis pénètrent dans le four infrarouge chauffé à une température supérieure à 90⁰ C, une autre roue les transferts vers la roue de soufflage.

Les préformes sont soufflées avec une pression de 40bars dans des moules, prenant ainsi leur forme de bouteilles prêtes pour le remplissage au niveau de la remplisseuse/boucheuse.

Une fois les bouteilles remplies et bouchonnées, elles passent par un contrôleur qui se charge de d'éjecter les bouteilles mal remplies ou non bouchonnées.

Les bouteilles contrôlées sont conduites par un convoyeur et alignées une par une au moyen d'un aligneur pour passer à travers un sécheur, afin de sécher la surface externe des bouteilles pour une bonne adhésion des étiquettes.

A leur sortie du sécheur, les bouteilles passent par l'étiqueteuse puis au contrôle d'étiquettes et par la dateuse qui imprime par laser sur chaque bouteille la date et le numéro du lot.

Les bouteilles continuent leur parcours à travers la sleeveuse bouchons puis la table d'accumulation de la fardeuse ou elles s'accumulent avant de passer dans la fardeuse qui en fait des fardeaux des six bouteilles pour la 1.5L et de douze pour la 0.5L.

Ces derniers sont ensuite dirigés vers la poseuse de poignées sur un convoyeur a pack.

Les fardeaux avec poignées sont acheminés vers le palettiseur ou ils sont disposés sur des palettes en bois, sur quatre couches de 28 fardeaux chacune, séparées par des intercalaires.

Enfin la palette est housée par un film thermo-rétractable, en passant à travers le dernier équipement qui n'est autre que housseuse avant d'être acheminée vers la zone de stockage au moyen de chariots élévateurs.

1.4 Local HT/MT (haute tension et moyenne tension) :

Le poste HT est alimenté par une ligne triphasée de 63 KV et de puissance de 10 MVA provenant directement de SONELGAZ, une fois la ligne au local, elle traverse successivement les éléments suivants :

- Un sectionneur qui permet son sectionnement par rapport au poste HT.
- Un disjoncteur MCI 72 qui permet la protection du transformateur avec la méthode de l'arc par le gaz SF6.

Le primaire du transformateur HT/MT 63/31.5 KV de puissance 15 MVA est équipé d'un régulateur en charge commandé par un automate TAPCON.

Le secondaire du transformateur 31.5 KV est relié à une armoire d'arrivée SM6.36 qui protège et distribue l'énergie aux trois autres armoires à l'aide d'un jeu de barre.

Chaque armoire SM6.36 alimente un transformateur MT/BT 31.5 KV/380V de puissance 31250 KVA.

L'armoire d'arrivée et celle de départs sont reliées à un superviseur SEFOX pour la commande et la supervision.

On y trouve aussi une armoire de protection dans le local HT, elle est équipée de relais de protection de gamme SEPAMS 80, les autres armoires sont équipées de SEPAM 40.

Les auxiliaires du poste HT (éclairage, ventilation, climatisation ...etc.) sont alimentées par un transformateur MT/BT 31.5KV/380V de puissance 160 KVA.

1.5 Local électrique (TGBT : tableau général de basse tension) :

Les trois transformateurs MT/BT3 1.5KV/380V alimentent les trois TGBT. A la tête de chaque TGBT on trouve un disjoncteur MASTERPACT de 5KA équipé d'une unité logique 5.0P qui joue le rôle d'un cerveau MASTERPACT de 5KA équipé sur lequel on peut lire les valeurs des paramètres courant électrique, tension et puissance.

Entre chaque deux TGBT est placé un disjoncteur de couplage pour assurer la continuité du service en cas de panne d'un des trois transformateurs.

Les jeux de barre TGBT alimentent tous les départs vers les lignes et les ateliers via des disjoncteurs de têtes. Les prises des bureaux sont alimentées via un onduleur.

Chaque départ est relié à une armoire de supervision équipée d'un switch et d'un réseau Ethernet qui permet la communication entre cette armoire et l'armoire principale de supervision installée dans la salle de supervision du HT.

Pour la compensation de l'énergie réactive, des batteries de compensation sont installées dans le local électrique.

Le local électrique est équipé de deux climatiseurs CIAT pour réguler la température et refroidir les câbles et les armoires.

I.6. Utilités :

I.6.1. Local air comprimé :

A l'intérieur de ce local se trouve cinq compresseurs SIAD TEMPO 40bars, deux de capacité de 235m³/h, trois de capacité de 1850m³/h pour les souffleuses, un compresseur ATLAS COPCO 7bars de capacité 320m³/h qui alimente l'atelier plastique. Un groupe de deux compresseurs ROLLAIR 7bars de capacité 1250m³/h pour les autres ateliers, et un groupe de pompes pour l'alimentation des souffleuses en eau froide.

1.6.2. Refroidisseurs :

Les refroidisseurs sont installés sur la façade externe de l'unité :

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, qui alimente la siroperie en eau froide

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, qui alimente deux échangeurs au niveau de l'atelier Water Technology.

Refroidisseurs GREEN BOX, eau froide/fluide frigorigène, qui alimente les presses à injection dans l'atelier plastique.

Refroidisseurs EF COOLING, eau froide/fluide frigorigène qui alimente les souffleuses

Refroidisseurs TRANE, eau/fluide frigorigène, pour la climatisation de la salle blanche.

Refroidisseurs BALTIMOR, eau/eau, pour le refroidissement des compresseurs.

1.7. Local chaufferie : On y trouve :

Une chaudière ECEFRAL de capacité 5 t/h est utilisée pour l'alimentation en vapeur la siroperie, le local de Water Technology et la sleeveuse.

Un adoucisseur d'eau utilisé pour l'alimentation des centrales de lubrification au niveau des convoyeurs et des échangeurs.

Un groupe de pompes pour les besoins en eau brute de l'usine, et un évaporateur CO2

1.8. Plastique :

Dans le local plastique, la fabrication des différentes préformes et bouchons à partir de granulés PET, se fait au moyen de deux presses à injection de type HUSKY.

1.9. Cuve GPL :

L'unité dispose d'une cuve GPL destinée à l'alimentation en gaz des mousses pour la rétraction des housses sur les palettes.

1.10. Quai de chargement :

On y trouve 14 quais de chargement qui sont commandés par un système à base de vérins qui permettent une translation verticale et horizontale.

1.11. Aire de stockage :

A l'intérieur de ce local se fait le stockage des produits finis, ainsi que les consommables (préformes, bouchons, étiquettes, colle, bobines de film, PET...etc.,).

1.12. Système de commande et de communication :

Chaque local de l'unité est contrôlé par un système central de commande (Automate Programmable –API) et un système de visualisation et de communication (Opérateur Panel – OP). Ces deux systèmes assurent un fonctionnement automatique de la station.

Conclusion :

Après l'étude globale de l'unité, nous allons nous intéresser au CIP des lignes de production, plus précisément la ligne AA, sachant que c'est la même étude pour les deux autres lignes AB et AC allant vers les remplisseuses d'eau minérale.

Introduction :

Dans ce chapitre, nous allons présenter les différents composants que comporte notre atelier. Nous verrons entre autres les pompes, les vannes, nous passerons ensuite à l'étude des capteurs et leur principe de fonctionnement.

I. Les actionneurs :**I.1. Les vannes :****I.1.1. Vannes Tout ou Rien (TOR) :**

Elles sont utilisées pour la commande des systèmes ayant une grande inertie où la précision de régulation n'est pas importante.

Le convertisseur électropneumatique reçoit un signal en milliampères, courant continu et restitue une pression pneumatique destinée à mouvoir la tige de commande de la vanne. La relation liant le mouvement de la tige au signal d'entrée est linéaire.

Lorsque la vanne reçoit le signal (signal pneumatique de 0.2 à 1bar) par la chambre supérieure, la membrane descend et comprime le ressort, la vanne est ouverte. Lorsque le signal est coupé, l'air qui est dans la chambre inférieure sera purgé. Le ressort pousse la membrane vers le haut et la vanne se ferme.



Figure III.0. Vanne tout ou rien

I.1.2. Vannes modulantes :

La vanne est commandée par un régulateur qui utilise l'action de l'air comme fluide d'asservissement. Ainsi l'ouverture, la fermeture ou l'action modulée de la vanne est produite par les variations de pression de sortie d'un instrument de mesure et de contrôle. Elle est actionnée mécaniquement.

La vanne reçoit un signal pneumatique transmis par un régulateur de pression, de niveau, de température ou de débit. Par augmentation du signal, la barre de commande monte en comprimant le ressort. Par diminution du signal, le ressort détend et provoque la descente de la barre de commande.



III.1. Vanne modulante

Ø Caractéristiques techniques des vannes :

Model BARDIANI VALVOLE ZVF

- Pression de fonctionnement maximum 10bars (145psi)
- Pression de fonctionnement minimum vide total
- Température maximale de produit 120°C (284°F)
- Température minimale de produit -10°C (14° F)
- Pression air de l'actionneur pneumatique 6 bars (87psi) à 8bars (116psi)

I.2. Les pompes:

I.2.1. Les pompes centrifuges :

Les pompes assurent l'envoi, le soutirage et la circulation de l'eau dans les différentes cuves de l'unité.

Ø Caractéristiques techniques :

- Alimentation 380...660V
- Débit : jusqu'à 30m³/h
- Fréquence 50Hz
- Température maximale de liquide à pomper 140°C
- Température minimale de liquide à pomper -30°C
- Vitesse de rotation : 2940tr /min

- Pression de fonctionnement : 4,5 bars

I.2.2.La pompe doseuse :

Ø Pompe péristaltique moyenne pression :

Ce sont des pompes auto-amorçantes et sans systèmes d'étanchéité, dans lesquelles deux galets montés sur un rotor, viennent alternativement presser un tube vidé dans le corps de pompe. Du fait de la rotation, le contenu du tube de pompage (le liquide pompé) est entraîné de l'orifice d'aspiration vers l'orifice de refoulement .

Après écrasement, le tube de pompage reprend sa forme initiale en créant un vide qui provoque une aspiration constante



Figure III.2. Pompe péristaltique

II. Les capteurs :

Un capteur est dispositif transformant l'état d'une grandeur physique observée en une grandeur utilisable telle que : une tension électrique, une intensité, un niveau...etc

Principe d'un capteur

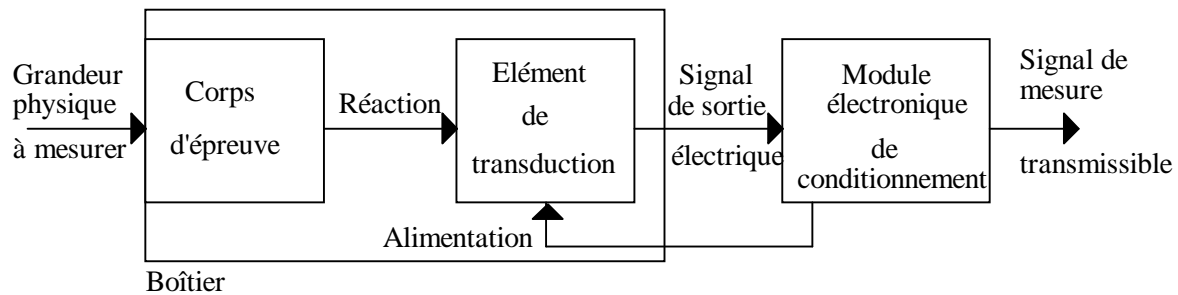


Figure III.3: Principe d'un capteur.

- Ø **Corps d'épreuve** : est élément mécanique qui réagit sélectivement à la grandeur à mesurer (appelée aussi mesurande), son but est de transformer la grandeur à mesurer en une autre grandeur physique dite mesurable.
- Ø **Transducteur**: qui est un élément sensible lié au corps d'épreuve. Il traduit les réactions du corps d'épreuve en une grandeur électrique constituant le signal de sortie.
- Ø **Conditionnement** :

Il a, selon les cas, les fonctions suivantes :

- ü alimentation électrique du capteur ;
- ü mise en forme et amplification du signal de sortie ;
- ü filtrage, amplification ;
- ü conversion du signal (CAN, CNA...).

- Ø **Boîtier** : élément mécanique de protection, de maintien et de fixation du capteur.

Les capteurs qu'on a le plus utilisé sont :

II. 1. Capteur de température :

Des capteurs de températures sont disposés à des niveaux bien précis pour indiquer et / transmettre la valeur mesurer de la température.

Capteur de température PT100 hygiénique. Son Principe de mesure est:

sur une sonde RTD (résistance, température detector) platine, l'élément sensible est constitué par une résistance électrique de valeur de 100 ohm à 0°C qui augmente avec la température, selon un coefficient caractéristique du matériau de la résistance (platine).



Figure III.4. Capteur de température

II.2. Capteur de niveau (LS) : TOR

Ce sont des capteurs de présence et d'absence de liquide, avec le principe de conduction électrique de liquide, la présence de liquide fait passer le courant d'une borne vers l'autre.

II.3. Capteur de pression Ceraphant T PT :

La pression process agit sur la membrane céramique et la modification de la capacité, fonction de la pression de la cellule céramique est mesurée. Un microprocesseur exploite le signal et active la sortie ou édite la valeur mesurée correspondante.



Figure III.5. Capteur de pression Ceraphant T PT

II.4. La sonde de niveau Magnétostrictif : Analogique

Les Tanks sont équipés d'un capteur de niveau pour indiquer sur le pupitre la valeur de niveau.

Avec un transmetteur utilisant le principe de la mesure du temps de parcours. Il mesure la distance entre le point de référence et la surface de produit. Des impulsions haute fréquence sont émises et guidées le long d'une sonde. Elles sont réfléchies par la surface du produit, captées par l'unité d'exploitation et converties en information de niveau.



Figure III.6. La sonde de niveau Magnétostrictif

II.5. Transmetteur de conductivité Liquisys M :

C'est un transmetteur destiné à la détermination de la conductivité et de la résistivité des liquides.

II.6. Le détecteur de présence :

Les capteurs inductif produise à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique oscillant, ce champ est généré par une self et une capacité montées en parallèle. Lorsqu'un objet métallique pénètre dans ce champ, y'a perturbation de ce champ puis atténuation du champ oscillant, cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie, le capteur commute.



Figure III.7. Le détecteur de présence

1. Câble ;
2. Corps fileté ;
3. Face active ;
4. LED de visualisation ;

5. Ecrous de fixation ;
6. Objet conducteur à détecter.

II.7. Débitmètre :

Le débitmètre électromagnétique fonctionne suivant le principe de l'effet Hall. Quand un liquide conducteur s'écoule perpendiculairement à travers un champ magnétique, une différence de potentiel électrique est créée au sein du liquide. Cette différence de potentiel, captée à l'aide de deux électrodes permet, par calcul, d'en déduire la vitesse puis le débit du fluide.

$$Q_m = \rho * V * S$$

Le débit massique d'un fluide = la masse volumique de ce fluide * sa vitesse * la section de passage

Cette création de tension électrique s'explique simplement si on observe les forces qui s'exercent sur les anions et cations présents au sein du liquide.

Une charge électrique (électron, anion, cation) qui se déplace dans un champ magnétique subit une force (force de Laplace) qui tend à faire dévier cette charge électrique de sa trajectoire initiale

Les débitmètres électromagnétiques KROHNE mesurent avec précision le débit volumique, il est équipé d'un convertisseur (IFC 090) [11].



Figure III.8. Débitmètre

III.1.2. Variateur de vitesse [4]

Un variateur de fréquence redresse la tension alternative réseau (CA) en une tension continue (CC) puis convertit cette dernière en une tension (CA) d'amplitude et de fréquence variables.

La tension et la fréquence variables qui alimentent le moteur offrent des possibilités infinies de régulation de vitesse pour les moteurs standards triphasés à courant alternatif.

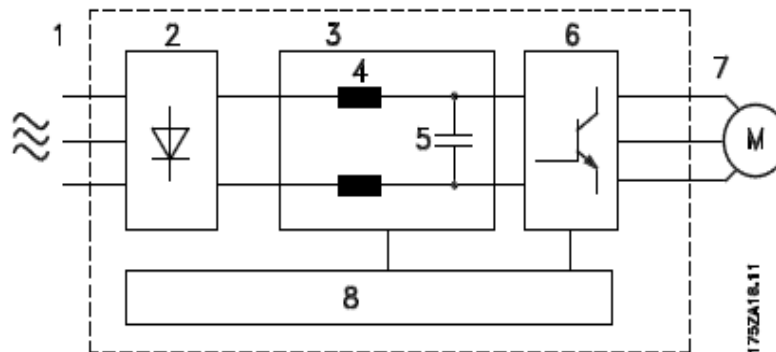


Figure III.9.: Schéma de principe du variateur.

1. Tension secteur

- x 200-240 V CA, 50/60 Hz ;
- x 380-500 V CA, 50/60 Hz ;
- x 525-600 V CA, 50/60 Hz ;
- 3 x 525-690 V CA, 50/60 Hz.

2. Redresseur

Un pont redresseur triphasé redresse le courant alternatif en courant continu.

3. Circuit intermédiaire

(Tension CC = 1,35 x tension d'alimentation [V]).

4. Bobines du circuit intermédiaire

Lissage de la tension du circuit intermédiaire et limitation des perturbations envoyées sur le secteur et d'autres composants (transformateur de puissance, câbles, fusibles et contacteurs).

5. Condensateurs du circuit intermédiaire

pour le Lissage de la tension du circuit intermédiaire.

6. Onduleur

pour le Convertit la tension CC en tension CA de fréquence variable.

7. Tension moteur

- Tension CA variable de 0 à 100 % de la tension d'alimentation ;
- Fréquence variable : 0,5-132/0,5-1000 Hz.

8. Carte de commande

- Dispositif de contrôle par microprocesseur du variateur ;
- de fréquence avec génération du profil d'impulsions ;
- par lequel la tension continue est convertie en ;
- tension alternative et fréquence variable.

✓ Le variateur de vitesse VLT5000

La gamme des VLT 5000 s'adapte à la plupart des applications industrielles en milieu difficile grâce à des performances particulièrement élevées de vitesse et de couple en boucle ouverte ou fermée et à la flexibilité de ses modes de programmation. Le VLT 5000 est la meilleure alternative en termes de précision et de stabilité grâce au système de contrôle vectoriel

La figure ci-dessous montre le variateur (DANFOSS) utilisé dans la station de sucre pour la commande des pompes de transfert.



Figure III.10 : Variateur de vitesse DANFOSS.

✓ Installation électrique :

- **Alimentation secteur**

Pour relier le variateur à la tension du secteur, on raccorde les trois phases L1, L2, L3 aux bornes 91, 92,93 comme nous la montre la figure suivante :

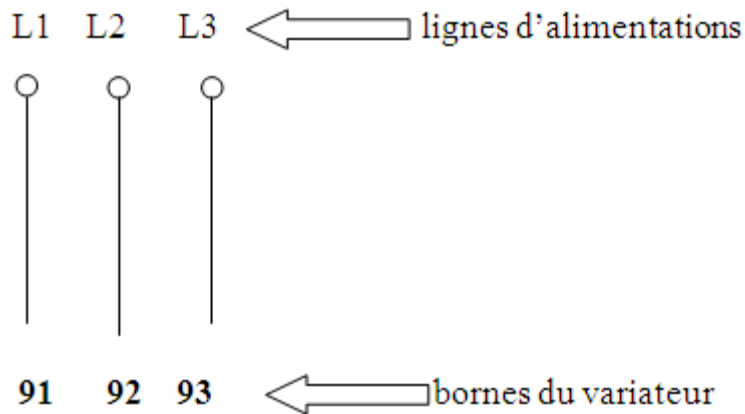


Figure III.11: alimentation du variateur.

