

République Algérienne Démocratique et Populaire

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITÉ A. MIRA - BEJAIA
FACULTE DE TECHNOLOGIE**



**DEPARTEMENT
DE GENIE ELECTRIQUE**

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention de diplôme de Master en électrotechnique

THÈME

**Étude du Régulateur Industriel AC STATION (AC20)
Au sein de la raffinerie d'huile de CO.G.B La Belle – Bejaia**

Réalisé par :

- Mr. MOUSSAOUI Idhir
- Mr. BAKLI Mohand Akli

Encadré par :

- Mr. R. ALKAMA

Promotion 2014 / 2015

Remerciements

Au terme de notre travail : nous tenons tout d'abord à remercier le bon dieu le tout puissant pour le courage, la patience et la santé Qu'il nous a donné pour suivre nos études.

Nous souhaitons exprimer nos reconnaissances qui sont innombrables. Cependant, ne pouvant pas dresser la liste exhaustive de tout le monde, dans la crainte d'oublier quelqu'un.

Nous commencerons volontiers par rendre hommage à toutes celles et à tous ceux, sans exception, qui ont contribué de près ou de loin à favoriser ce travail.

Nous exprimons notre gratitude et tout notre respect à notre promoteur M^r R. ALKAMA, de nous avoir suivis tout au long de notre travail.

Nous tenons également à remercier profondément tout le personnel de CO.G.B La Belle, le service raffinage d'huile, en particulier notre Co-encadreur M^r G. DEKHOUKH.

Nous remercions les membres de jury qui ont accepté de juger ce travail et d'y apporter leur caution :

Monsieur FELLA, qui nous fait le grand honneur d'accepter la présidence du jury.

Monsieur MEBARKI, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant de participer à ce jury.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mes chers parents, que Dieu les recueille dans son vaste paradis, à mon demi frère Tayeb qui était toujours à mes côtés et m'a toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'il a consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études, et dans ma vie.

A mes deux chers frères Yazid et Djamel.

A ma chère sœur Souhila.

A mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines,

A tous mes amis, en particulier à Nacer Tifaoui

Et à tous ceux qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie.

Idhir





Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes chers parents Hamid et Nedjima qui ont été toujours à mes côtés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts et de moyens pour me voir réussir dans mes études.

A mon cher frère Halim.

A mes sœurs, Lyla, Souhila et Hanane.

A mes neveux, mélissa, houda et amine, que j'adore énormément

A mon grand père mhemad, mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines,

A tous mes amis surtout Abdlekrim, Wahib, Nacer, Nadia et Lynda.

Et à tous ceux qui aiment le bon travail et ne reculent pas devant les obstacles de la vie.

Mohand





Sommaire

Sommaire.....	
Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Glossaire.....	
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Description de l'installation	2
1. Introduction.....	2
2. l'entreprise d'accueil (CO.G.B)	2
3. L'unité margarinerie	4
4. Hydrogénation.....	6
5. Description du procédé	7
5.1 Conditionnement.....	7
5.2 Réaction.....	7
5.3 Filtration	7
6. Description de l'installation.....	7
7. Conclusion	8
Chapitre II :Fonctionnement de la régulation	9
1. Introduction.....	9
2. Régulateur PID.....	9
2.1 PID analogique.....	10
2.2 PID numérique.....	11
3. Algorithme PID.....	11
4. Réglage des paramètres PID.....	12
5. Gain auto adaptable	15
6. Description de l'unité hardware.....	15
7. Caractéristiques techniques	16
8. Diagnostic et sécurité	17
9. Description de l'unité software	17
9.1 AC proGraph	17
10. Bibliothèque de modules fonctionnels de l'AC20	18
10.1 Groupe Entrée / Sortie et Affichage	18

10.2	Groupe de fonctions pour le Contrôle et traitement.....	19
10.3	Groupe de fonctions mathématiques et logiques.....	19
11.	Description des différents blocs du régulateur	20
11.1	Bloc Entrées analogiques (Analog Input).....	20
11.2	Bloc entrée numérique (Digital input).....	20
11.3	Bloc Sortie numérique (Digital output)	21
11.4	Calcul de consigne et d'écart (Setpoint and Deviation Calculation)	21
11.5	Bloc PID.....	23
11.6	Bloc MV (organisation de la sortie)	24
11.7	Bloc FILTRE (Filt)	25
12.	Programmation du régulateur.....	25
13.	Les boucles de régulation	26
13.1	Une boucle A	26
13.2	Une boucle B.....	27
13.3	Une boucle C (configuration typique chaud/ froid)	28
13.4	Boucle Ratio.....	29
13.5	Boucle cascade	31
13.6	Boucle override.....	32
13.7	Quatre boucles (quatre boucles simples indépendantes).....	34
14.	Connexion avec le régulateur.....	34
15.	Communication	35
15.1	Ligne de communication pour la programmation du régulateur.....	35
15.2	Ligne de communication avec le système de surveillance.....	36
15.3	Ligne de communication à l'unité d'extension, via RS485 au port AUX COMM	36
15.4	Ligne de communication horizontale par liaison ARCNET network.....	37
16.	Réseaux ARCNET.....	37
17.	Conclusion	37
Chapitre III : Instrumentation industrielle.....		39
1.	Introduction.....	39
2.	Les capteurs.....	40

2.1	Capteur de température.....	40
2.2	Capteur de pression.....	42
2.2.1	Description du capteur utilisé dans l'installation	42
2.2.2	Fonctionnalité.....	43
2.2.3	Principe de la mesure	43
3.	Les moteurs	43
4.	Les pompes.....	44
4.1	Les pompes volumétriques.....	44
4.2	Les turbopompes.....	44
5.	Les agitateurs.....	45
6.	Les vannes	45
6.1	Fonctions des vannes	46
6.2	Vannes manuelles.....	46
6.3	Vannes pneumatiques	47
6.4	Electrovannes	47
6.5	Vannes régulatrices	47
7.	Description des différentes régulations	48
7.1	Régulation de température et de débit.....	48
7.2	Régulation de pression	50
7.3	Régulation de niveau	50
8.	Conclusion	52
Chapitre IV : Application pratique		53
1.	Introduction.....	53
2.	Description de l'écoulement du procédé	53
2.1	Conditionnement.....	53
2.2	Réaction.....	Erreur ! Signet non défini.
2.3	Filtration	54
3.	Stratégie de la régulation	56
4.	Formule de réglage d'un contrôleur standard	57
5.	Résultats et discussion	58

5.1	Première réaction.....	58
5.1.1	Interprétation des résultats.....	59
5.2	Deuxième réaction	60
5.2.1	Interprétation des résultats.....	62
5.3	Comparaison et discussion des résultats	62
6.	Proposition d'amélioration.....	63
6.1	Description de la 2 Boucle A.....	63
6.1.1	La boucle 1.....	64
6.1.2	La boucle 2.....	64
7.	Conclusion	65
	Conclusion générale	66
	Références bibliographiques.....	
	Annexe.....	
	Boucles de régulations.....	

Liste des figures

Figure I.1 : Organigramme des départements de production de CO.G.B La Belle	4
Figure I.2 : Architecture de l'installation	6
Figure II.1 : Boucle de régulation PID	10
Figure II.2 : Bloc PID parallèle	11
Figure II.3 : Algorithme PID	11
Figure II.4 : Réglage des paramètres PID	13
Figure II.5 : Réglage manuel des paramètres du PID	14
Figure II.6 : Affichage des valeurs des paramètres	14
Figure II.7 : Faces avant et arrière du régulateur AC20.	16
Figure II.8 : Exemple d'une boucle de régulation	18
Figure II.9 : Bloc entrées analogiques	20
Figure II.10 : Bloc entrées numériques	20
Figure II.11 : Bloc sorties numériques	21
Figure II.12 : Bloc SDV	21
Figure II.13 : Bloc PID	23
Figure II.14 : Bloc MV	24
Figure II.15 : Bloc filtre	25
Figure II.16 : Stratégie de régulation	26
Figure II.17 : Boucle A	27
Figure II.18 : Une Boucle B	27
Figure II.19 : Applications de la boucle B	28
Figure II .20 : Boucle C	28

Figure II.21 : Applications de la boucle C	29
Figure II.22 : boucle RATIO	30
Figure II.23 : Applications de la boucle RATIO	30
Figure II.24 : Boucle cascade	31
Figure II.25 : Applications de la boucle cascade	32
Figure II.26 : Boucle override.	33
Figure II.27 : Applications de la boucle override	33
Figure II.28 : Application de quatre boucles	34
Figure II.29 : Connexion avec le régulateur	35
Figure II.30 : Connexions de programmation	35
Figure II.31 : Connexions de communication	36
Figure II.32 : Ligne d'extension du régulateur	36
Figure II.33 : Architecture ANCNET avec répéteurs	37
Figure.III.1 : Schéma de principe d'un capteur industriel	40
Figure.III.2 : Photo du capteur de température sonde Pt 100	41
Figure.III.3 : Principe du capteur de température sonde Pt 100	41
Figure. III.4 : Principe du capteur de pression	42
Figure.III.5 : Photo du capteur de pression	42
Figure.III.6 : Principe du capteur capacitif	43
Figure.III.7 . Les domaines d'utilisation des deux grandes catégories de pompes	45
Figure.III.8. : Vanne manuelle	46
Figure.III.9 : Convertisseur courant/pression – tension/pression T5200 de FAIRCHILD.	48
Figure.III.10 : Régulation de température et de débit	48
Figure III.11 : Schéma de principe la régulation de la température dans le réacteur.	49