- **Alimentation du moteur**

Pour relier le moteur au variateur, on raccorde les trois phases U, V, W aux bornes 96, 97,98 comme nous la montre la figure suivante :

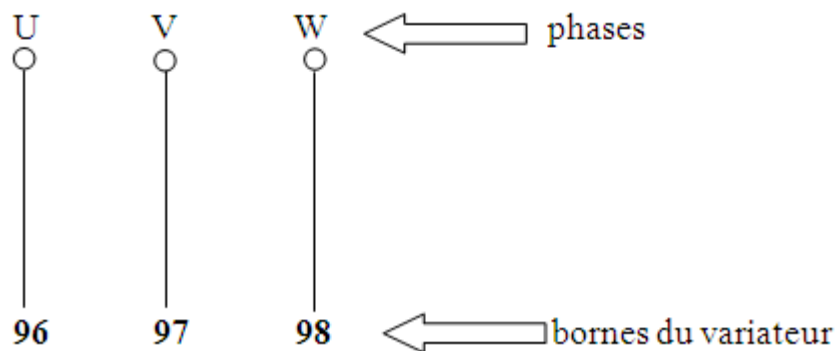


Figure III.12: alimentation des pompes.

Configuration du variateur

Nous allons voir ci-dessous comment programmer les principales fonctions dont on aura besoin:

Écran d'affichage

Touches de programmation

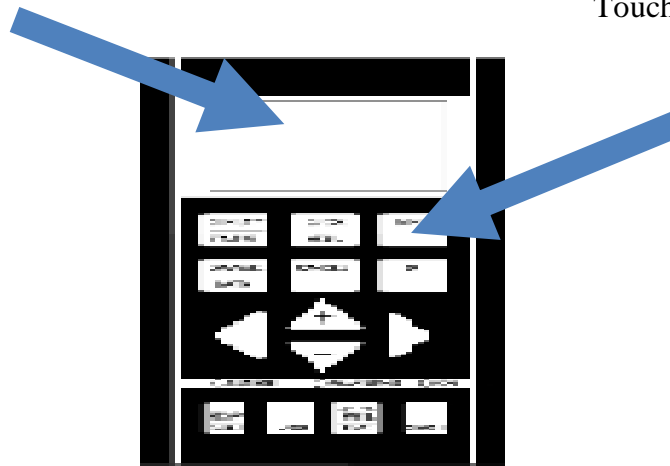


Figure III.13: Panneau de commande.

- **Programmation de la langue**
Pour choisir la langue française, on met la valeur [2] à l'intérieur du paramètre **001** langue (select langage).
- **Programmation du pilotage du variateur**
Pour choisir la commande à distance, on met la valeur [0] à l'intérieur du paramètre **002** commande locale/à distance (select commande).
- **Programmation de la puissance du moteur**
A l'intérieur du paramètre **102** puissance du moteur (puissance moteur) on choisi la valeur [1500] qui correspond à 15KW.
- **Programmation de la fréquence du moteur**
A l'intérieur du paramètre **104** fréquence moteur (fréquence moteur) on choisi la valeur [50] qui correspond à **50 Hz**.

- **Programmation courant moteur**

A l'intérieur du paramètre **105** intensité du moteur (courant moteur) on introduit la valeur [26,5] qui correspond à 26,5ampère.

- **Programmation de la vitesse nominale du moteur**

A l'intérieur du paramètre **106**, vitesse nominale du moteur (vitesse moteur), on introduit la valeur [2900] qui correspond à **2900** tr/mn.

- **Programmation du temps de montée de la rampe1**

A l'intérieur du paramètre **207** temps de montée de la rampe1 (RAMPE ACCEL.1) on introduit la valeur 3s qui correspond à 3 secondes.

- **Programmation du temps de descente de la rampe1**

A l'intérieur du paramètre **208** temps de descente de la rampe1 (RAMPE DECEL.1) on introduit la valeur 3s qui correspond à 3 secondes.

- **Programmation du temps de descente de la rampe2**

A l'intérieur du paramètre **210** temps de descente de la rampe2 (RAMPE DECEL.2) on introduit la valeur 3s qui correspond à 3 secondes.

- **Programmation de différentes vitesses des pompes**

Pour notre station, nous avons à programmer essentiellement trois vitesses différentes :

100% de la vitesse nominale.

80% de la vitesse nominale.

50% de la vitesse nominale.

Pour programmer ces trois vitesses on utilise les entrées de commande digitales faciles à manipuler.

Pour chaque vitesse on associe une référence digitale qui est une combinaison des entrées 32 et 33

- Référence digitale 1: **00 (33 0 32 0)** ;
- Référence digitale 2 :**01 (33 0 32 1)** ;
- Référence digitale 3 :**10 (33 1 32 0)**.

la borne 27 activée en permanence pour désactiver la fonction d'arrêt rapide et la borne 18 pour la mise en marche du variateur [7].

I.2. Les pompes:

I.2.1. Les pompes centrifuges :

Les pompes assurent l'envoi, le soutirage et la circulation de l'eau dans les différentes cuves de l'unité.

Ø Caractéristiques techniques :

- Alimentation 380...660V
- Débit : jusqu'à 30m³/h
- Fréquence 50Hz
- Température maximale de liquide à pomper 140°C
- Température minimale de liquide à pomper -30°C
- Vitesse de rotation : 2940tr /min
- Pression de fonctionnement : 4,5 bars

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné un aperçu sur l'ensemble des instruments nécessaires pour la réalisation de notre projet et ceci en fonction de ce qui est disponible dans le magasin de l'unité.

Introduction

Une conception d'un système automatisé industriel comporte un cahier de charges, établi en collaboration avec les différents services utilisant ce système. Outre les contraintes techniques, il comporte des instructions impératives reliant la partie commande à la partie Opérative, ainsi que le dialogue avec l'opérateur.

La conception, l'étude et la réalisation d'un automatisme nécessite une démarche structurée qui fait appel à un outil de description des systèmes automatisés séquentiels dans l'ordre chronologique des étapes tels que : le chronogramme, l'organigramme et le GRAFCET.

Afin de modéliser notre système industriel, nous avons choisi d'utiliser le GRAFCET qui est considéré comme un outil simple, permettant de modéliser parfaitement le système en tenant compte des contraintes physique et logique de fonctionnement.

I- Définition du GRAFCET

Le GRAFCET (**G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande par **E**tapes et **T**ransitions) est un diagramme fonctionnel dont le but est de décrire graphiquement, suivant un cahier des charges, les différents comportements de l'évolution d'un automatisme séquentiel. Il est parfois simple à utiliser et rigoureux sur le plan formel et constitue un unique outil de dialogue entre toutes les personnes collaborant à la conception, à l'utilisation ou à la maintenance de la machine à automatiser.[3]

Lorsque le mot **GRAFCET** (en lettre capitale) est utilisé pour faire référence à l'outil de modélisation. Lorsque le mot **grafcet** est écrit en minuscule, il fait alors référence à un modèle obtenu à l'aide des règles de GRAFCET.

Le GRAFCET permet de construire des modèles ayant une structure graphique (représentation statique) à laquelle on associe une interprétation (elle correspond à l'aspect fonctionnel du grafcet). De plus, ce modèle possède un comportement dicté par des règles d'évolution (représentation dynamique), complétées pour l'implantation par des algorithmes d'application de ces règles.

II- Les concepts de base d'un GRAFCET

Le GRAFCET se compose d'un ensemble :

- § d'étapes auxquelles sont associées des actions (activités) ;
- § de transitions auxquelles sont associées des réceptivités ;
- § des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes.

La figure II-1 montre les éléments de base d'un grafcet

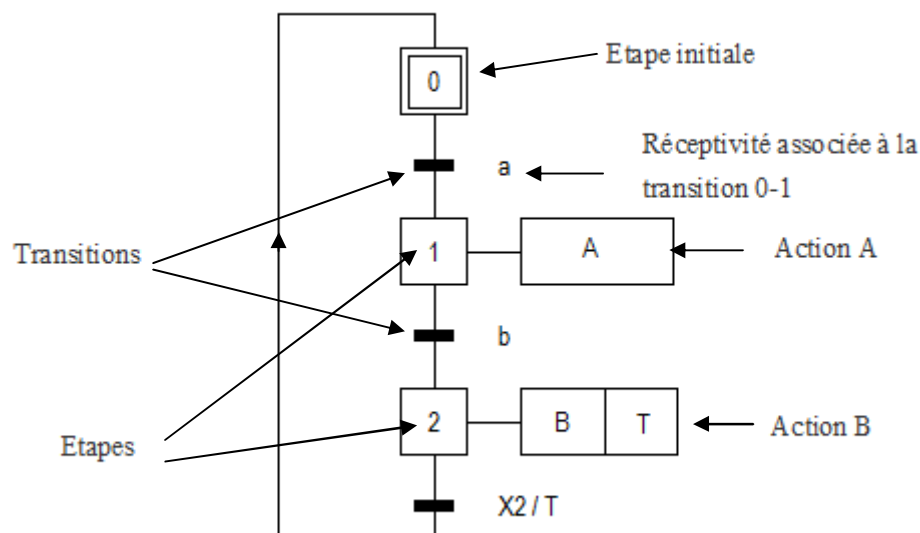
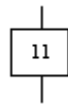


Figure II-1 : Symbolisation d'un grafcet.

II.1-Etape :

Une étape est une situation dans laquelle les variables d'entrée et de sortie de la partie commande restent inchangées. Autrement dit, l'étape représente un état du système dans lequel les informations d'entrée (consignes et comptes-rendus) et les informations de sortie (ordres et visualisations) de la partie commande restent identiques à elles-mêmes. L'étape est représentée par un carré repéré numériquement (fig1.1). Les **actions** associées sont marquées en clair dans un rectangle à droite du carré représentant l'étape.

La situation initiale d'un système automatisé est indiquée par une étape dite **étape initiale** et représentée par un carré double.



a. Etape



b. Etape initiale



c. Etape initialisable

Figure II-2 : Représentation d'une étape

Remarque : Dans un GRAFCET il doit y avoir au moins une étape initiale.

II.2-Transition

Elle est située entre deux étapes consécutives, son franchissement indique l'évolution d'une étape vers l'étape suivante, donc l'évolution du système.

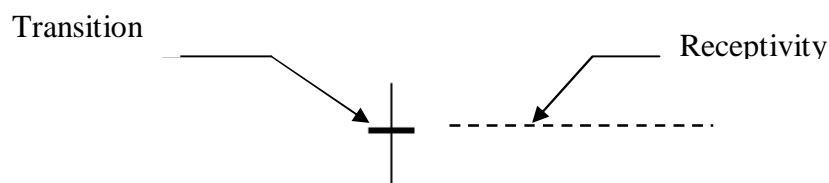


Figure II-3 : transition

Réceptivité :

Une réceptivité est associée à chaque transition, c'est une condition qui détermine la possibilité ou non de l'évolution du système par cette transition. Une réceptivité s'exprime comme étant une expression booléenne ou numérique.

Temporisation

La temporisation est une réceptivité qui permet une prise en compte du temps, il implique l'utilisation d'un temporisateur. Ce genre de réceptivité est noté comme suit :

$T/X_i/q$, ou $\overline{T/X_i}/q$, où i est le numéro de l'étape comportant l'action de la temporisation, et q est la durée écoulée depuis l'activation de l'étape X_i

II.3-Liaisons orientées

Les liaisons indiquent les voies d'évolution du Grafcet. Dans le cas général, les liaisons qui se font de haut vers le bas ne comportent pas de flèche. Dans les autres cas, on peut utiliser des flèches pour préciser l'évolution de Grafcet en cas de risque de confusion.

II.4-Règles d'évolution d'un GRAFCET

On étudie les conditions dans lesquelles il évolue : conditions de passage d'une étape active vers une autre étape active.

Règle 1 : Initialisation

Sa situation initiale caractérise le comportement initial de la partie commande vis-à-vis de la partie opérative. Elle correspond aux étapes actives au début du fonctionnement (étapes initiales ou étapes d'attente).

Dans un grafcet, il doit y avoir au moins une étape initiale.

Règle 2 : Franchissement d'une transition.

Pour qu'une transition soit franchissable il faut qu'elle soit validée et que la réceptivité associée soit vraie.

On dit qu'une transition est validée (susceptible d'être franchie) lorsque toutes les étapes précédentes sont actives.

Règle 3 : Evolution des étapes actives

Cette règle s'applique dans le cas d'un grafcet à une ou plusieurs séquences.

Enoncé de la règle 3 : Le franchissement d'une transition entraîne l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

- Règle 4 :

Plusieurs transitions simultanément franchissables, sont simultanément franchies.

Cette règle servira, à la décomposition du grafcet en plusieurs autres grafcet, ou, à un grafcet à plusieurs séquences.

- Règle 5 :

Si, au cours de l'évolution d'un grafcet, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active (figure II-4).

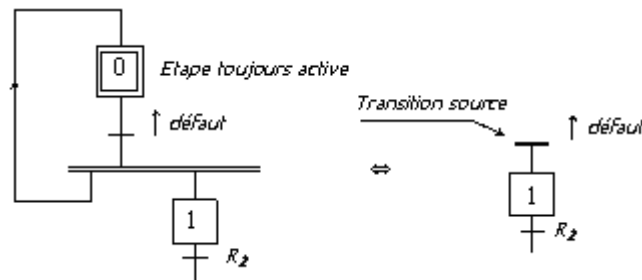


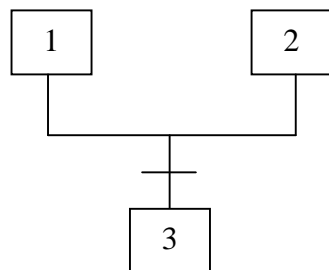
Figure II-4 : Illustration de la règle 5

II.5-Sélection de séquence et séquence simultanée

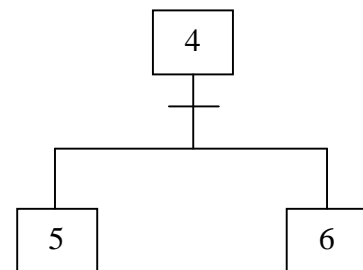
Le GRAFCET présente deux structures particulières : la sélection de séquences et les séquences simultanées.

II.5.a-Sélection de séquences

La sélection de séquences dans un Grafcet permet de choisir une suite d'étapes plutôt qu'une autre. Cette structure est composée d'une seule étape en amont et de plusieurs transitions en aval qui permettront le choix de la séquence. Elle est représentée à l'aide d'un simple trait horizontal. La fin d'une sélection de séquence permet la reprise d'une séquence unique (Figure II.5)



a- fin de sélection de séquences



b- début de sélection de séquences

« Convergence en OU »

« Divergence en OU »

Figure II-5 : Représentation graphique d'une sélection de séquences

II.5.b-Séquences simultanées :

Cette structure est composée d'une seule étape et d'une seule transition en amont qui permet de déclencher simultanément plusieurs séquences d'étapes. Elle est représentée à l'aide d'un double trait horizontal. A la fin d'une série de séquences simultanées, on retrouve, en général, un double trait suivi d'une seule transition (Figure II-5)

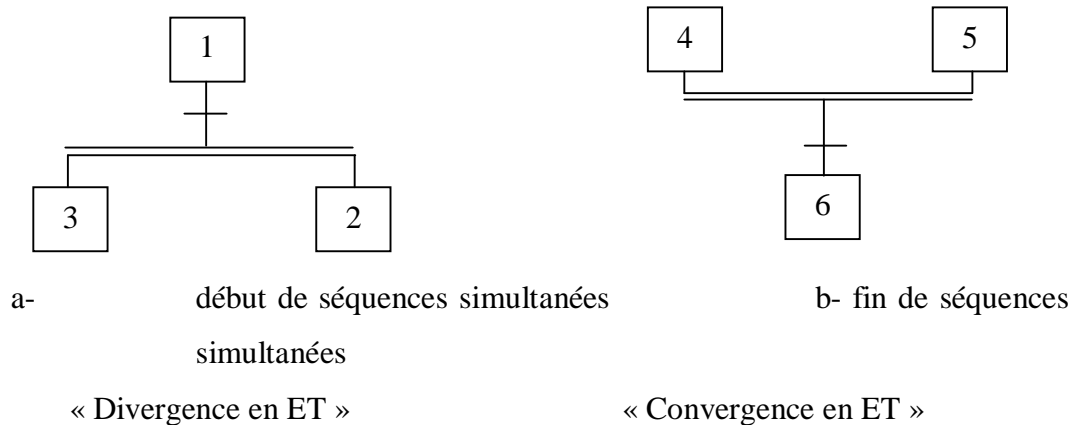
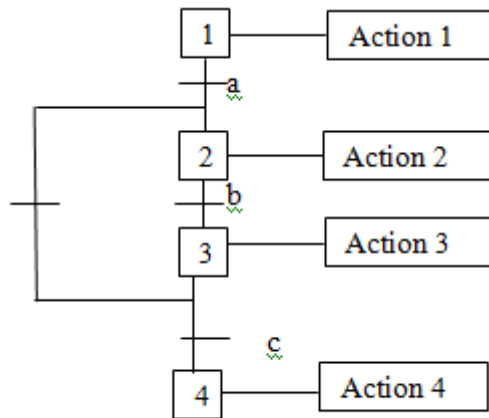


Figure II-6 : Représentation graphique d'une séquence simultanée

II.6-Saut d'étapes

Le saut permet de sauter une ou plusieurs étapes lorsque les actions associées à ces étapes deviennent inutiles (Figure II-7)

Figure II-7 : Saut de l'étape 1 vers l'étape 4 si $a = 0$

II.7- Reprise de séquence

Permet de recommencer plusieurs fois la même séquence tant que la condition fixée n'est pas obtenue (Figure II-8)

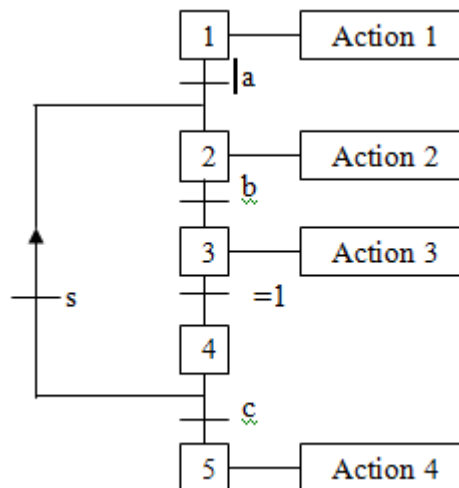


Figure II-8 : Représentation graphique a une reprise de séquence

III- Niveau d'un Grafcet

III.1- Grafcet de niveau 1

Appelé aussi niveau de la partie commande, il décrit l'aspect fonctionnel du système et les actions à faire par la partie commande en réaction aux

informations provenant de la partie opérative indépendamment de la technologie utilisée. Les réceptivités sont décrites en mots et non en abréviations, on associe le verbe à l'infinitif pour les actions (figure II-9-a).