Figure.III.12 : Régulation de pression	50
Figure. III.13 : Régulation de niveau	51
Figure IV.1 : Ecoulement du procédé d'hydrogénation.	55
Figure IV.2 : Architecture de la stratégie 1 boucle A	56
Figure IV.3 : Variation de la température en fonction de temps essai 1.	59
Figure IV.4 : Variation de la pression en fonction du temps essai 1.	59
Figure IV.5 : Variation de la température en fonction du temps essai 2.	61
Figure IV.6 : Variation de la Pression en fonction du temps essai 2.	61
Figure IV.7 : Stratégie 2 Boucle A	64

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Valeur de la bande proportionnelle	12
Tableau II.2 : Caractéristiques techniques du régulateur	16
Tableau II.3 : Architecture ANCNET avec répéteurs	18
Tableau II.4 : Groupe de fonctions pour le contrôle et traitement	19
Tableau II.5 : Groupe de fonctions mathématiques et logiques	19
Tableau IV.1 : formules de réglage des paramètres PID	57
Tableau IV.2 : Valeurs des paramètres PID	57
Tableau IV.3 : Résultats de mesure de température essai 1	58
Tableau IV.4 : Résultats de mesure de pression essai 1	58
Tableau IV.5 : Résultats de mesure de température essai 2	60
Tableau IV.6 : Résultats de mesure de pression essai 2	60
Tableau IV.7 : ajustement des paramètres du PID	62

Glossaire

PID : Proportionnelle Intégrale et Dérivée

SP : set point

PV: process value

MV: manipulated variable

AI : Analog In

AO: Analog Out

DI: Digital In

DO: Digital Out

TRP: Trend panel

BP: Trend panel

ALP: Alarm bloc

LPS: Sel panel

FI: Frequency panel

SDV: Set Point et Deviation

SCH: Scale Bloc

AMUX: Analog Mux

DSSP: digital security set point

DLSP: Digital local set point

DRSP: Digital remote set point

RSP: Remote Set point

PDEV: Proportional deviation

IDEV: Integral deviation

DDEV: Derivate deviation

CSP: Computer Set point

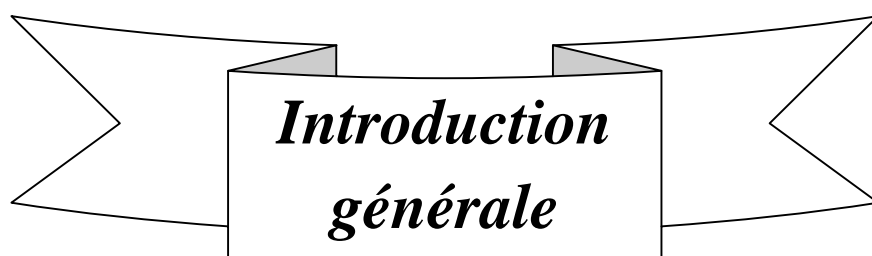
WSP: Working Setpoint value

FFW: Feed - Forward input signal

DSAT: Desaturation Output

DTUN : Digital tune

TRK :Track et DTRK : Digital Track



***Introduction
générale***

Introduction générale

A l'ère de l'automatique, la technique de la régulation revêt une importance primordiale pour les systèmes techniques modernes. Des circuits de réglage optimisés apportent leur soutien à la technique de production industrielle pour économiser les ressources d'énergie et les matières premières et garantir la qualité des produits. En outre, l'intégration de la technique de régulation permet de réaliser des produits innovants et intelligents qui constituent la condition essentielle à la compétitivité sur le marché mondial.

Comme c'est déjà le cas dans la pratique industrielle, les régulateurs numériques remplacent désormais les régulateurs analogiques. Outre une meilleure précision et de meilleures possibilités de paramétrage, les régulateurs numériques ont l'avantage de pouvoir être intégrés au stade de contrôle et de la visualisation des processus industriels.

C'est dans cette optique qu'il nous est proposé d'étudier les performances et les applications du régulateur industriel d'ASCON (AC 20). De bonnes notions sur l'ensemble du processus sont nécessaires. En plus du régulateur, nous devons étudier le système à réguler, les capteurs industriels qui informent sur l'état des grandeurs à réguler et les actionneurs qui se chargent de matérialiser les signaux de commande issus du régulateur. L'installation d'hydrogénation des huiles de COGB La Belle sera prise comme exemple d'application pratique du régulateur.

L'installation d'hydrogénation des huiles est une réaction à risques : bien réguler ses paramètres (pression, température....etc.) par le choix d'une bonne stratégie de commande est plus qu'une nécessité.