III.2- Grafcet de niveau 2

Appelé aussi niveau de la partie opérative, il tient compte de plus de détails des actionneurs, des pré-actionneurs et des capteurs, la représentation des actions et réceptivité est écrite en abréviation et non en mots, en associe une lettre majuscule à l'action et une lettre minuscule à la réceptivité (figure II-9-b).

III.3- Grafcet de niveau 3

Dans ce cas on reprend le Grafcet de niveau 2, en affectant les informations aux étiquettes d'entrée de l'automate et les ordres aux étiquettes de sortie de l'automate. Il s'adapte aux caractéristiques de traitement d'un automate programmable industriel donné, de façon à pouvoir élaborer le programme, procéder à la mise en œuvre et assurer son évolution (figure II-9-c)

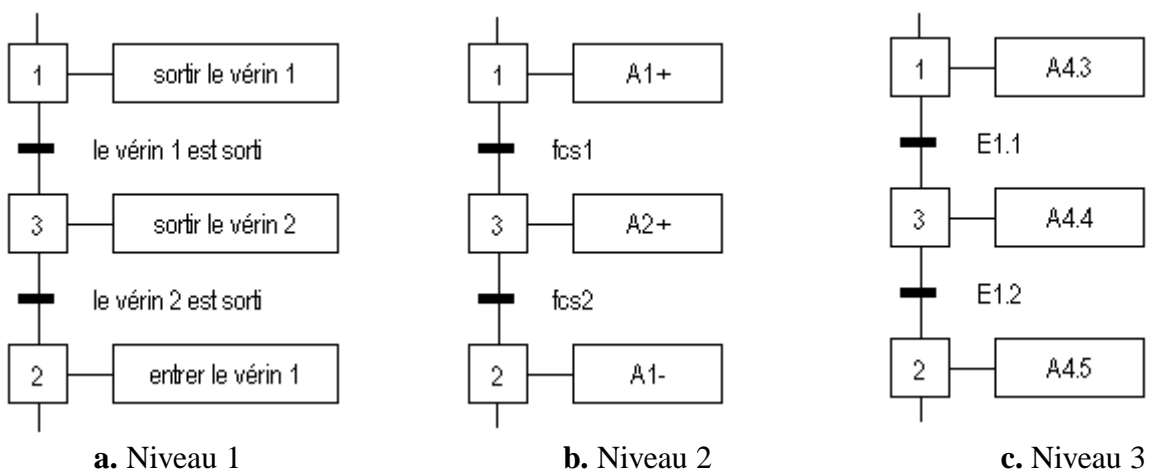
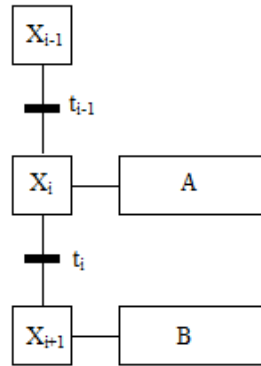


Figure II-9 : les niveaux de GRAFCET

IV- Mise en équation d'un grafcet :

Soit le grafcet de la figure suivante



L'état d'une étape X_n peut être noté comme suit :

$X_n = 1$ Si l'étape n est active

$X_n = 0$ Si l'étape n est inactive

De plus, la réceptivité qui est une variable binaire a pour valeur :

$t_n = 1$ Si la réceptivité est vraie.

$t_n = 0$ Si la réceptivité est fausse

Soit la variable d'arrêt d'urgence dur (AUD) et d'arrêt d'urgence doux (AUd) tel que :

AUD = 1 Désactivation de toutes les étapes.

AUd = 1 Désactivation des actions, les étapes restent actives.

Pour une étape initiale, on définit aussi la variable **Init** comme suit :

Init = 1 Initialisation du Grafcet (mode d'arrêt)

Init = 0 Déroulement du cycle (mode marche)

La 2^{ème} et la 3^{ème} règle d'évolution du GRAFCET permettent de déduire les variables qui interviennent dans les équations d'activation et de désactivation de chaque étape. Ces mêmes règles permettent d'écrire :

Pour une étape initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n} + \text{Init}) * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = (X_{n-1} * t_{n-1} + \text{Init}) * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} * \overline{\text{Init}} + \text{AUD}$$

Avec : CAX_n est la condition d'activation de l'étape n et CDX_n la condition de désactivation de l'étape n .

Pour une étape non initiale n :

$$X_n = (CAX_n + X_n * \overline{CDX_n}) * \overline{Init} * \overline{AUD}$$

$$\text{Avec : } CAX_n = X_{n-1} * t_{n-1} * \overline{Init} * \overline{AUD}$$

$$CDX_n = X_{n+1} + \overline{Init} + \overline{AUD}$$

Pour une action

$$A = X_n * \overline{AUD}$$

Conclusion :

En tenant compte de la complexité et la difficulté de notre système ainsi que des contraintes imposées par l'entreprise, nous avons modélisé le procédé à l'aide du GRAFCET.

Ainsi, le GRAFCET a facilité considérablement le passage de la description à la modélisation et nous permettra au chapitre suivant d'aborder la programmation de la partie opérative qui pilotera le procédé et ce à l'aide de STEP7.

PartieII : ASSERVISSEMENTS ET REGULATION PID

1. INTRODUCTION

1.1 Présentation

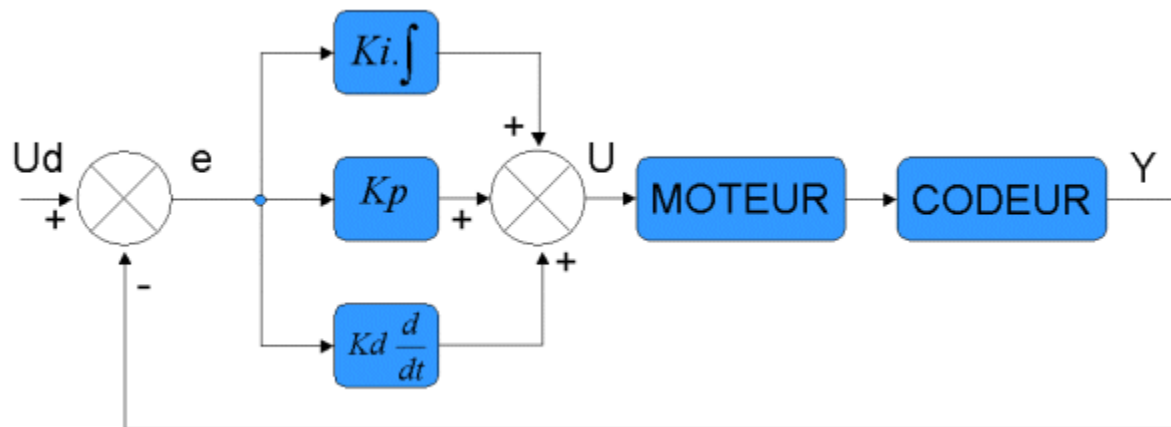
Un asservissement est un système bouclé. Le principe est de prendre en compte la sortie dans la commande.

Plusieurs paramètres définissent un asservissement

- la vitesse à laquelle la valeur finale sera atteinte. C'est le temps de réponse.
- la stabilité. Un système est stable si la sortie tend vers une valeur finie. Si elle oscille, l'asservissement est instable.
- le dépassement. Souvent exprimé en pourcent. Même lorsqu'un système est stable, il arrive que la sortie dépasse la consigne avant de se stabiliser.
- la précision, c'est à dire la capacité de l'asservissement à atteindre la consigne. On l'appelle l'écart de positionnement à l'infinie.

Les correcteurs, usuellement utilisés en pratique sont les régulateurs à effet proportionnel, intégral et dérivé (P.I.D.). Les correcteurs P.I.D. permettent d'engendrer à partir de la sortie du comparateur (c'est-à-dire l'écart existant entre la consigne et la grandeur à réguler) un signal proportionnel à l'erreur et à sa dérivée d'une part, et à son intégrale d'autre part.

1.2 Schéma général



- U_d : vitesse désirée - e : erreur entre la vitesse désirée et la vitesse réelle - U : Consigne appliquée au moteur - Y : Vitesse réelle

2. DESCRIPTION DES DIFFERENTES ACTIONS

2.1 Action Proportionnelle :

L'action Proportionnelle corrige de manière instantanée, donc rapide, tout écart de la grandeur à régler, elle permet de vaincre les grandes inerties du système. Afin de diminuer l'écart de réglage et rendre le système plus rapide, on augmente le gain mais, on est limité par la stabilité du système. Le régulateur P est utilisé lorsqu'on désire régler un paramètre dont la précision n'est pas importante.

$$U = K(M - C) + U_0$$

2.2 Action Intégrale :

L'action intégrale complète l'action proportionnelle. Elle permet d'éliminer l'erreur résiduelle en régime permanent. Afin de rendre le système plus dynamique (diminuer le temps de réponse), on diminue l'action intégrale mais, ceci provoque l'augmentation du déphasage ce qui provoque l'instabilité en état fermé.

L'action intégrale est utilisée lorsqu'on désire avoir en régime permanent, une précision parfaite, en outre, elle permet de filtrer la variable à régler d'où l'utilité pour le réglage des variables bruitées.

$$U = K(M - C) + \frac{K}{T_i} \int_0^t (M - C) dt + U_0$$

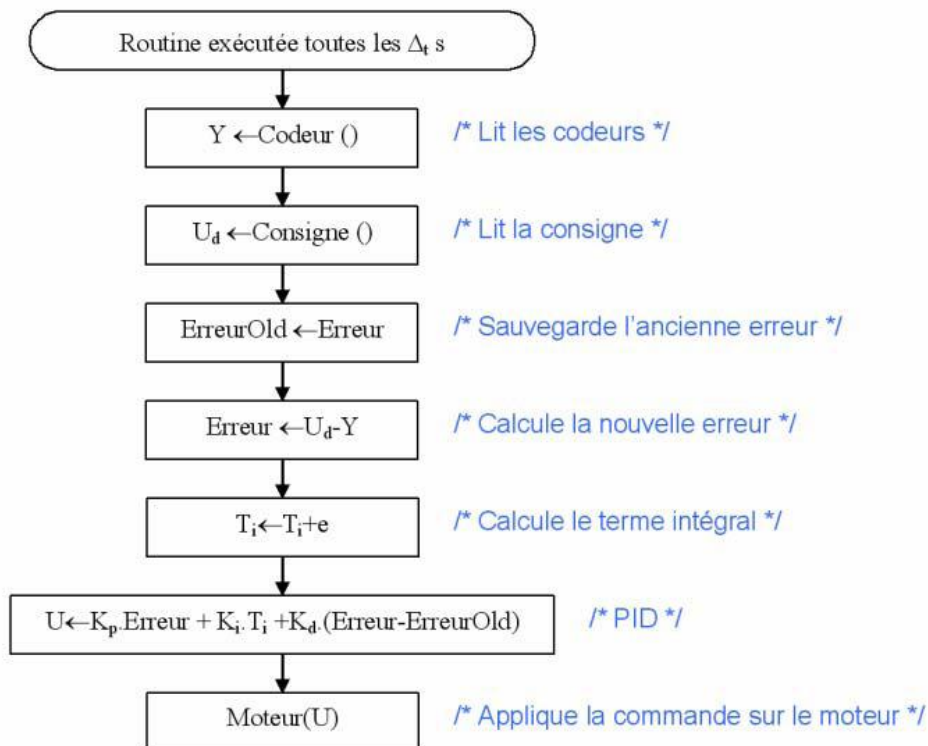
2.3 Action Dérivée

L'action Dérivée, en compensant les inerties dues au temps mort, accélère la réponse du système et améliore la stabilité de la boucle, en permettant notamment un amortissement rapide des oscillations dues à l'apparition d'une perturbation ou à une variation subite de la consigne.

L'action D est utilisée dans l'industrie pour le réglage des variables lentes, elle n'est pas recommandée pour le réglage d'une variable bruitée ou trop dynamique. En dérivant un bruit, son amplitude risque de devenir plus importante que celle du signal utile.

$$U = K(M - C) + \frac{K}{T_i} \int_0^{T_i} (M - C).dt + K.T_d \cdot \frac{d(M - C)}{dt} + U_0$$

3. ALGORITHME DE PROGRAMMATION



Conclusion :

Dans notre projet on opter pour un régulateur PI pour la régulation des pompes et les vanne modulantes, car ces des systèmes rapides

:

Introduction :

Après avoir modélisé le fonctionnement de notre système par le GRAFCET, l'étape suivante consiste à concevoir le programme qui sera implanté dans l'automate S7-300, et avant d'entamer la programmation, nous avons jugé nécessaire de présenter l'automate utilisé et citer les critères sur lesquels notre choix est basé.

I-Définition d'un automate programmable industriel (API)

Un API(ou PLC programmable logic Controller) est un appareil électronique adapté à l'environnement industriel, qui réalise des fonctions d'automatisme pour assurer la commande de pré actionneurs et d'actionneurs à partir d'informations logique, analogique ou numérique.

Les automates SIMATIC S7 :

La gamme SIMATIC S7 comprend les systèmes d'automatisation suivants :

- S7-200 : un micro-automate compact de l'entrée de gamme.
- S7-300 : un micro-automate modulaire de milieu de gamme.
- S7-400 : il couvre le haut et très haut de gamme.

II-choix un l'automate :

Pour choisir un automate programmable, l'automaticien doit préciser :

- Ø Le nombre et la nature des entrées et des sorties.
- Ø Le type de programmation souhaité et les besoins de traitement permettant le choix de l'unité centrale et la taille de la mémoire utilisateur.
- Ø La nature de traitement (temporisation, couplage,...etc).
- Ø Le dialogue (la console détermine le langage de programmation).
- Ø La communication avec d'autre système.
- Ø La fiabilité et la robustesse.

III-Le choix de S7-300 :

Conformément au nombre d'entrées (tous ce qui est capteurs ; interrupteurs, bouton poussoir,...etc) ; et de sorties (actionneurs : pompes, électrovannes,...etc), ainsi que leurs correspondances (numérique, analogiques,...etc) il faut penser à un API performant intégrant plus de modules d'entrées/sorties. Du fait l'API S7-300 répond parfaitement à cette flexibilité.

IV-Présentation du S7-300 :

L'automate S7-300 est fabriqué par la famille SIMATIC. Il est de conception modulaire, une vaste gamme de module est disponible. Ces modules peuvent être combinés selon les besoins lors de la conception d'une solution d'automatisation.

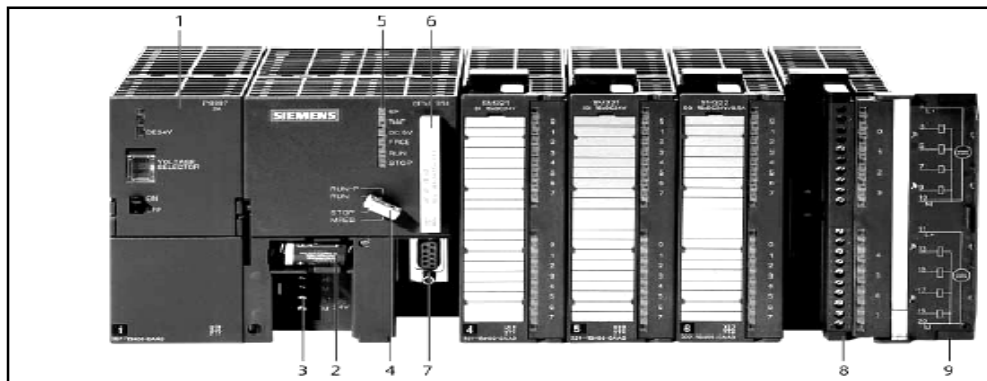
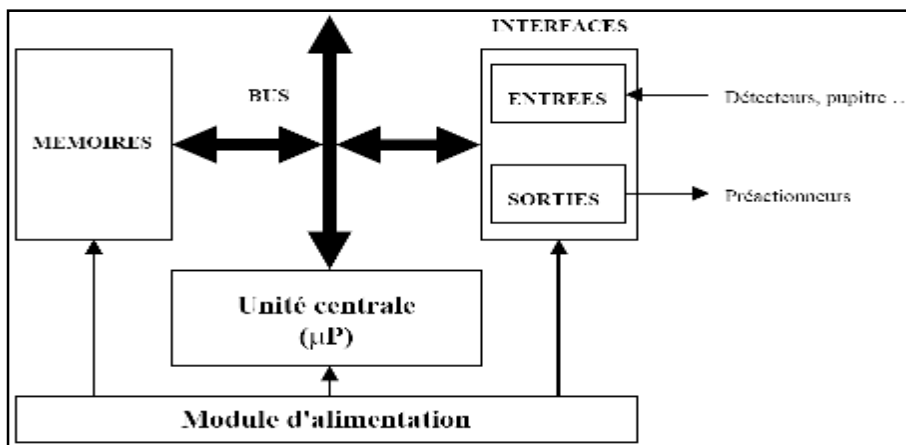


Figure IV.1 : Automate modulaire SIEMENS

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|----------------------------|
| 1 | Module d'alimentation | 6 | Carte mémoire |
| 2 | Pile de sauvegarde | 7 | Interface multipoint (MPI) |
| 3 | Connexion au 24V cc | 8 | Connecteur frontal |
| 4 | Commutateur de mode (à clé) | 9 | Volet en face avant |
| 5 | | | |



signalisation d'état et de défauts

Figure IV.2 : Structure interne des automates**V-1-Les modules constitutionnels de l'automate S7-300****V-1-1-module d'alimentation (PS) :**

Le module d'alimentation convertit la tension secteur 220/380V AC en 24V DC nécessaire pour l'alimentation de l'automate. Pour contrôler cette tension une led qui s'allume en indiquant le bon fonctionnement et en cas de surcharge un témoin se met à clignoter.

Les modules prévus pour l'alimentation de l'automate sont les suivants :

désignation	Courant de sortie	Tension à la sortie	Tension à l'entrée
PS 307	2A DC	24V AC	220/380V
PS 307	5A DC	24V AC	220/380V
PS 307	10A DC	24V AC	220/380V

V-1-2-unité central (CPU) :

Le S7-300 dispose d'une large gamme de CPU à différents niveaux de performance, on compte des versions suivantes :

- Ø CPU à utilisation standard : CPU 313, CPU 314...
- Ø CPU avec fonctions intégrées : CPU 312 IFM et la CPU 314 IFM.

Les fonctions intégrées permettent d'automatiser à moindre coût des tâches qui ne nécessitent pas la performance d'un module de fonction.

La particularité de ces CPU c'est qu'elles sont dotées d'une EEPROM intégrée.

La CPU 314 IFM dispose des fonctions intégrée suivantes :

- La fonction intégrée fréquencemètre ;
- La fonction intégrée compteur ;
- La fonction intégrée compteur A/B ;

CPU avec interface Profibus DP : CPU 315-2 DP, CPU 316-2DP et CPU 318-2DP elles sont utilisées pour la mise en place des réseaux.

Toutes ces CPU peuvent être utilisée uniquement comme DP maître ou esclave DP à l'exception de la CPU 318-2DP qui est utilisée uniquement comme maître DP.

V-1-3-module de coupleur (IM) :

Les coupleurs permettent de configurer le S7-300 sur plusieurs rangées et assurent la liaison entre les châssis (le châssis d'extension et le châssis de base) et le couplage entre les différentes unités. Ainsi la communication entre les entrées/sorties et d'autre périphérique et l'unité centrale est assurée.