Notre mémoire est organisé en quatre chapitres :

- Dans le premier chapitre nous donnerons quelque information concernant l'entreprise d'accueil (CO.G.B La Belle), ses activités et l'importance de la réaction d'hydrogénation.
- Le deuxième chapitre traitera des caractéristiques du régulateur AC20.
- Le troisième chapitre sera consacré aux capteurs et actionneurs.
- Le quatrième chapitre consistera en l'application pratique du régulateur dans l'installation d'hydrogénation.



Description de l'installation

Chapitre I : Description de l'installation

1. Introduction

L'objectif de notre travail étant d'étudier le fonctionnement de régulateur industriel AC STATION, nous commençons par présenter l'entreprise d'accueil, décrire l'installation de production de margarine, et détailler la partie hydrogénation dont le fonctionnement est surveillé par ce régulateur.

2. l'entreprise d'accueil (CO.G.B La Belle)

Avant de commencer la présentation de l'entreprise des corps gras de Bejaia, il est intéressant de la situer dans l'histoire :

- Début du XX^e siècle : extraction de l'huile de grignon d'olive et fabrication de savon à base d'huile de grignon par la SIAN (Société Industrielle de l'Afrique du nord).
- 1940 : Raffinage d'huile de Colza et de tournesol, fabrication de savon de première qualité.
- 1953 : Fabrication du savon de ménage « Monsavon ».
- 1966 : Conditionnement du savon de ménage en morceaux de 450Gr
- 1973 : Acquisition d'une saponification en continu.
- 1974 : Nationalisation de la SIAN, naissance de SOGEDIA (Société de Gestion et de Développement des Industries Alimentaires).
- 1978 : Démarrage de la saponification en continu.
- 1982 : Restructuration, création de L'ENCG (Entreprise National des Corps Gras).
- 1988 : Démarrage du nouveau complexe des corps gras.
- 1990 : Fabrication du produit végétal aromatisé et de la graisse végétale aromatisée.
- 1997 : Filialisation, naissance de CO.G.B.
- 1999 : Fabrication des margarines de table, pâtisserie et feuilletage.
- 4 Avril 2006 : L'entreprise CO.G.B est devenue CO.G.B La Belle.

L'entreprise des corps gras de Bejaia (CO.G.B) a ouvert ses portes en 1987, sous la tutelle du ministère des industries légères, elle implémenter dans la zone industrielle à Ihaddaden (Bejaia) et limitée par :

- Oued Seghir au nord.
- ECOTEX (CCB) et la route des Aurès au sud.
- Entreprise Nationale du Liège à l'ouest.
- EDEMIA à l'est.

Elle s'étend sur une surface de 108800m² dont 56500m² ouvertes. L'unité est composée d'une raffinerie d'huile pour une production de 400 tonnes/jour, d'une savonnerie, d'un conditionnement d'huile, et d'une margarinerie pour une production de 80 tonnes/jour.

Elle a pour objectifs :

- D'améliorer la production qualitativement
- De distribuer et de commercialiser tout produit relevant de son secteur d'activité.
- De développer les industries alimentaires.

L'entreprise est constituée de plusieurs départements et chacun d'eux comporte plusieurs services comme l'indique l'organigramme de la figure I.1.

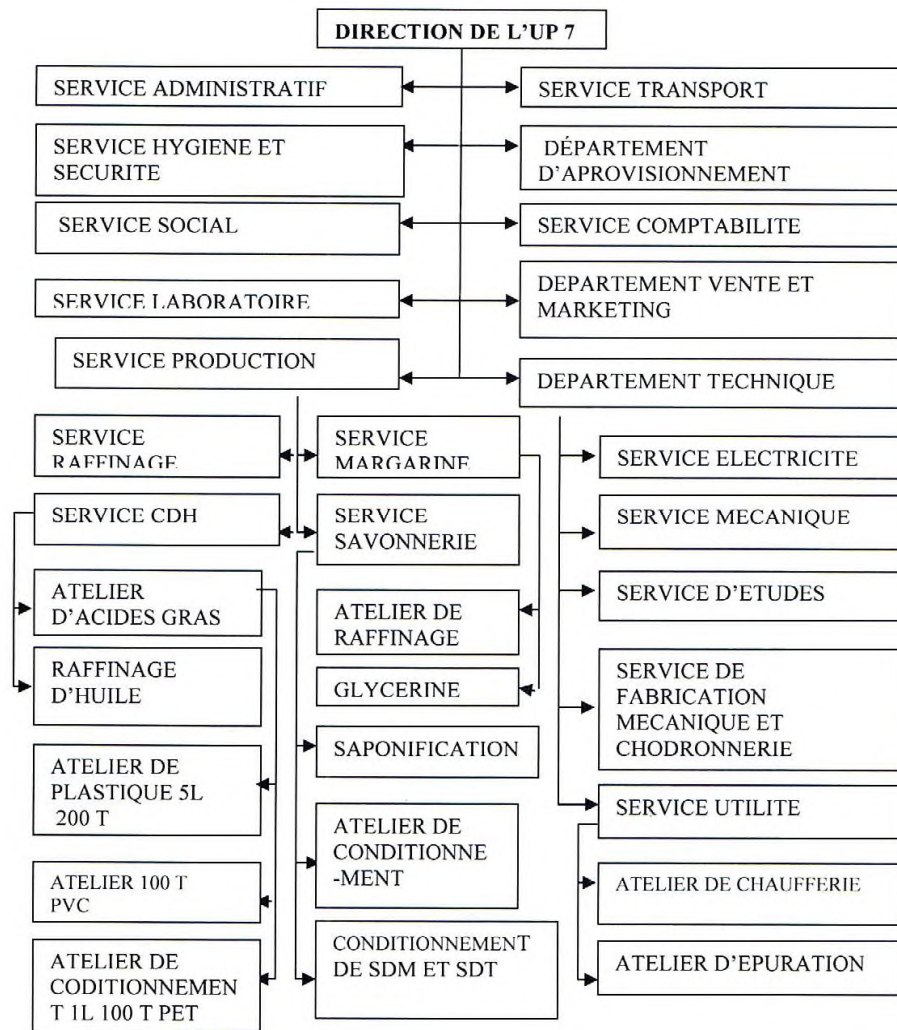


Figure I.1 : Organigramme des départements de production de CO.G.B La Belle.

3. L'unité margarinerie

La margarine est un produit alimentaire riche en graisses, utilisé comme substitut de beurre dans la cuisine ou l'industrie agroalimentaire. Elle peut être élaborée à partir d'une seule huile, huile de tournesol en général, ou d'un mélange d'huiles végétales et animales. La margarine peut inclure d'autres éléments tels que du sel, des colorants ou des vitamines [1].

L'atelier de production de margarine de l'usine CO.G.B La Belle est composé de quatre secteurs [1] :

- Neutralisation : «élimination des acides gras par des solutions alcalines (soude caustique).

- Décoloration : élimination des pigments et des colorants (ainsi que de diverses impuretés ou composées indésirables) par voie physique, avec un traitement par les terres ou charbons absorbants).
- Hydrogénation : réaction chimique correspondant à l'addition de l'hydrogène sur des composés organiques insaturés. Au niveau de la margarinerie de CO.G.B La Belle, le but est d'enlever le point de fusion des matières grasses.
- Désodorisation : élimination des produits odorants et volatiles par injection de vapeur d'eau dans l'huile chauffée (180°-240°), sous vide. Elle produit une huile à saveur neutre qui ne se transmet pas aux aliments, ce procédé élimine les restes de substances susceptibles de faire rancir l'huile, ce qui prolonge sa durée de conservation durant l'entreposage après son emballage.

La figure I.2 donne architecture générale de l'installation. On remarque que chaque secteur possède un nombre différent de station régulation AC 20. Cela est dû au nombre de paramètres qu'il faut régler et aux différentes étapes des processus.

L'automate de la famille premium 57 gère, à l'aide d'un commutateur sur la face avant de l'armoire en mode de marche (automatique et manuel) les différentes sections du transport entre les bacs de stockage et les secteurs (neutralisation, décoloration,...etc.).

L'existence des liaisons entre les différents composants de l'installation impose des normes de connexions et protocoles de communications.