Pour la gamme S7-300, les coupleurs disponibles sont :

- IM 365 : pour les couplages entre les châssis distant d'un mètre au maximum.
- IM 360/ IM361 : pour les couplages allant jusqu'à 10 mètres de distance.

V-1-4- module de fonction (FM) :

Ces modules réduisent la charge de traitement de la CPU en assurant des taches lourdes en calcul. On peut citer les modules suivant :

- FM 354/FM 357 : module de commande d'axe pour servomoteurs.
- FM 353/FM 357 : module de positionnement pour moteur pas-à-pas.
- FM 355 : module de régulation.
- FM 350-1 : module de comptage.

V-1-5- module de communication (CP) :

Les processeurs de communication (CP) réalisent le couplage point-à-point qui relie les partenaires de communication (automates programmables, scanner, PC,...etc).

On peut citer les modules suivants : CP 340, CP 341,...

V-1-6- module de signaux (SM):

Les modules de signaux (SM) servent d'interface entre le processus et l'automate.

Il existe des modules d'entrées, modules de sorties TOR ainsi que des modules d'entrées et modules de sorties analogiques.

V-1-6.a- Les modules d'entrée/sortie TOR (SM 321/SM 322) :

Les modules d'entrée/sortie TOR constituent les interfaces d'entrée et de sortie pour les signaux tout ou rien de l'automate. Ces modules permettent de raccorder à l'automate S7-300 des capteurs et des actionneurs tout ou rien les plus divers, en utilisant si, nécessaire des équipements d'adaptation (conditionnement, conversion,...etc).

Les modules d'entrée ramènent le niveau des signaux TOR externes, issus des capteurs, au niveau du signal interne du S7-300.

Les modules de sortie transposent le niveau du signal interne du S7-300 au niveau du signal requis par les actionneurs ou pré actionneurs.

V-1-6.b- les modules d'entrée/sortie analogiques :

Ces modules permettent de raccorder à l'automate des capteurs et actionneurs analogiques.

Les modules d'entrée analogique (SM 331) réalisent la conversion des signaux analogiques, issus du processus, en signaux numériques pour le traitement interne dans le S7-300.

Les modules de sortie analogiques (SM 332) convertissent les signaux numériques internes (du S7-300) en signaux analogiques destinés aux actionneurs ou pré actionneurs analogiques.

Cependant les modules d'entrée/sortie analogiques (SM 334) réalisent les deux fonctions.

V-1-7-module de simulation (SM 374) :

Ce 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'interrupteurs.

La simulation d'état des signaux de sorties par des LED.

V-1-8- le châssis (rack) :

Les châssis sont utilisés pour le montage et le raccordement électrique des différents modules.

V-2-caractéristique de l'automate S7-300 :

L'automate S7-300 offre les caractéristiques suivantes :

- Gamme diversifiée de CPU.
- Gamme complète de modules.
- Possibilité d'extension jusqu'à 32 modules.
- Bus de fond de panier intégré au module.

- Possibilité de mise en réseau avec MPI PROFIBUS ou INDUSTRIAL ETHERNET.
- Raccordement central de la PG avec accès à tous les modules.
- Liberté de montage aux différents emplacements.
- Configuration et paramétrage à l'aide de l'outil configuration matérielle.

VI-programmation avec le SIMATIC STEP 7 :

VI-1-Le logiciel STEP 7 :

Le logiciel de programmation STEP 7 constitue l'outil standard pour les systèmes d'automatisation SIMATIC. Il permet à l'opérateur une utilisation simple et confortable de ses systèmes performants. Ainsi que de programmer individuellement un automate.

VI-2-langages de programmation :

Le langage de programmation CONT, LOG et LIST pour S7-300/400 font partie du logiciel de base STEP 7.

- Le schéma à contact (CONT) est un langage de programmation graphique. La syntaxe des instructions est issue des schémas à relais. CONT permet de suivre facilement le trajet du courant entre les barres d'alimentation en passant par les contacts, les éléments complexes et les bobines.
- Le logigramme (LOG) est un langage de programmation graphique qui utilise les opérateurs de l'algèbre de Boole pour représenter les opérations logiques.

Les fonctions complexes, comme par exemple les fonctions mathématiques, peuvent être représentées directement combinées avec les portes logiques.

- La liste d'instructions (LIST) est un langage de programmation textuel proche de la machine. Dans un programme LIST, les différentes instructions correspondent, dans une large mesure, aux étapes par lesquelles la CPU traite le programme. Pour faciliter la programmation, LIST a été complété par quelques structures de langage évolué (comme, par exemple, des paramètres de blocs et accès structurés aux données).

VI-3-structure d'un programme S7 :

Le logiciel de programmation STEP 7 permet de structurer le programme utilisateur, c'est-à-dire de le subdiviser en différentes parties autonomes (blocs).

VI-3-1-les blocs utilisateurs :

Ces blocs destinés à structurer le programme utilisateur dont on peut citer les blocs importants suivants :

VI-3-1-1-Bloc d'organisation (OB) :

Ce bloc est appelé cycliquement par le système d'exploitation, il constitue donc une interface entre le programme utilisateur et le système d'exploitation. L'OB contient des

instructions d'appel de blocs indiquant à l'unité de commande de l'automate l'ordre dans lequel il doit traiter les blocs.

VI-3-1-2-fonction :

Elle contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Elle peut être utilisée pour :

- Renvoyer une valeur de fonction au bloc appelant (exemple : fonction mathématique).
- Exécuter une fonction technologique.

Ces données sont perdues après exécution de la fonction. Les fonctions peuvent faire appel à des blocs de données globaux pour la sauvegarde de données.

VI-3-1-3-Bloc fonctionnel (FB) :

Il contient un programme qui est exécuté dès son appel par un autre bloc de code. Il facilite la programmation de fonction complexe, comme la commande de moteur (accélération,...etc).

VI-3-1-4-bloc de données (DB) :

Les DB sont des zones de données dans lesquelles l'on enregistre les données utilisateur.

VI-3-2-les blocs système :

Ils sont des blocs prédéfinis et intégrés dans le système d'exploitation de la CPU. Ces blocs peuvent être appelés par le bloc utilisateur et utilisés dans le programme. Il s'agit des blocs suivants :

Les blocs fonctionnels système (FSB), les fonctions système (SFC) et les données système (SDB).

VII-Création du projet :

Avant de passer à la configuration matérielle et à la programmation, il est nécessaire de créer un projet dans lequel, sont structurés et ordonnés les données et programmes créés.

La création d'un projet se fait par l'assistant STEP 7, qui permet de guider l'utilisateur pour la création de son projet :

Créer un nouveau projet.

- Sélectionner la CPU et l'adresse MPI (CPU avec réseau PROFIBUS-D).
- L'adresse MPI est réglée par défaut sur 2.
- Choisir le bloc d'organisation et langage de programmation : CONT, LOG, LIST.
- Entrer le "Nom du projet".

Après l'exécution de la commande **créer**, SIMATIC manager s'ouvre avec la fenêtre du projet "Nom du projet" nouvellement créé.

2) Profibus: process field bus:

Definition:

Dans le système de communication ouvert et non-propritaire du SIMATIC, Profibus est le réseau pour le niveau cellule et terrain.

Le Profibus est proposé en deux versions :

Réseau de terrain PROFIBUS DP pour un échange cyclique et rapide de données et PROFIBUS PA pour les applications à sécurité intrinsèque.

VI- Configuration matérielle

La configuration matérielle consiste en la disposition des châssis (racks), des modules et d'appareils de la périphérie centralisée. Les châssis sont représentés par une table de configuration dans laquelle on peut placer un nombre défini de modules, comme dans les châssis réels.

Nous avons choisi une alimentation PS 307 10 A, une CPU 315-2DP(1), deux modules d'entrées logiques, et deux modules de sorties logiques pour établir notre configuration matérielle

Ce choix est justifié par le nombre d'entrées / sorties que possède notre installation ainsi que leurs nature :

- Les entrées / sorties logiques : Elles sont réservées pour les boutons poussoirs, les capteurs, les vannes, les pompes,...etc.
- Les entrées analogiques : Elles sont réservées pour l'acquisition des valeurs de niveau et de température.

V- Structure de notre programme

L'écriture du programme utilisateur complet peut se faire dans le bloc d'organisation OB1 .Cela n'est recommandée que pour les programme de petite taille.

Pour les automatismes complexes, ce qui est le cas de notre système, la subdivision en parties plus petites est recommandée, celles-ci correspondent aux fonctions technologiques du processus, et sont appelées blocs (programmation structurée).

Cette structure offre les avantages suivants :

- Ø Ecriture des programmes importants mis clairs.
- Ø Standardiser certaines parties du programme

VI- Table des mnémoniques

Une mnémonique est un nom que l'utilisateur définit en respectant les règles de la syntaxe imposées. Il est destiné à rendre le programme utilisateur très lisible et aide donc à gérer facilement les grands nombres de variables couramment rencontrées dans ce genre de programme. Ce nom peut être utilisé pour la programmation et le contrôle commande, une fois son affectation terminée.

VII- Validation de notre programme

Après l'élaboration du programme de notre système à automatiser, nous arrivons à l'étape décisive du travail effectué. Cette étape est la validation du programme par simulation et vérification de son bon fonctionnement.

Pour cela nous avons utilisé le logiciel S7 PLCSIM qui est un logiciel optionnel de STEP 7. L'application de simulation de modules S7-PLCSIM nous permet d'exécuter et de tester notre programme dans un automate programmable industriel (API) que nous simulons dans un ordinateur et la simulation d'une partie de notre programme.

Conclusion

Les solutions programmées nous procurent plusieurs avantages tels que la flexibilité, la facilité d'extension de ses modules et la possibilité de visualisation du programme établi avant son implantation sur l'automate réel grâce à son logiciel de simulation S7-PLCSIM.

Les actions de chaque sous-système sont programmées dans un FC dans le but de repérer et de rendre facile les modifications à apporter si cela est nécessaire.

Le logiciel de simulation S7-PLCSIM nous a permis de tester la solution programmée que nous avons développée pour la commande du procédé, de valider et de visualiser le comportement des sorties.

Création d'un projet dans S7-300

Pour créer un projet STEP 7, on dispose d'une certaine liberté d'action, en effet on a deux solutions possibles soit :

- 1- Commencer par la configuration matérielle.
- 2- Commencer par écrire le programme.

Dans notre cas nous avons procédé comme suit :

1. Lancer SIMATIC manager par un double cliquer sur son icône.
2. La fenêtre suivante permet la création d'un projet.

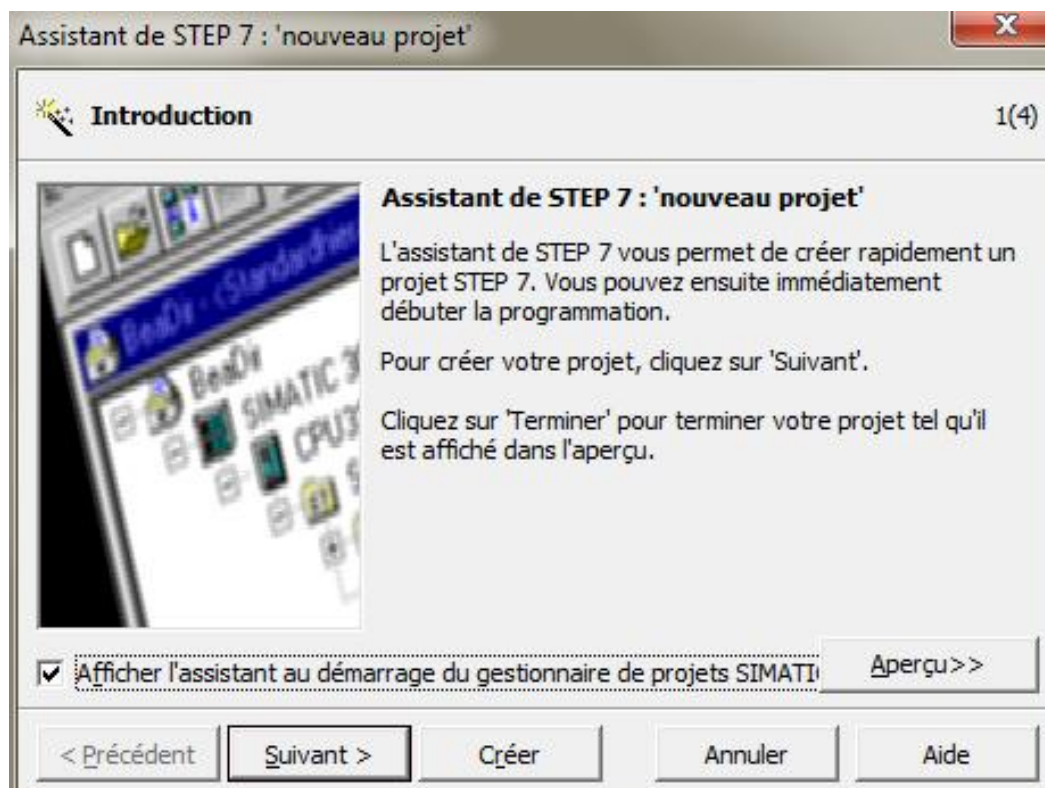
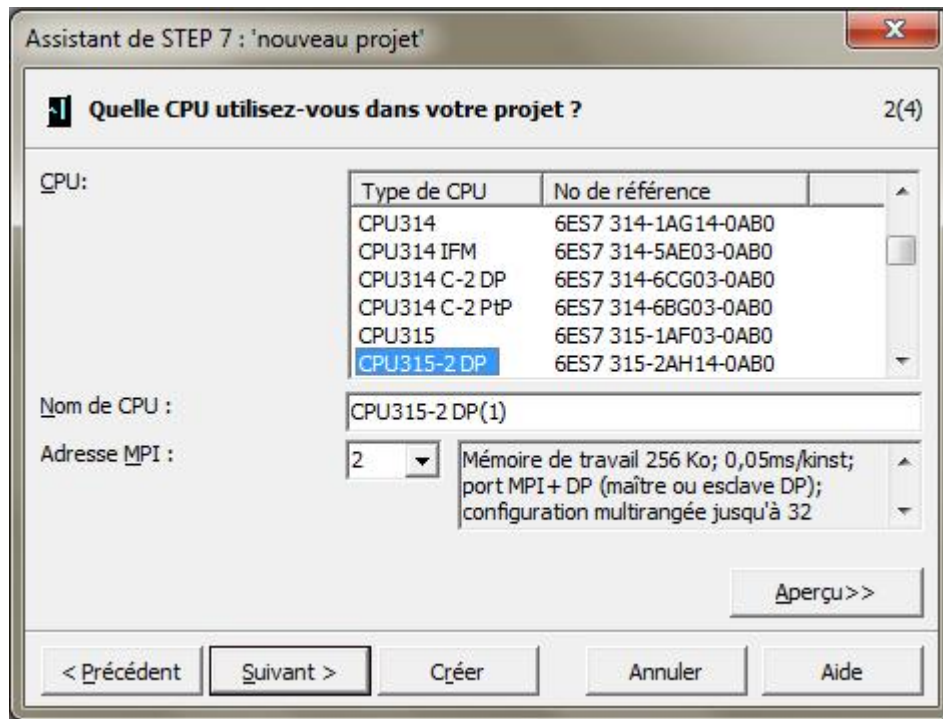


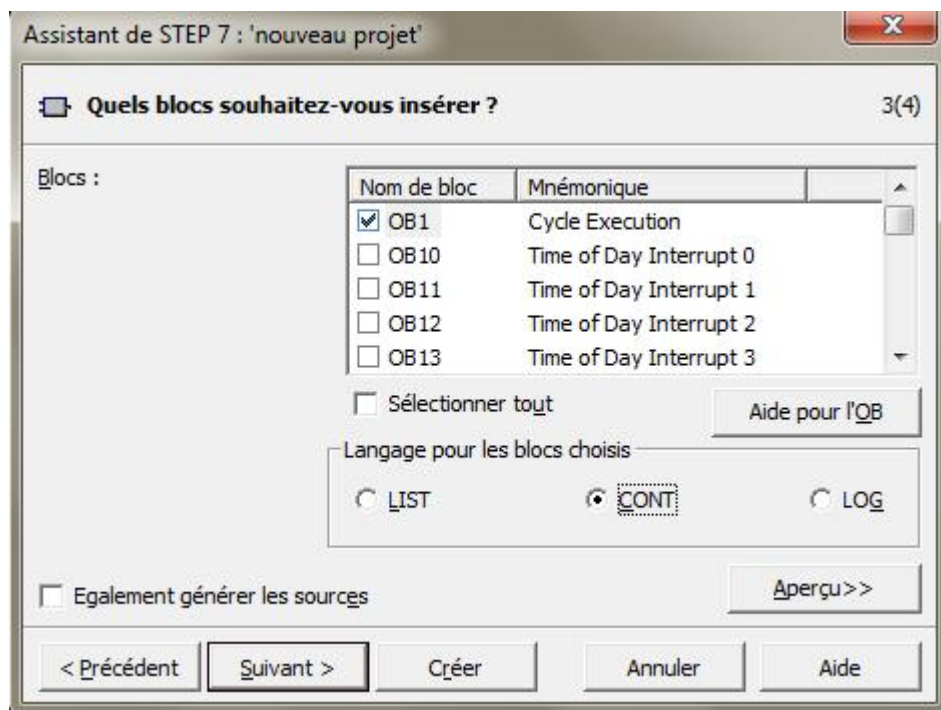
Figure V.2 : Fenêtre de création d'un projet

3-On clique sur suivant ,la fenetre suivante nous permet de choisir la CPU comme la figure .



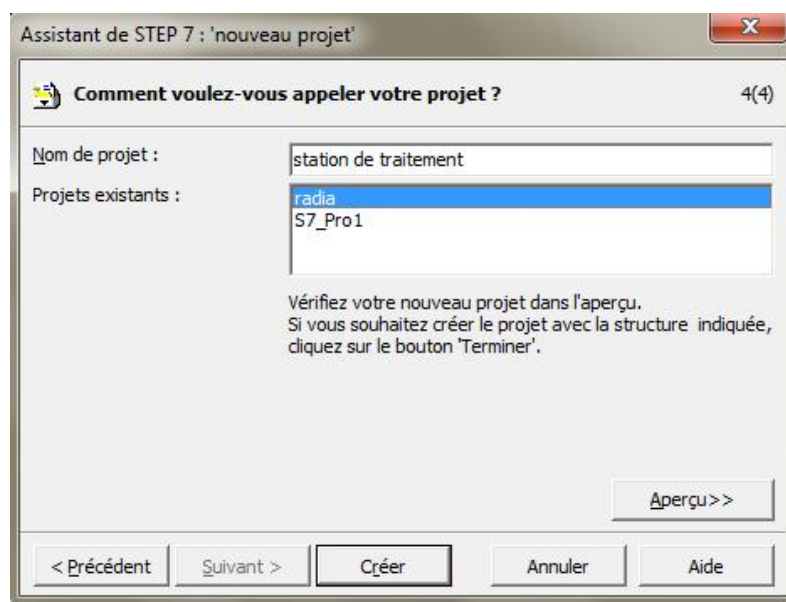
VI.3 : CPU315-2DP sélectionné

3- Après validation de la CPU, une fenêtre qui apparaît permet de choisir le bloc et le langage de programmation à insérer.



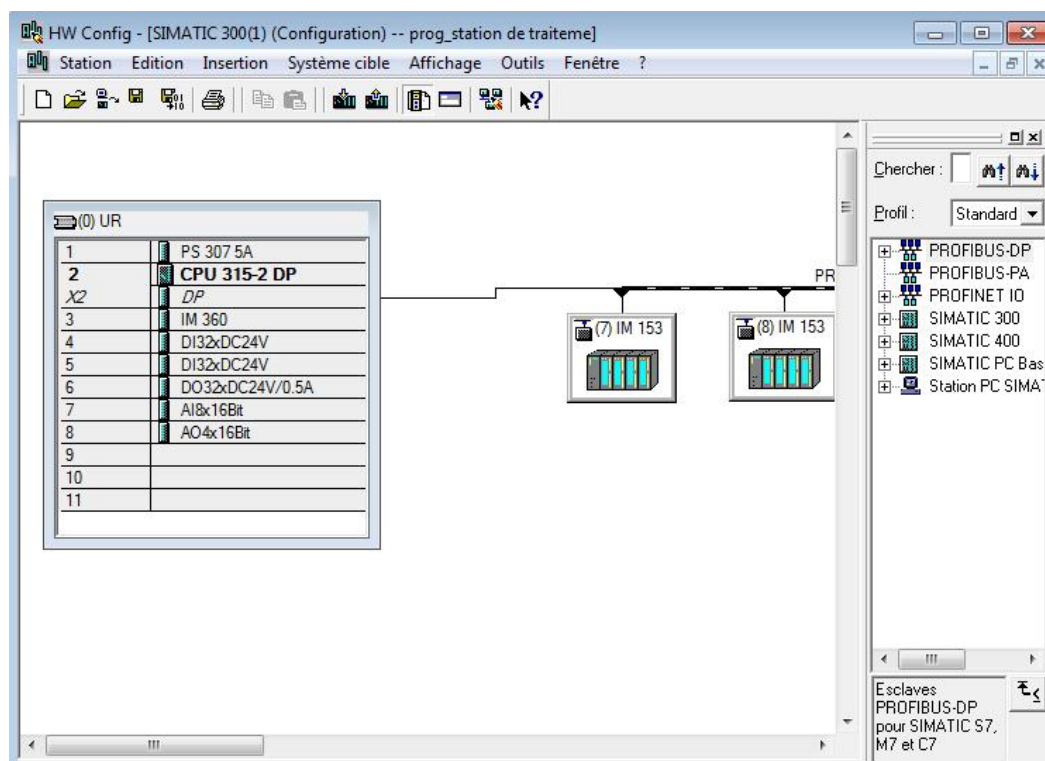
VI.4 : Sélection des blocs et du langage de programmation (CONT)

- 1- En cliquant sur suivant, une dernière fenêtre pour la création de projet apparaît pour le nommer.



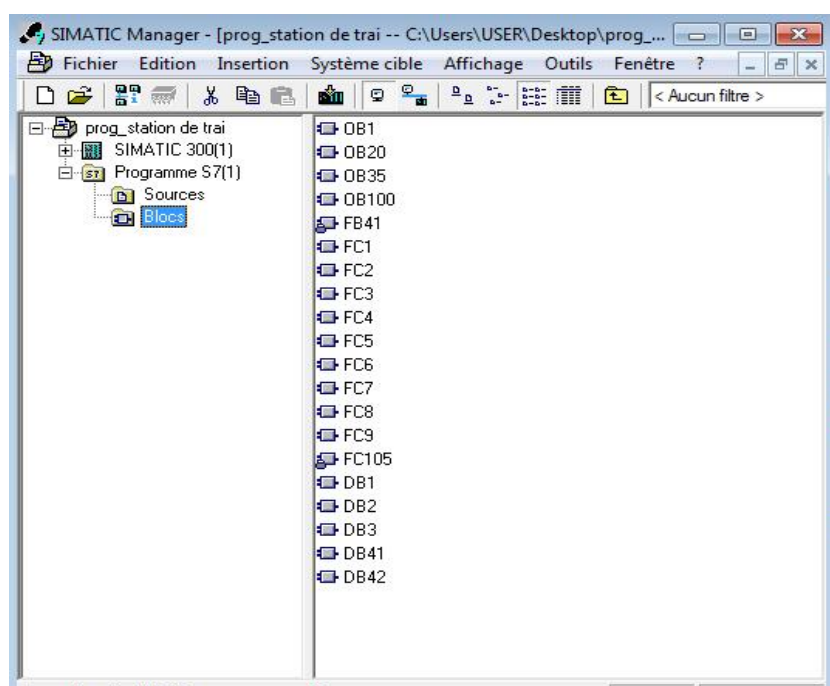
VI.5 : Nomination de programme

- 1- Une fois le projet créé, il est nécessaire de configurer le matériel à utiliser comme le montre la figure suivante.

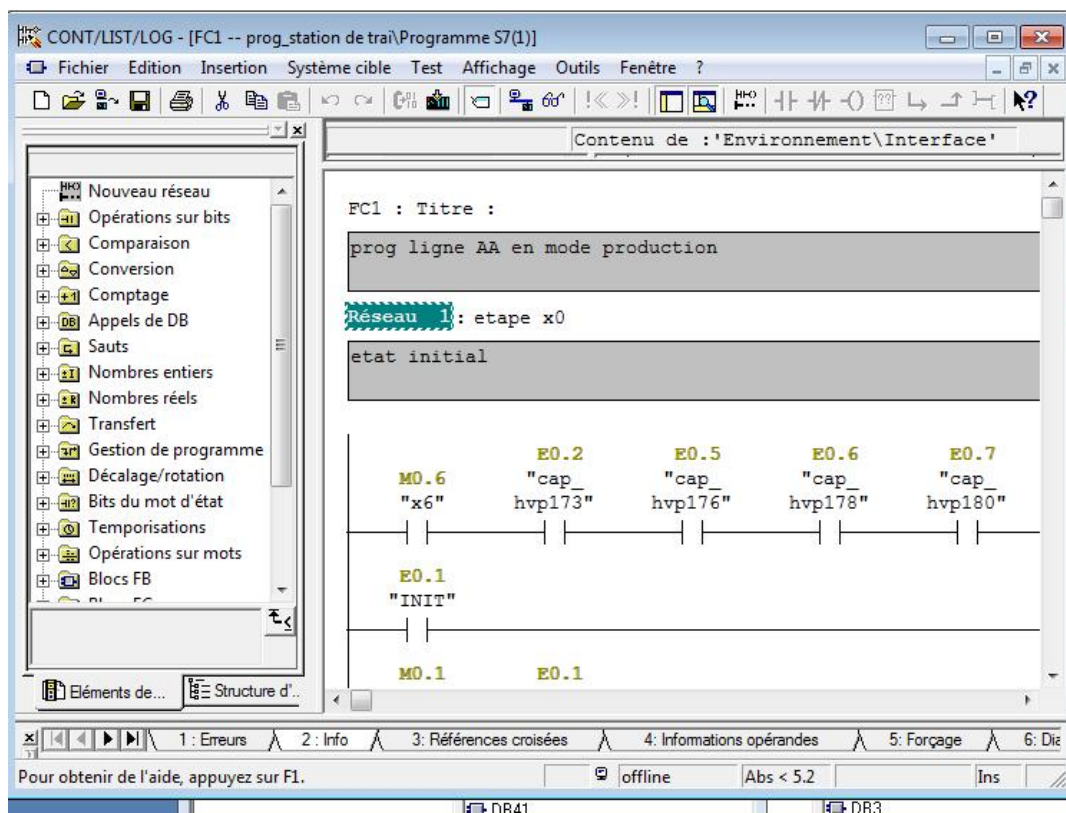


VI.6 : Configuration matériels

7-Ensuite on passe au programme utilisateur que nous avons écrit pour commander la machine, ce dernier est composé d'objets définis dans l'environnement de STEP7.



VI.7 : Vue des composants de notre projet



VI.8 Vue d'un réseau

Introduction :

La supervision industrielle consiste à surveiller le fonctionnement d'un procédé pour l'amener à son point de fonctionnement optimal, le but est de disposer en temps réel d'une visualisation de l'état d'évolution des paramètres du processus, ce qui permet à l'opérateur de prendre des décisions appropriés à ces objectifs, telle que la cadence de production , qualité de produit et sécurité des biens et des personnes.

VI.1. Généralités sur la supervision :***VI.1.1. Définition :***

La supervision est une forme évoluée de dialogue homme-machine. Elle consiste à surveiller l'état de fonctionnement d'un procédé dont les possibilités vont bien au –delà de celles des fonctions d conduite et surveillance réalisées avec les interfaces. Les fonctions d la supervision sont nombreuses, on peut citer quelques uns :

- Assiste l'opérateur dans les opérations de diagnostic et de maintenance.
- Assure la communication entre les équipements d'automatisme et les outils informatiques d'ordonnancement et de gestion de production.
- Elle répond à des besoins nécessitant en général une puissance de traitement importante.
- Coordonne le fonctionnement d'un ensemble de machines enchainées constituant une ligne de production, en assurant l'exécution d'ordre commun (marche-arrêt) et des taches telles que la synchronisation.

VI.2. Avantages de la supervision :

Un système de supervision apporte une aide à l'opérateur dans la conduite du processus son but étant de présenter à l'opérateur des résultats expliqués et interprétés. Ses principaux avantages sont :

- La détection des défauts.
- Surveiller le processus à distance.
- Le diagnostic et le traitement des alarmes.

VI.3. Architecture d'un réseau de supervision :

Dans le but de réaliser une communication entre un API et un pupitre, SIEMENS a développé des mécanismes qui permettent d'assurer l'échange des données entre le pupitre de supervision et de commande de l'automate programmable.

Le pupitre n'échange pas directement les données avec les capteurs ou les actionneurs du procédé à superviser, mais à travers l'A.P.I qui gère l'ensemble du processus.

VI.4. Le rôle de la supervision :**VI.4.1. Les modules fonctionnels d'un système de supervision :**

En général, un système de supervision se compose d'un logiciel auquel se rattache des données provenant des équipements (automates,...).

Le logiciel de supervision assure l'affichage, le traitement des données et la communication avec d'autres applications. Les modules fonctionnels principaux d'un système de supervision sont :

- Editeur graphique.
- Historique des données.
- Archivage et restitution des données pour les analyser et pour des raisons de maintenance.
- Gestion des alarmes et des événements.
- Acquisition des données provenant du procédé par l'intermédiaire d'un automate programmable.
- Rapport de suivi de la production.

VI.4.2. Traitement de données :**VI.4.2.1. Représentation graphique des données :**

Sous forme de courbes et conduites ou d'historique présentés à l'écran, avec des facilités diverses (loupe, fenêtre.....).

VI.4.2.2. Traitement des alarmes et des défauts :

L'opérateur doit à chaque fois acquitter un défaut apparu, afin d'assurer une meilleure gestion de l'historique des alarmes.

VI.4.2.3. Zone de communication :

Une zone de communication permet d'accéder à une plage d'adresse définie dans l'automate afin d'assurer un échange de données avec le pupitre de commande.

VI.4.2.4. Zone d'affichage :

C'est la représentation graphique du processus ou on peut afficher le déroulement du processus en indiquant l'état des équipements (marche et arrêt des pompes...).

VI.4.3. La commande par supervision :

Elle consiste en l'envoi de consignes vers le procédé dans le but de provoquer son évolution et l'acquisition de mesures ou de compte rendus permettant de vérifier que les consignes envoyées vers le procédé produisent exactement les effets voulus.

De plus, elle permet le paramétrage des dispositifs de commande.

VI.5. Pupitre de commande :

Le pupitre utilisé dans l'atelier est un pupitre de type MP2708 TOUCH, il nous permet d'une part de présenter les états d'exploitation, les valeurs actuelles de processus de production et les alarmes de l'automate, et d'autre part, décommander de manière aisée l'installation de production.

Les graphiques et les textes affichés sur le pupitre tactile ainsi que les caractéristiques et fonctionnalités des éléments tactiles doivent être préalablement créés sur un ordinateur (PC ou PG) doté de logiciel de configuration PROTOOL. Pour transmettre les données de configuration, il faut raccorder au pupitre l'ordinateur de configuration.

Après transmission de la configuration, le pupitre est lié avec une liaison ETHERNET à l'automate, il communique alors avec l'automate et réagit à l'exécution des programmes de l'automate en fonction de la configuration.

VI.6. Présentation du logiciel de supervision :

Un logiciel de supervision fonctionne généralement sur un ordinateur en communication via un réseau local industriel (MPI, PROFIBUS, ETHERNET...etc.) Avec un ou plusieurs

équipements électroniques, automate programmable industriel ou ordinateur de commande direct (commande numérique). Parmi les logiciels pour la supervision dans l'industrie moderne nous pouvons citer :

- Ø PROTOOL.
- Ø WinCC (Windows Control Ccenter).
- Ø INDU soft web studio.
- Ø VIJEO look.
- Ø In Touch...etc.

Pour l'élaboration de la plateforme de supervision de la station de traitement de matière, nous avons utilisés le PROTOOL. C'est le logiciel IHM (interface homme machine) pour la réalisation, par des moyens d'ingénierie simples et efficaces, des concepts d'automatisation évolutifs au niveau machine.

PROTOOL réunit les avantages suivants :

- Ø Simplicité.
- Ø Flexibilité.
- Ø Robustesse.

VI.5.1. Présentation du logiciel de supervision PROTOOL :

Le SIMATIC PROTOOL est un outil flexible pour la configuration d'un système de supervision, grâce au logiciel de visualisation ProTool/ProRuntime.

PROTOOL saisit, affiche et archive des données du procédé et les représente à l'opérateur d'une manière facilement exploitable.

SIMATIC PROTOOL/PRO se compose:

- Du logiciel exécutif SIMATIC PROTOOL/PRO RT pour système sur PC.
- Du logiciel de configuration SIMATIC/PRO Configuration (cs) pour la configuration de système sur PC et du pupitre opérateur SIMATIC.

SIMATIC PROTOOL/PRO assure donc une supervision du processus à l'aide d'une interface opérateur compatible avec Windows et comportant des objets graphiques prédéfinis tels que :

Affichage numérique, bibliothèque, complète de symbole IHM, affichage de texte et courbe avec fonction de défilement et de zoom, ligne de lecture, champs d'édition de valeurs de processus (signaux)...etc.

VI.5.2. ProTool/Pro et Simatic Step7:

VI.5.2.1. Intégration de protool dans STEP7:

PROTOOL peut être intégré au logiciel de configuration SIMATIC STEP7. cela nous permet de choisir des mnémoniques et bloc de données de SIMATIC STEP7 comme variables dans PROTOOL. On économise ainsi non seulement temps et argent mais on évite aussi des sources d'erreurs dues à la répétition de la saisie.

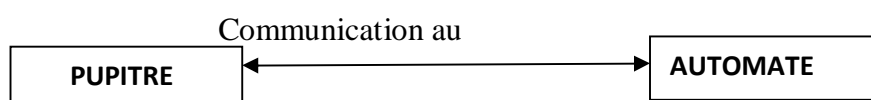
VI.5.2.2. Avantages de l'intégration à STEP7 :

Quand on configure avec PROTOOL, intégré à STEP7, on peut accéder à la base de données créée lors de la configuration de l'automate avec SIMATIC STEP7. cela présente les avantages suivants :

- Possibilité d'utiliser SIMATIC Manager comme poste de commande centrale pour la création, la modification et la gestion des projets PROTOOL.
- Les paramètres de communication de l'automate sont définis lors de la création du projet PROTOOL et actualisés en cas de modifications dans SIMATIC STEP7.
- Les messages ALARMS configurés dans SIMATIC STEP7 sont pris en compte dans PROTOOL et peuvent être affichés sur le pupitre.
- Les modifications de la table mnémorique dans SIMATIC STEP7 sont actualisées dans PROTOOL.

VI.5.3. Communication entre le pupitre de supervision et l'automate :

La communication entre le pupitre et la machine ou le processus est réalisée par l'intermédiaire de l'automate, au moyen de « **variable** ». la valeur d'une variable est écrite dans une case mémoire (adresse) de l'automate ou elle est lue par le PC de supervision. La structure générale est illustrée dans la figure suivante :



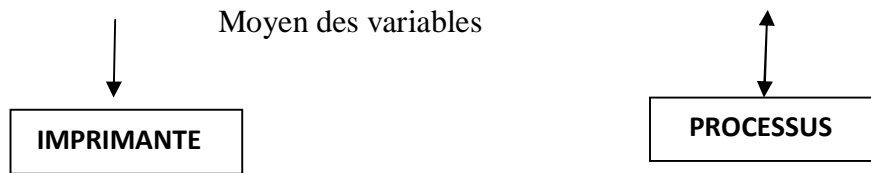


Figure VI.6 : Structure générale de communication entre le pupitre et l'automate.

VI.5.4. Plateforme de supervision notre station:

Pour élaborer la plateforme de supervision qui permet le contrôle commande de notre station, nous avons créé sept vues données comme suit :

- ✓ La vue d'accueil.
- ✓ La vue de la ligne A (préfiltration)
- ✓ La vue du TANK1 et filtration finale
- ✓ La vue de la salle CIP.
- ✓ La vue de commande de mode
- ✓ La vue des alarmes
- ✓ La vue de régulation.

VI.5.4.1. vue d'accueil :

La vue d'accueil est la vue d'entrée qui sera tout le temps visible sur le pupitre qui sera placé sur notre station. Elle présente essentiellement le groupe (CEVITAL). Cette vue contient un bouton poussoir qui permet d'aller à la vue de la ligne AA pour choisir d'aller à l'une des vues.