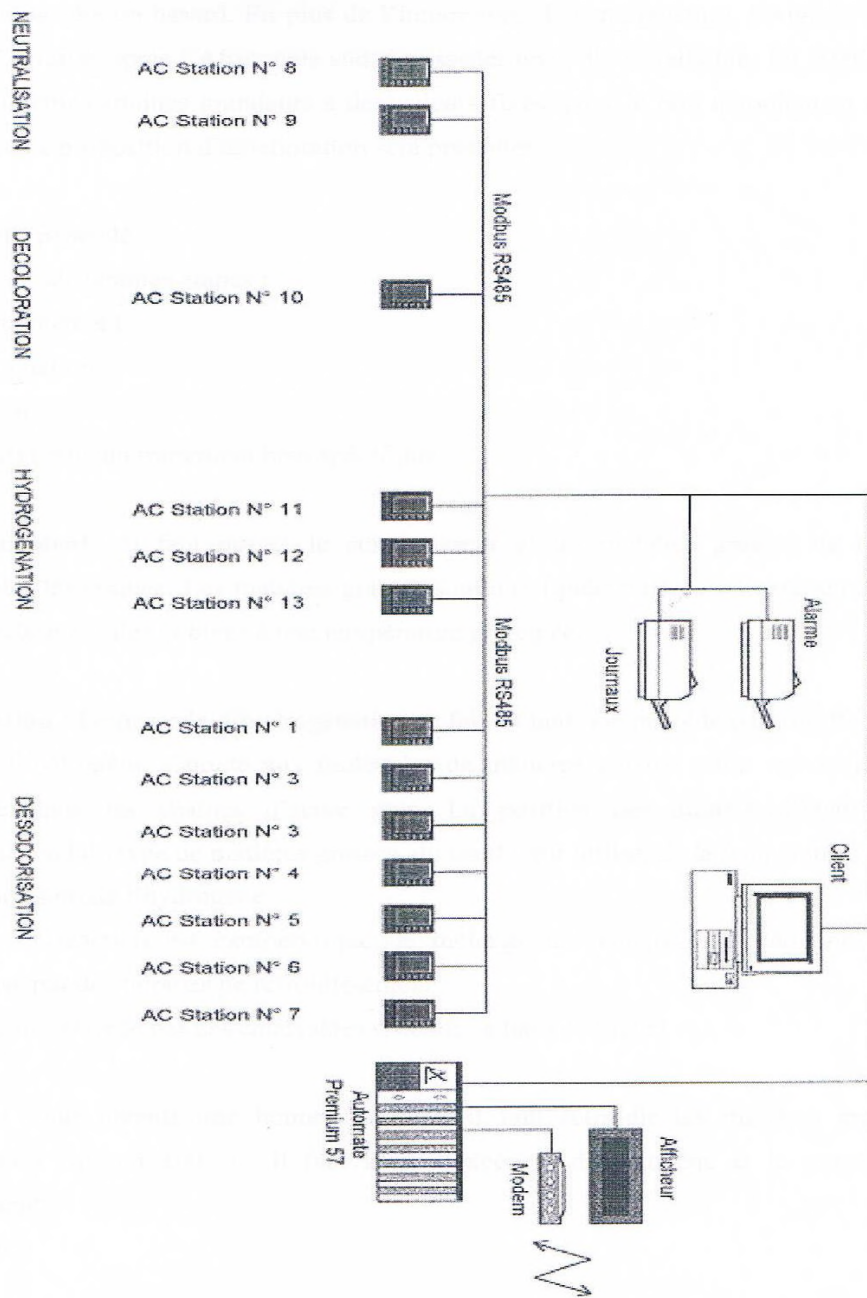


Figure I.2 : Architecture de l'installation

4. Hydrogénation

Notre choix d'étudier le régulateur multifonctions programmable dans la partie hydrogénation n'a pas été un hasard. En plus de l'importance de cette réaction, En effet il est nécessaire de maintenir certaines grandeurs à des valeurs fixes, pour le bon déroulement de la réaction. De plus, une proposition d'amélioration sera présentée.

5. Description du procédé

Ce procédé passe par différentes étapes :

- Conditionnement.
- Réaction.
- filtration.

Chacune d'elles nécessite un traitement bien spécifique.

5.1 Conditionnement

Il faut purger le convertisseur et les matières grasses de tout oxygène pour éviter les risques. Les matières grasses sont aussi préchauffer à l'extérieur et à l'intérieur du réacteur par des bobines à une température préréglée.

5.2 Réaction

Le procédé d'hydrogénation se fait en tant que procédé par lot. Pendant l'hydrogénation, l'hydrogène s'ajoute aux molécules de matières grasses selon une cohésion double ou triple dans les chaînes d'acide gras, la position des atomes d'hydrogène supplémentaires dépend du type de matières grasses, du catalyseur utilisé, de la température de réaction et la pression d'hydrogène.

Etant donné que la réaction est exothermique, le mélange de réaction est maintenu à la température requise par des bobines de refroidissement.

L'hydrogénation est catalysée par des catalysâtes spéciales à base de nickel.

5.3 Filtration

Pour obtenir une bonne filtration, il faut refroidir les matières grasses hydrogénées jusqu'à environ 100°C. Il faut aérer l'excédent d'hydrogène et le purger en introduisant de l'azote.

6. Description de l'installation

Dans l'installation d'hydrogénation, ils existent différentes boucles de régulations, qui contiennent différents éléments c'est-à-dire les capteurs, stations de régulation et actionneurs, qui veillent au bon déroulement des différents processus.

Pour bonne clarté du projet nous allons traiter l'ensemble des boucles de régulation. Mais une plus grande importance sera donnée au régulateur AC STATION.

Les éléments des ces boucles de régulation sont :

- Deux capteurs de température (le TE501 et TEC502).
- Deux capteurs de pression (PT501 et PT502).
- Trois capteurs de niveau (LAL501, LAH501 et LAH502).
- Trois stations de régulation AC20.
- Onze électrovannes (de V501 jusqu'à V512).
- Trois vannes de régulation (TV501, TV502 et PV501).
- Deux pompes (P502 et P503).