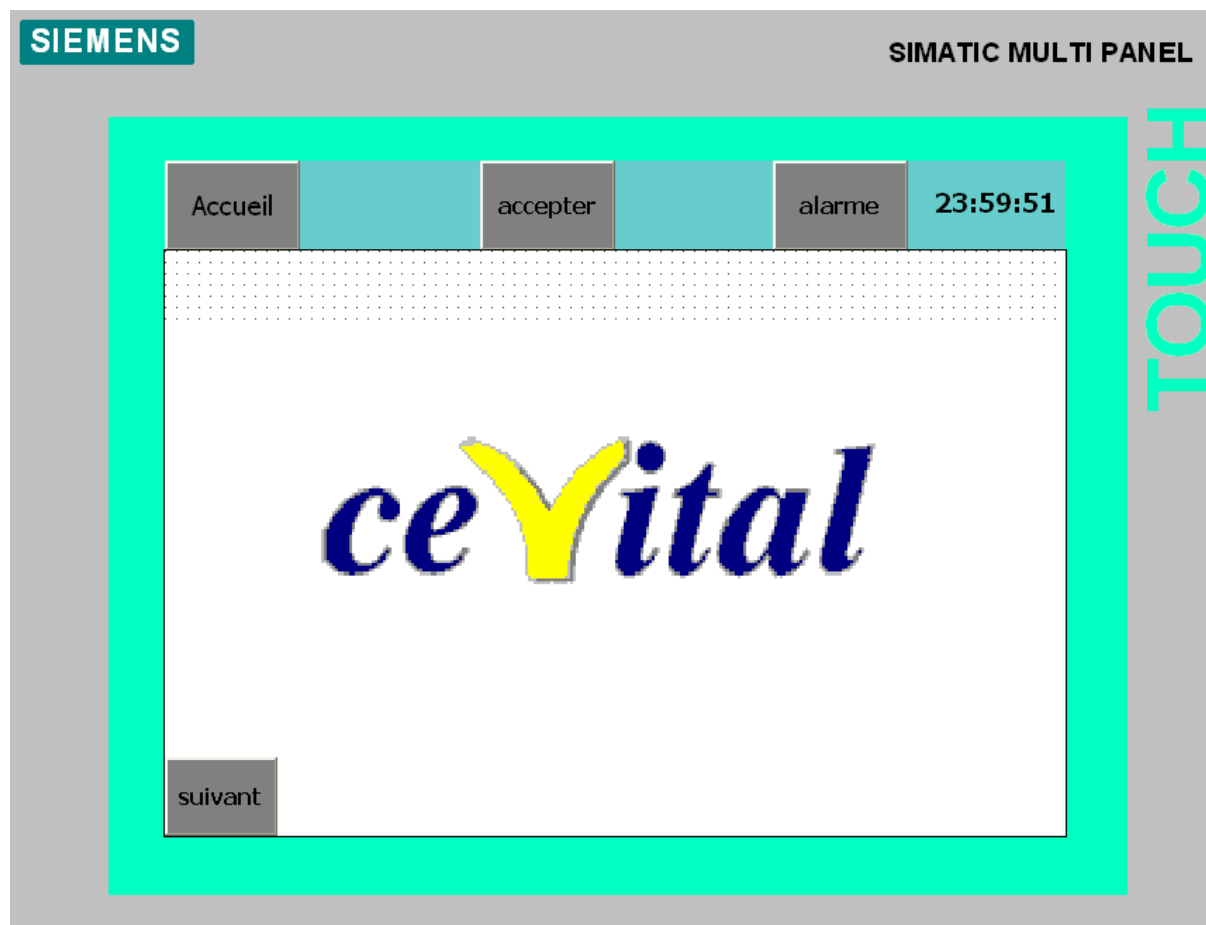
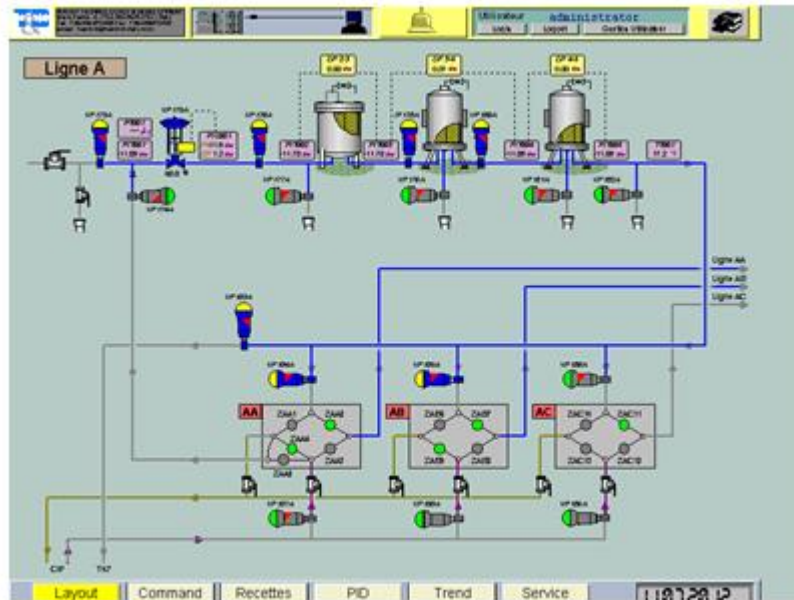


Figure VI.7 : vue d'accueil.

VI.5.4.2. Vue de la ligne A :

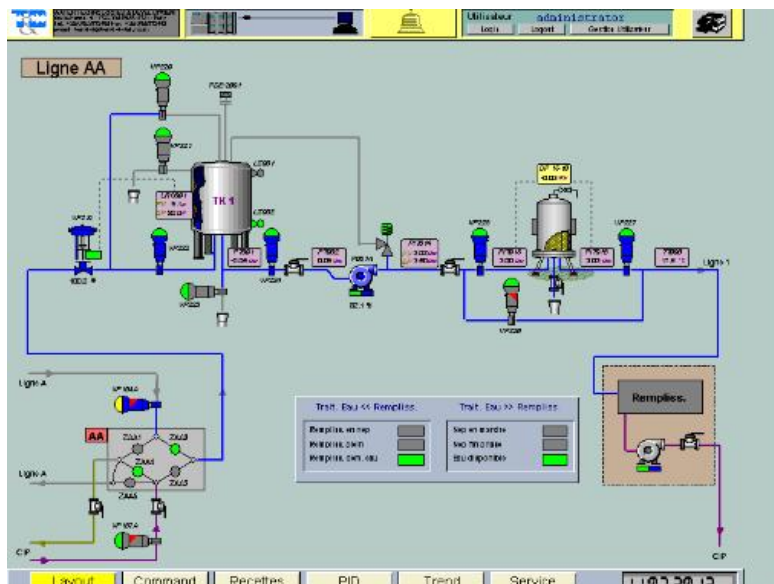
Cette vue est obtenu par un clic **Layout** puis sélectionner dans liste la ligne désirée

sur la



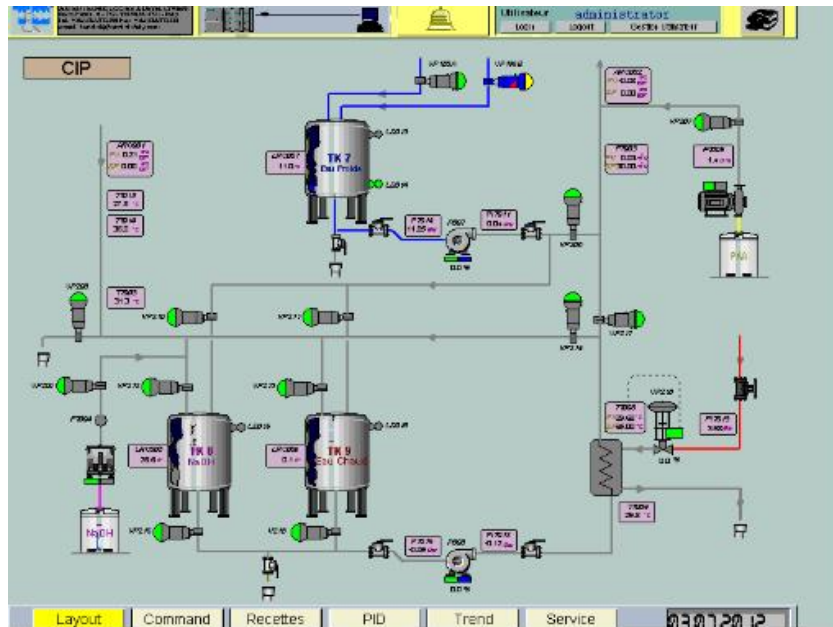
Vue de la ligne A

VI.5.4.3. Vue du TANK1 et Préfiltration : Cette vue est obtenue par le clic sur **Layout** dans la vue précédente puis sélectionner la ligne AA .



Vue du TANK1 et Préfiltration

VI.5.4.4. Vue de la salle CIP et TANK7 :



Vue de la salle CIP et TANK7

VI.5.4.5. Vue de commande de ligne : Cette vue est obtenue par le clic sur commande

Ligne A	VP10A SP	0.00	SP
Ligne AA	VP20A SP	0.00	%
Ligne AB	VP20B SP	0.00	%
Ligne AC	VP20C SP	0.00	%

Ligne B	VP10B SP	0.00	SP
Ligne BA	VP20B SP	0.00	%
Ligne BB	VP25B SP	0.00	%
Ligne BC	VP20C SP	0.00	%

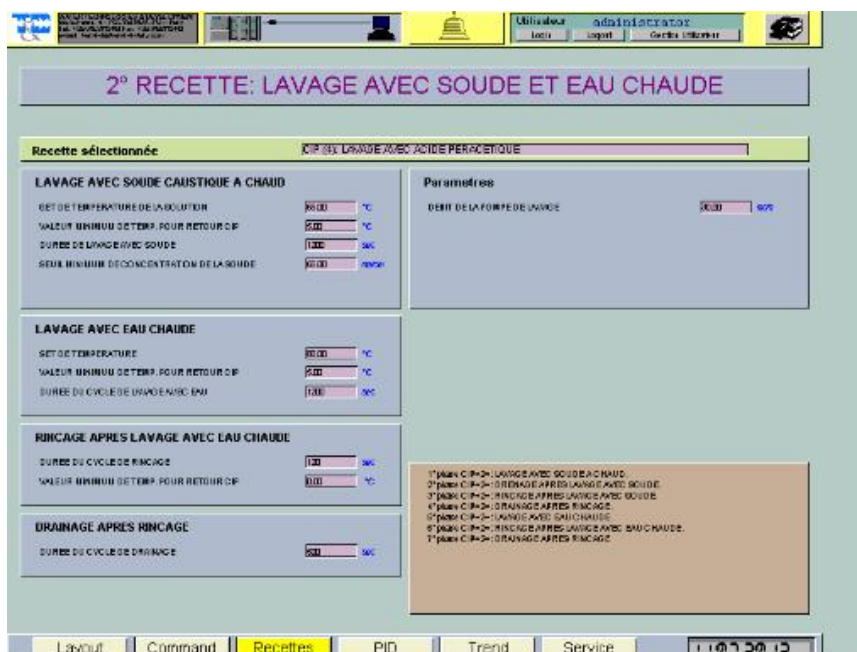
Vue de commande de ligne

VI.5.4.6. **Vue de régulation** : Cette vue est obtenue par le clic sur PID



Vue de régulation

VI.5.4.7. **Vue d'une recette** : Cette vue est obtenue par le clic sur recettes



Vue d'une recette

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons établi une liaison entre le logiciel STEP7 et son progiciel PROTOOL, ce dernier nous a permis de bien superviser notre solution.

PROTOOL facilite la détection de la source de pannes si elles ont lieu et il offre un milieu de travail facile et compréhensible pour l'opérateur

CONCLUSION GENERALE

Notre projet de fin d'étude est effectué en grande partie au sein de L'unité de l'eau minérale «LALLA KHEDIDJA» dans le but de concevoir une solution programmable à base d'un automate programmable de type API S7-300.

Ce stage nous a permis de découvrir la réalité de l'activité d'un complexe industriel, de mettre ainsi en pratique les connaissances théoriques et de nous familiariser avec les automates programmables industriels.

Après l'étude du système, nous avons utilisé le GRAFCET qui est un outil très efficace qui facilite le passage du modèle à l'implantation technologique de celui-ci dans un automate programmable industriel.

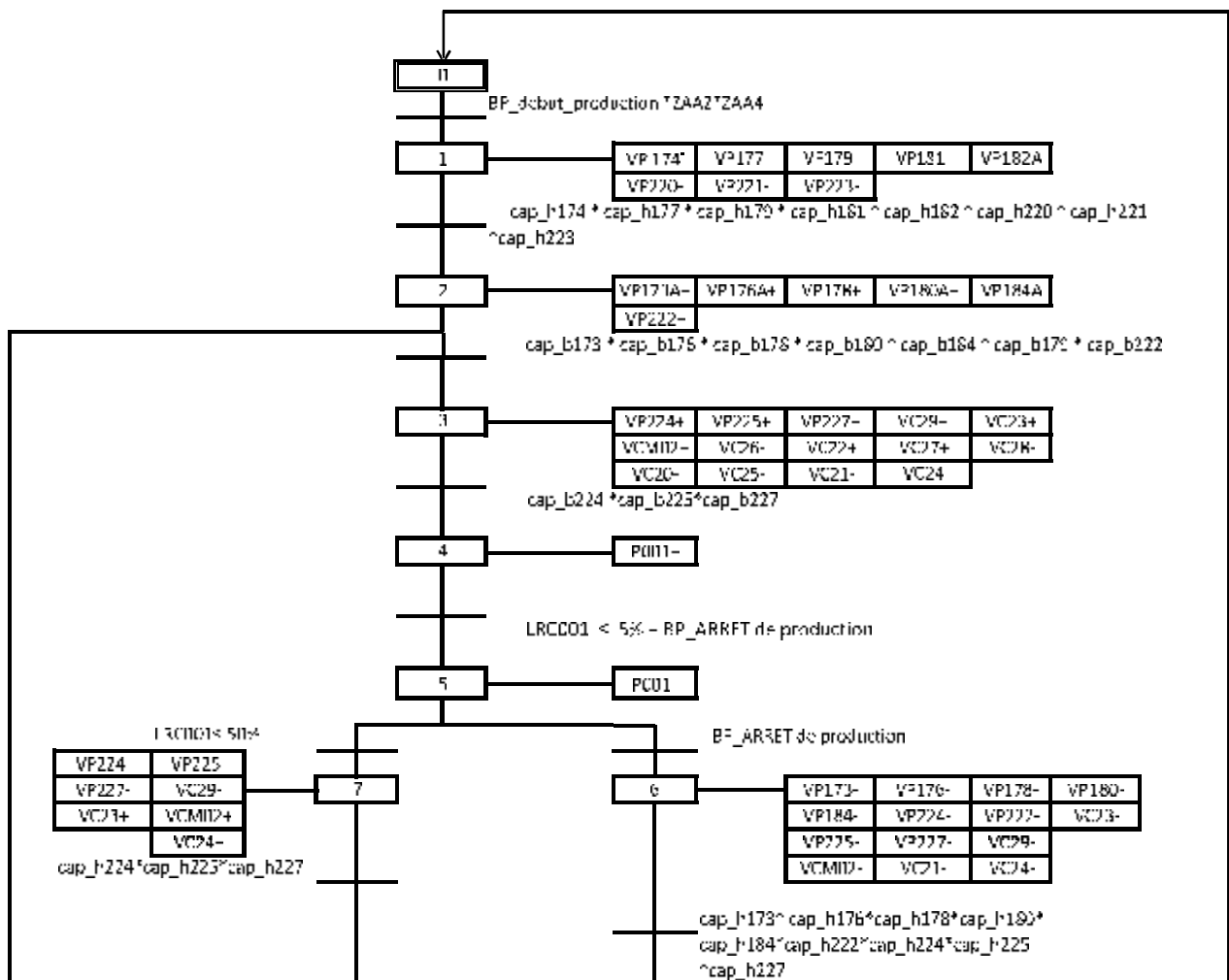
Le langage de programmation que nous avons utilisé, le STEP7, permet de communiquer simplement avec le procédé, en utilisant ses ressources d'une manière efficace.

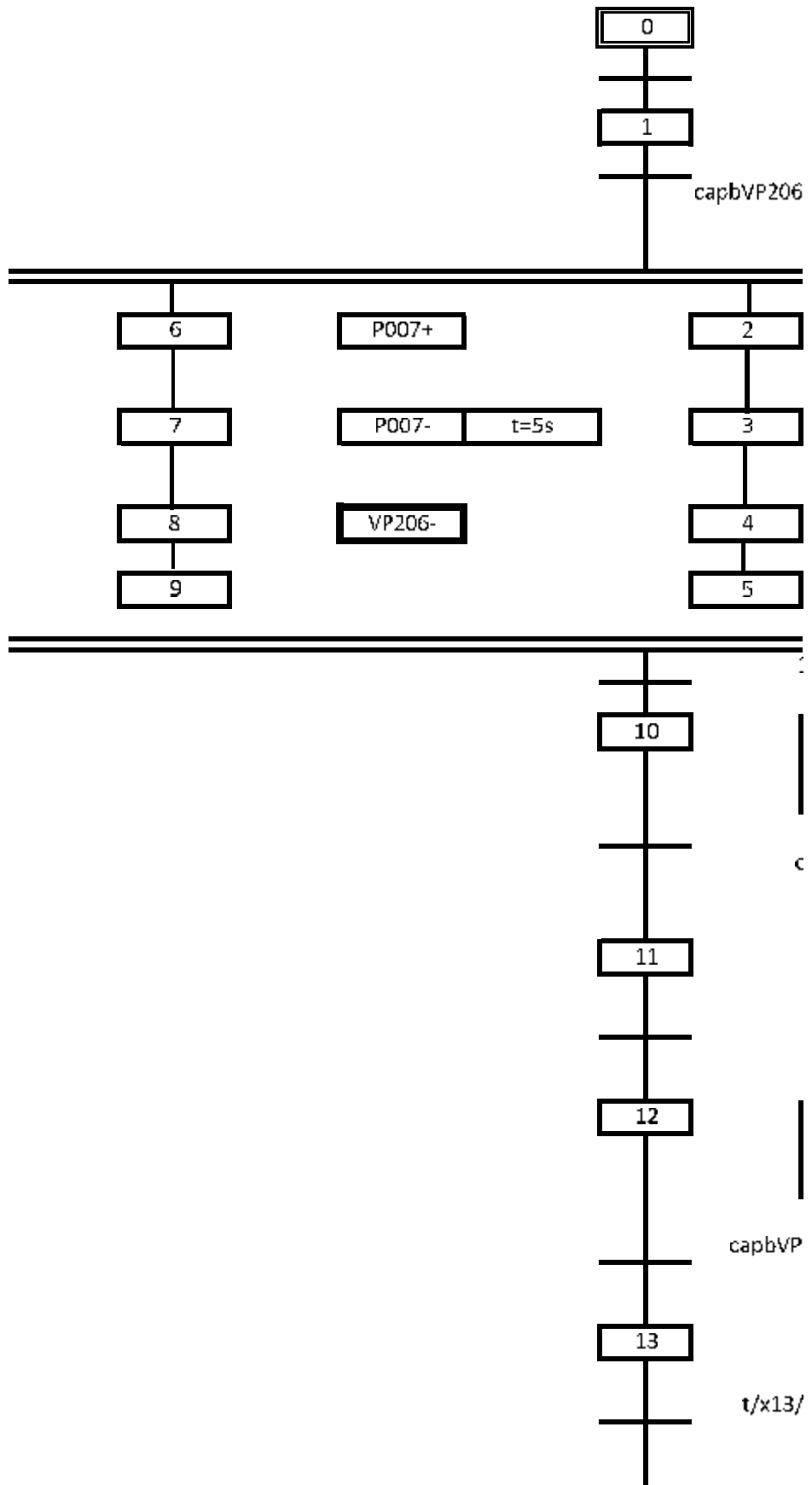
Notre conviction est d'avoir répondu dans la mesure de nos possibilités aux exigences du cahier de charge imposé.

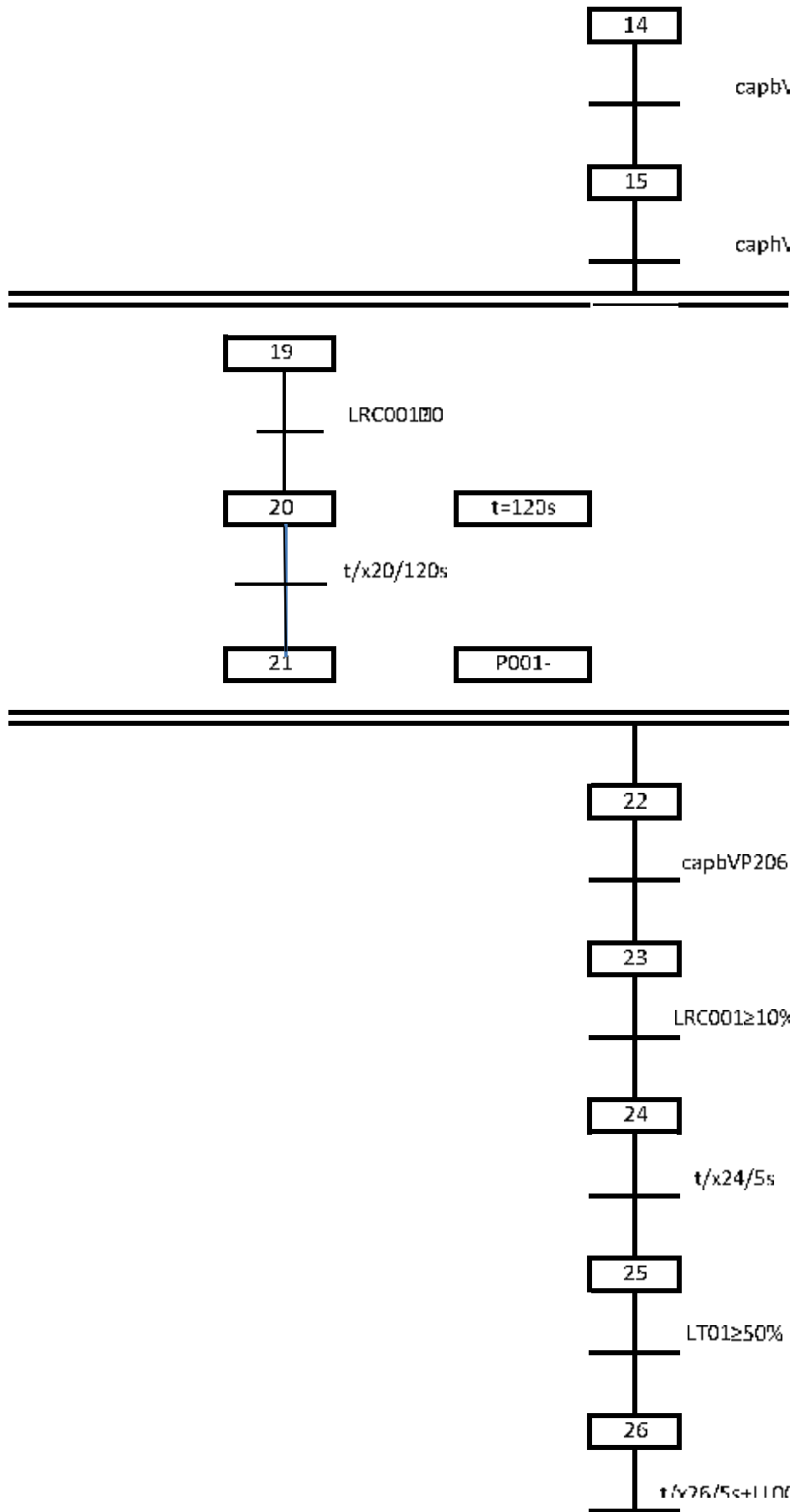
Toutefois, Nous souhaitons comme perspective que notre travail verra naître sa concrétisation, et qu'il serve de support supplémentaire à d'autres étudiants pour les promotions à venir.

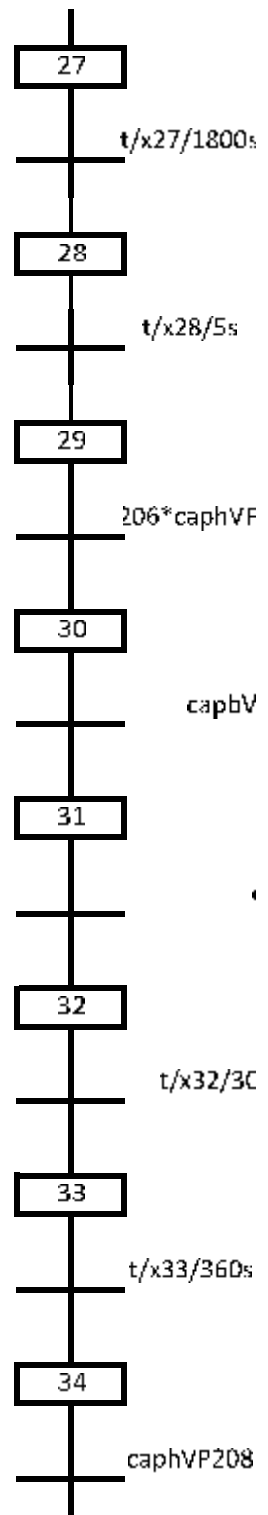
Bibliographie

- Documentation interne LALLA KHEDIDJA.
- Documentation du logiciel STEP7.
- Documentation du progiciel PROTOOL SIMATIC.
- Manuel Siemens « configuration matérielle et communication dans STEP7 ».
- Site internet : www.siemens.com.
- Rapports et mémoires :
 - Ø Modélisation du système d'alimentation d'eau process à l'unité eau minérale lalla khedidja.
 - Ø Contribution à la conception et automatisation d'une station de stockage de sucre liquide et de sa sous station C.I.P.
 - Ø Commande et supervision d'une installation de production du SIROP.
- Automatisation production « les automatismes programmables ».
- Documentation CEVITAL ; Schéma électrique et manuel d'entretien de l'instrumentation.
- CD instrumentation Endress+ Hauser
- l'aide siemens Step7 version 5.3









LRC007≥50%*B³ cjp AP*zaa3*zaa1

VP206+	VP217-	VP187A+	VP219+	VP220-
VP207+	VP210-	VP211-	VP222+	

*caphVP217*caphVP187A*caphVP219*caphVP220*caphVP207*caphVP210*caphVP211*caphVP222

— P0001+ t=20s

P0001- t=5s

VP207-

L

VP225+	VP227-	VC22-	VC20-	VP224+
VC29+	VC21-	VC25-	VC23+	VC27-
VC24-	VC26-	VCM02+		

:apbVP225*caphVP227*caphVP224

P001+

LT01≥50%

VC23-	VC21+	VC25+	VP217+	VCM02-
VP213-	VP214+	VP208-	VC26+	VP212-
t=5s	VC28+			

217*caphVP213*caphVP214*caphVP208*caphVP212

*t/x12/5s*FS100*LL100

PP01 t=1200s

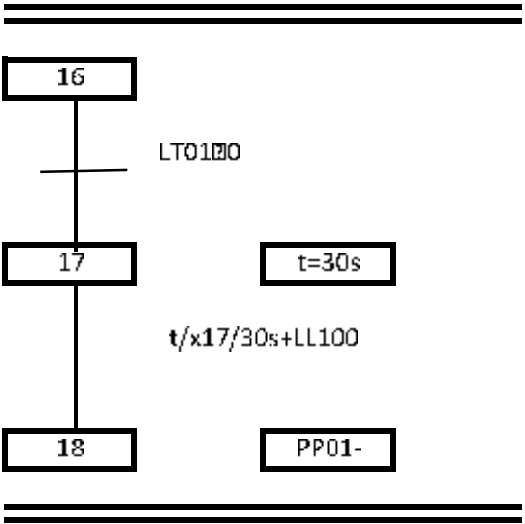
1200s

VP208+

/P208

VP217-

/P217



VP206+

P007+

6

VC26-	VCM02+	VC23+	VC21-
VC25-	t=5s		

P001+

VCM02-	VC23-	VC25+	VC21+
VC25+	t=5s		

11

P001+	t=1800s
-------	---------

;

P007-	t=5s
-------	------

VP206-	VP187A-	VP219-	VP220-
VP222-			

VP219*caphVP220*caphVP222*caphVP187A*LF

P001-	VP223+	t=360s
-------	--------	--------

P223*t/x30/360s

VP223-	VP224-	VP225-	VP227-
VP226-			

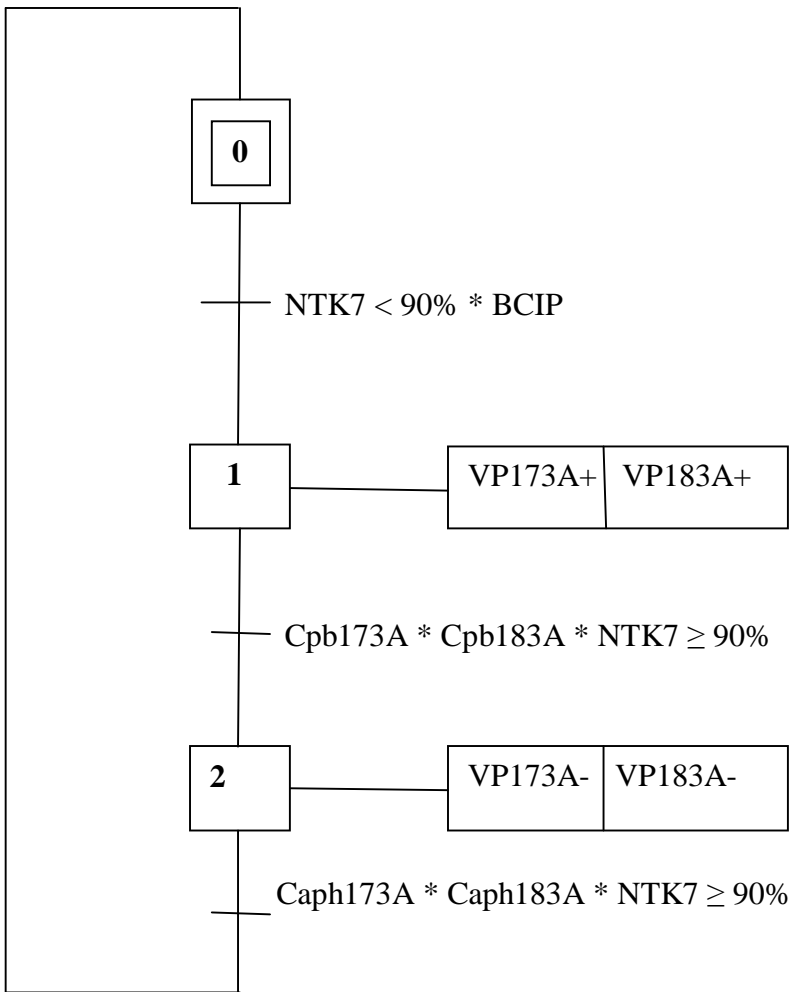
caphVP223*caphVP224*caphVP225*caphVP226*caphVP227*LT01≤0

t=30s

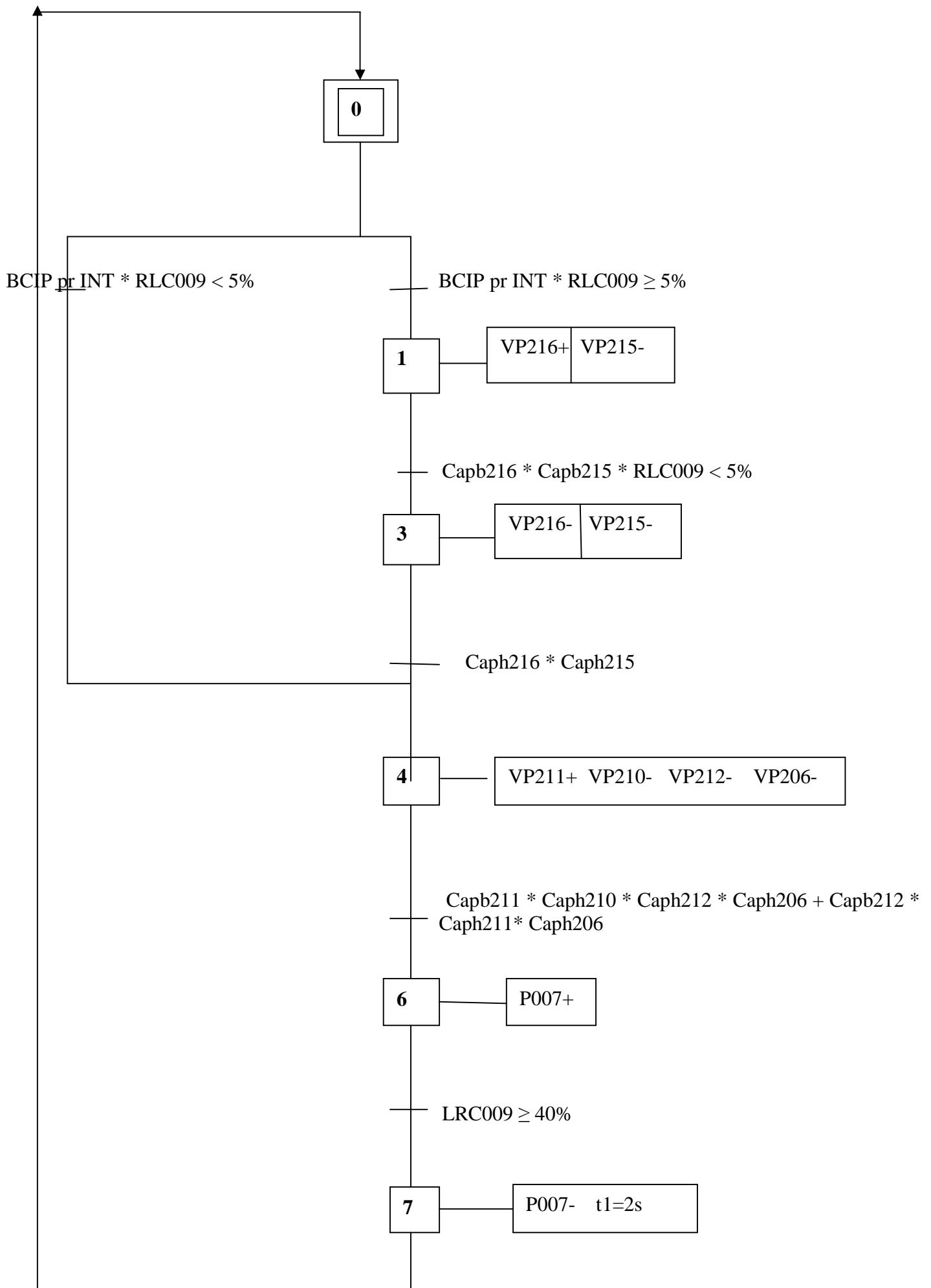
Is-L_100

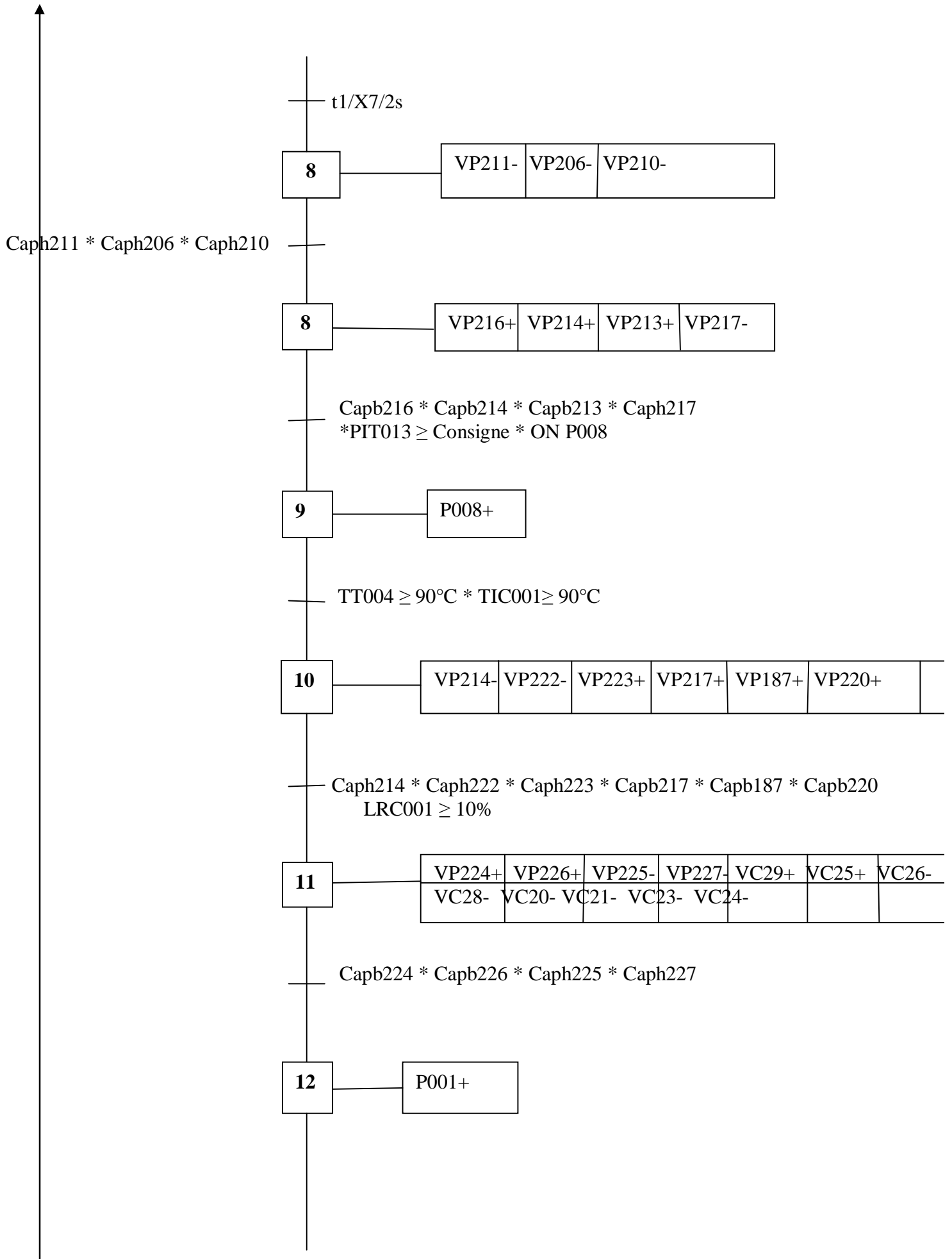
PP01-	VC20+	VC27+	VC22+
t=360s			

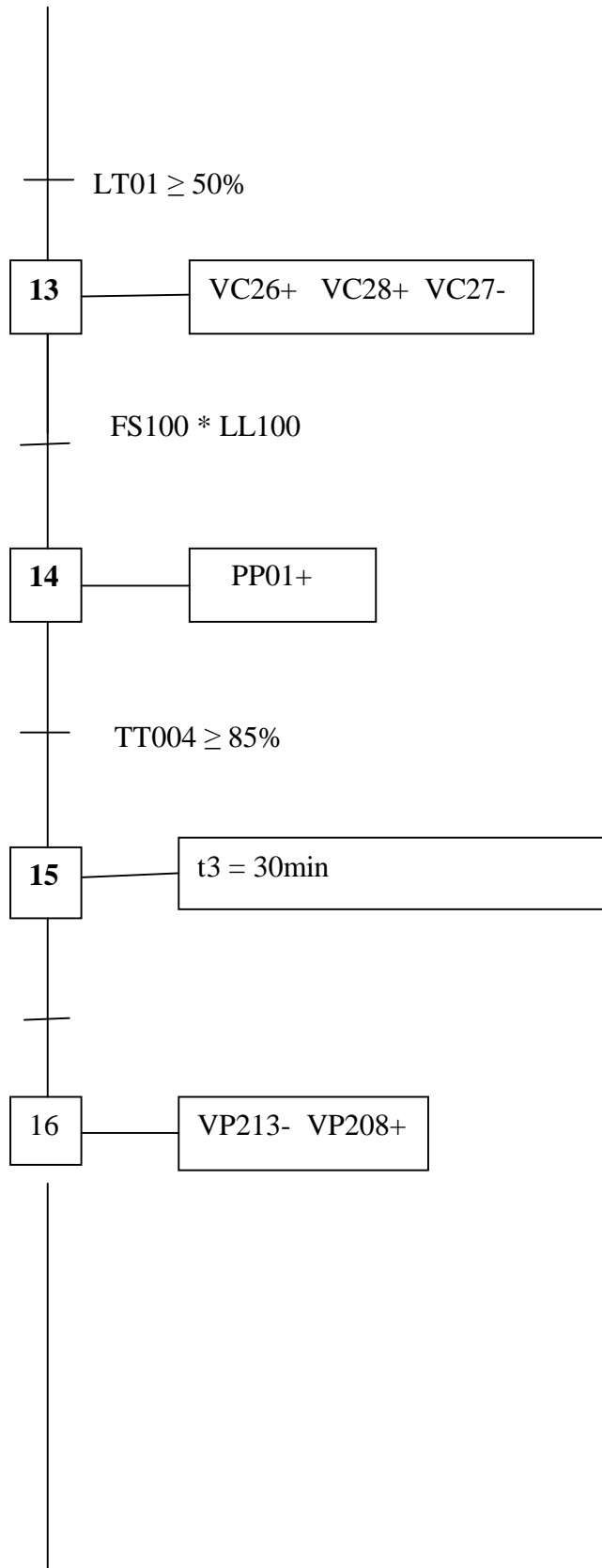
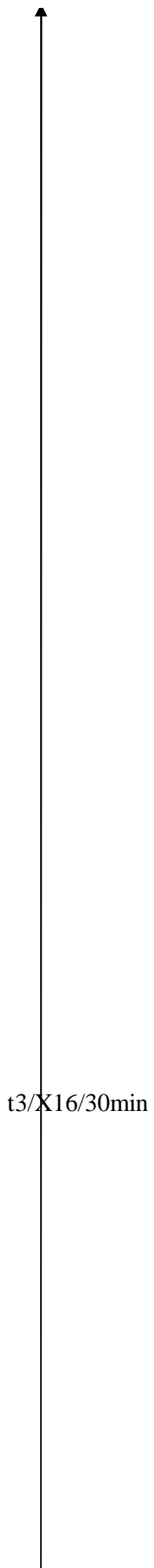
VC27+	VC20-	VC22+	VC29-
VC25-	VC28-	VC21-	VP208-