7. CONCLUSION

La production des huiles hydrogénées passe par plusieurs étapes successives et complémentaires (hydrogénation, décoloration,...etc.).

Pour cela, plusieurs régulateurs sont utilisés, dans une architecture plus au moins complexe.



Fonctionnement de la régulation

Chapitre II : Fonctionnement de la régulation

1. Introduction

Dans l'industrie, nombreux appareils ont pour fonction d'assurer une régulation. Les régulateurs sont des composants destinés à des applications spécifiques et leurs fonctions de régulation sont définies par des relations entre l'entrée et la sortie. Un régulateur industriel est un dispositif dont les paramètres de sa fonction de transfert sont réglables et adaptables au procédé à contrôler. Le régulateur industriel d'ASCON, plus connu sous le nom d'AC STATION, existe sous trois types AC10, AC20, AC30, chacun avec ses performances. Avant de présenter ses caractéristiques, nous allons rappeler quelques généralités sur les régulateurs analogiques et numériques.

2. Régulateur PID

L'objectif de la boucle PID est de contrôler la variable d'un processus industriel, le but est de produire des matières ou de l'énergie et de fournir un niveau maximum de sécurité. Pour atteindre cet objectif, chaque élément du processus doit travailler avec précision, que chaque variable doit être contrôlée afin de rester autant que possible proche de la consigne. La régulation PID est un des outils qui réalise cela.

Dans le régulateur étudié, la consigne est nommée SP (set point), la mesure est PV (process value), et le signal de commande est MV (manipulated variable).

L'objectif de la régulation est de mettre en œuvre les actions requises pour satisfaire l'équation : $PV-SP=0$.

Un régulateur standard doit, essentiellement, accomplir deux tâches :

- Formation de l'écart de réglage(ϵ).
- Introduction d'un comportement dynamique adéquat.

La figure II.1 illustre le schéma d'une boucle de régulation PID.

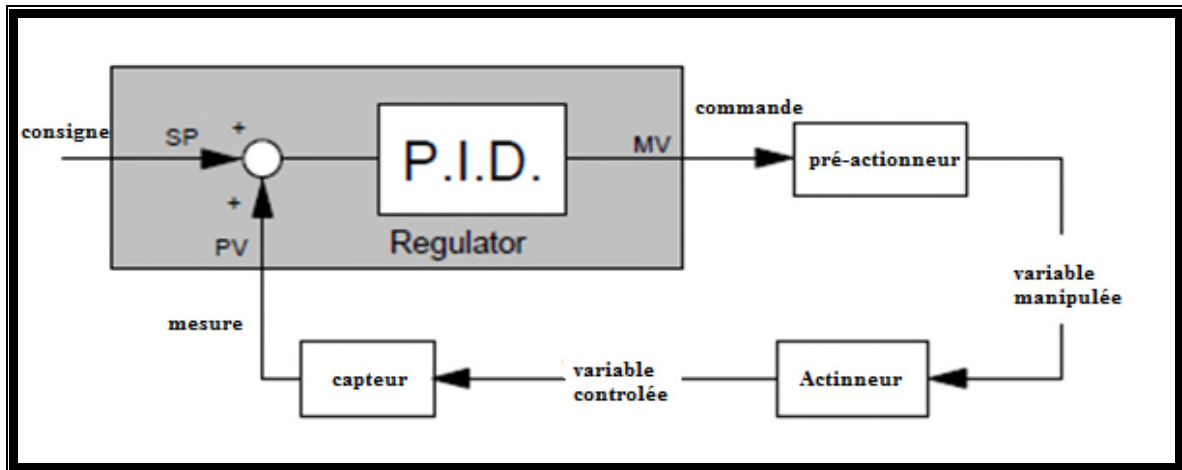


Figure II.1 : Boucle de régulation PID.

2.1 PID analogique

Le régulateur standard est une combinaison des actions proportionnelle, intégrale et dérivée qui sont définies comme suit [2]:

- La composante proportionnelle P est une multiplication :

$$U_p = k_p * e(t)$$

- La composante intégrale I se traduit par :

$$U_i = k_i * \int_0^t e(t) dt$$

- La composante dérivée D s'exprime par :

$$U_d = k_d * \frac{de(t)}{dt}$$

- Donc, le régulateur PID analogique, aura la fonction :

$$U(t) = k_p * e(t) + k_i * \int_0^t e(t) dt + K_d * \frac{de(t)}{dt}$$

La figure II.2 illustre le schéma bloc d'un PID parallèle.