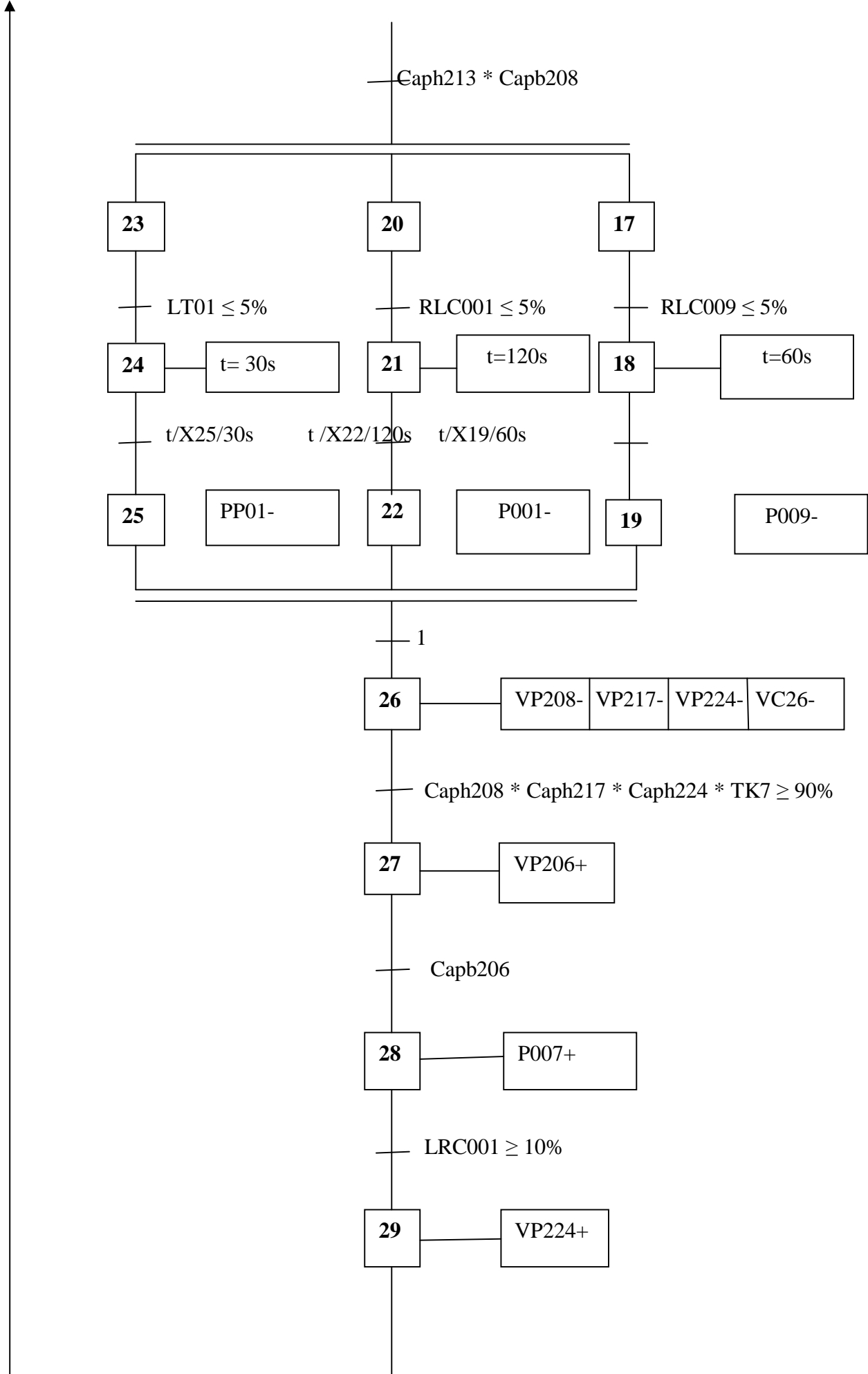


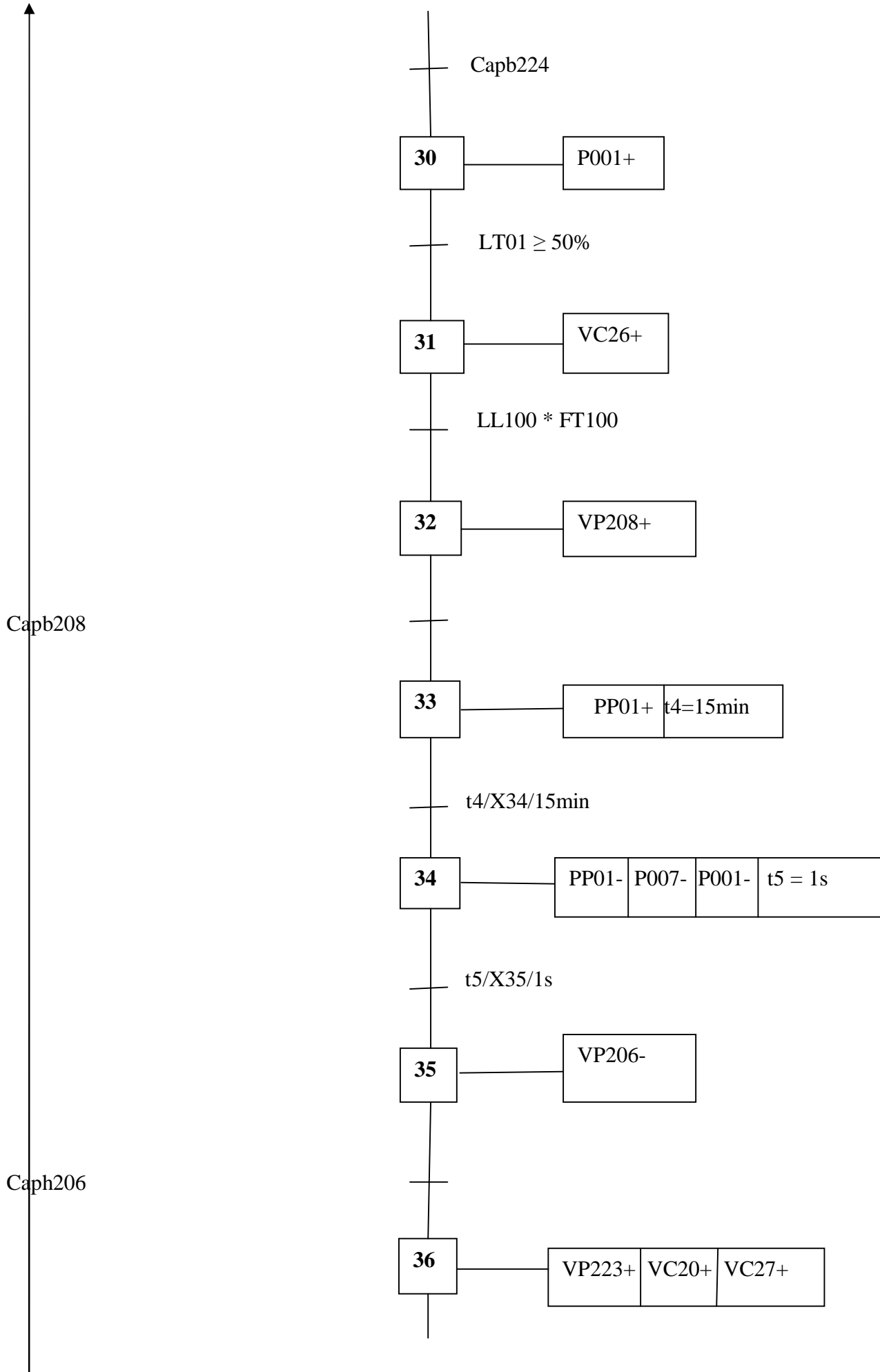
Grafcet de remplissage du TANK7

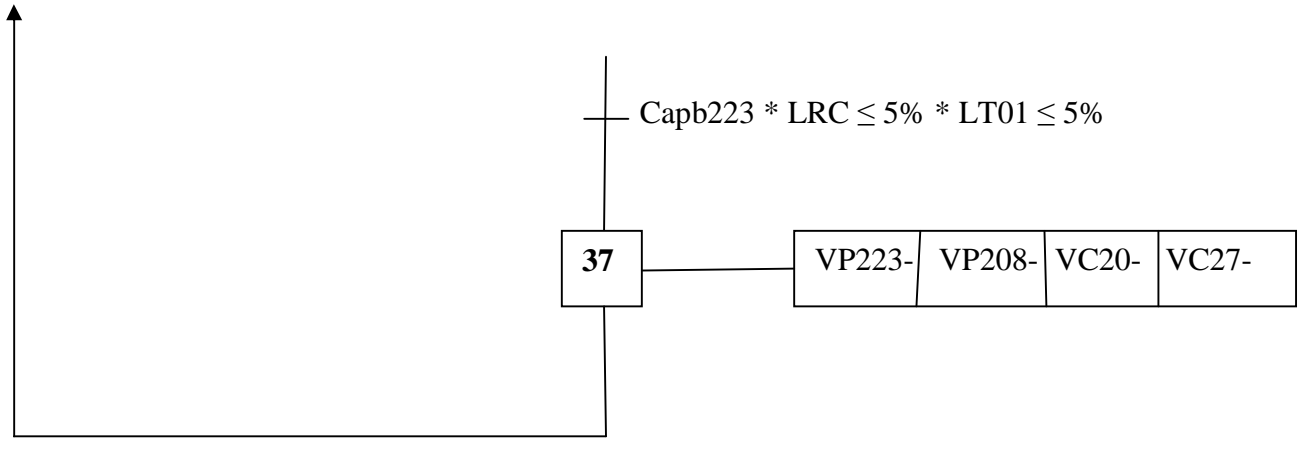




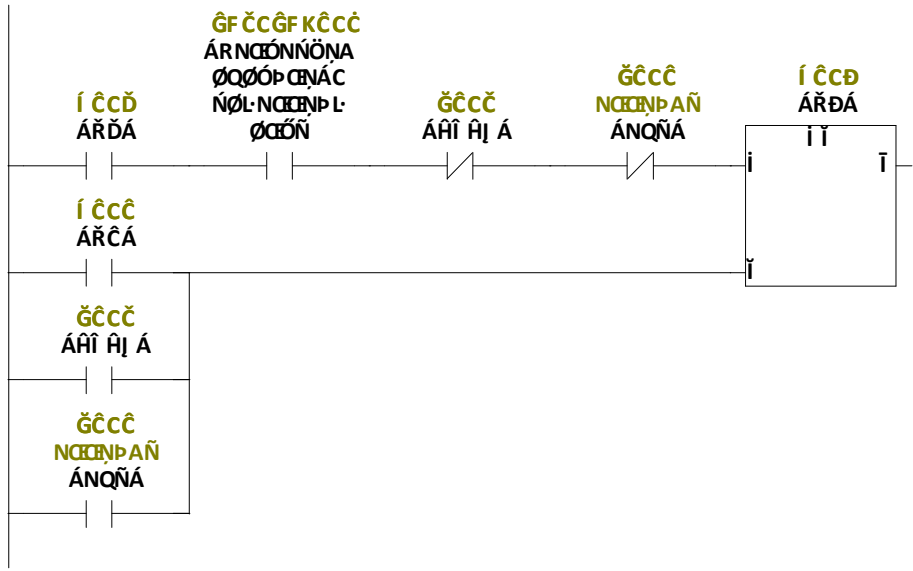




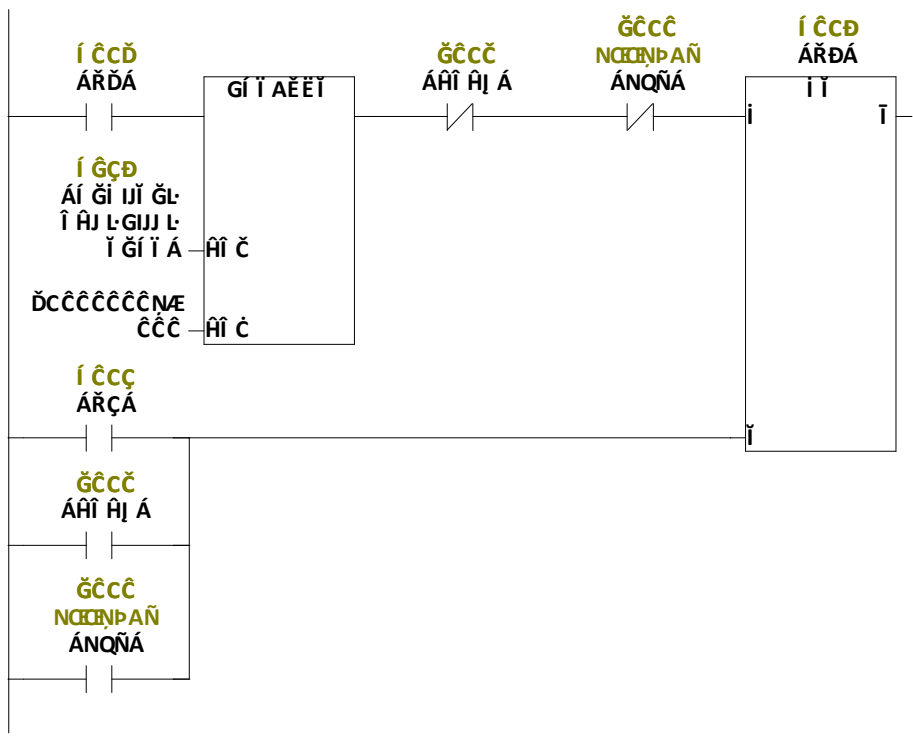




Ī B PNNQĀÉ AĐAAAAANP NŌNAAKĐ



Ī B PNNQĀÉ AĒAAAAAAKĐ



Propriétés de la table des mnémoniques

Nom : Mnémoniques
 Auteur :
 Commentaire :
 Date de création : 09/10/2012 17:58:41
 Dernière modification : 09/10/2012 16:38:50
 Dernier filtre sélectionné : Tous les mnémoniques
 Nombre de mnémoniques : 223/223
 Dernier tri : Mnémonique ordre croissant

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	aud	E 0.0	BOOL	and d
	bit tjr à 0	M 10.2	BOOL	
	cap_byp173	E 2.4	BOOL	
	cap_byp176	E 2.5	BOOL	
	cap_byp178	E 2.6	BOOL	
	cap_byp179	E 2.7	BOOL	
	cap_byp180	E 3.0	BOOL	
	cap_byp184	E 3.1	BOOL	
	cap_byp187	E 5.7	BOOL	
	cap_byp206	E 5.5	BOOL	
	cap_byp208	E 5.4	BOOL	
	cap_byp209	E 5.5	BOOL	
	cap_byp210	E 4.0	BOOL	
	cap_byp212	E 5.1	BOOL	
	cap_byp214	E 4.7	BOOL	
	cap_byp215	E 4.4	BOOL	
	cap_byp217	E 5.3	BOOL	
	cap_byp219	E 7.4	BOOL	
	cap_byp220	E 5.0	BOOL	
	cap_byp222	E 3.2	BOOL	
	cap_byp223	E 5.6	BOOL	
	cap_byp224	E 3.3	BOOL	
	cap_byp225	E 3.4	BOOL	
	cap_byp226	E 5.1	BOOL	
	cap_byp227	E 3.5	BOOL	
	cap_hyp173	E 0.2	BOOL	
	cap_hyp176	E 0.5	BOOL	
	cap_hyp177	E 1.6	BOOL	
	cap_hyp178	E 0.6	BOOL	
	cap_hyp179	E 1.1	BOOL	
	cap_hyp180	E 0.7	BOOL	
	cap_hyp181	E 1.7	BOOL	
	cap_hyp182	E 2.0	BOOL	
	cap_hyp184	E 1.0	BOOL	
	cap_hyp187	E 7.1	BOOL	
	cap_hyp206	E 4.1	BOOL	
	cap_hyp208	E 3.7	BOOL	
	cap_hyp209	E 5.6	BOOL	
	cap_hyp210	E 4.3	BOOL	
	cap_hyp211	E 4.2	BOOL	
	cap_hyp212	E 5.0	BOOL	
	cap_hyp213	E 5.4	BOOL	
	cap_hyp214	E 4.6	BOOL	
	cap_hyp215	E 4.5	BOOL	
	cap_hyp217	E 5.2	BOOL	
	cap_hyp220	E 2.1	BOOL	
	cap_hyp221	E 3.6	BOOL	

Etat	Mnémonique	Opérande	Type de données	Commentaire
	x73	M 9.1	BOOL	
	x74	M 9.2	BOOL	
	x8	M 1.0	BOOL	
	x9	M 1.1	BOOL	
	ZAA1	E 7.2	BOOL	
	ZAA2	E 7.4	BOOL	
	ZAA3	E 7.3	BOOL	
	ZAA4	E 7.3	BOOL	