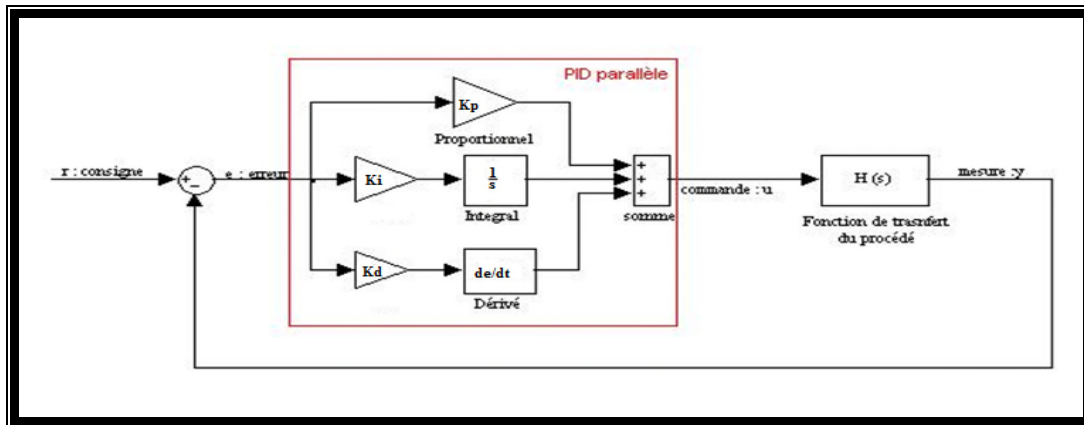


Figure II.2 : Bloc PID parallèle.

2.2 PID numérique

Le régulateur PID numérique, se distingue également par les comportements précédents. Cependant, l'intégrale est remplacée par une sommation, la dérivée par une différentiation.

Dans le cas particulier d'un régulateur PID, le signal de sortie à l'instant d'échantillonnage k est donné par la relation suivante [2]:

$$U(k) = k_p e(k) + k_i \sum_{i=0}^k e[i] + k_d(e(k) - e(k-1))$$

3. Algorithme PID

Le régulateur AC 20 étudié utilise l'algorithme PID parallèle avec dérivée sur la mesure. L'algorithme PID (avec le terme dérivé sur la mesure) est illustré dans la figure II.3.[3]

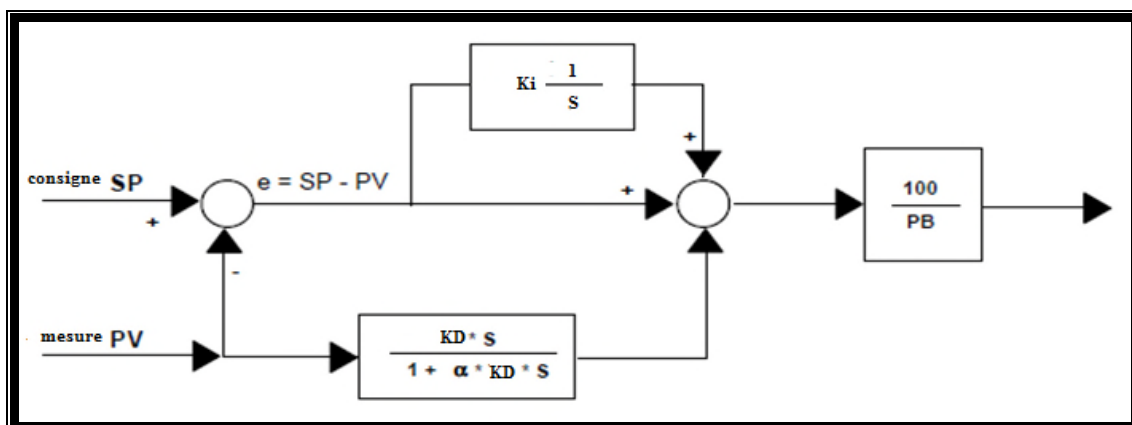


Figure II.3 : Algorithme PID.

Le terme dérivée comprend un filtre, afin de rejeter autant que possible le bruit ($a = 1/10$). En absence de ce filtre, ce terme étant calculé comme la dérivée de la variable de processus (mesure), et PB (bande proportionnelle) varie de 10 à 30 selon le rang de la consigne (SP) illustré dans le tableau II.1.

Tableau II.1 : Valeur de la bande proportionnelle.

Rang de la consigne	PB optimal
0-300	10
300-500	13,3
500-700	20

4. Réglage des paramètres PID

Cette méthode consiste à sélectionner des algorithmes PID, PI, ou P pour recalculer ces actions suivant la méthode connue appelée « FREQUENCE NATURELLE ». Elle peut intervenir durant un changement de point de consigne ou de perturbation. La méthode est basée sur l'analyse de la réponse du procédé, suite à une petite perturbation de celui-ci générée par le régulateur lui-même afin de pouvoir recalculer la fréquence naturelle. Les résultats obtenus sont une amélioration par rapport aux méthodes conventionnelles telles que ZIEGLER et NICHOLS. Cette méthode permet d'assister l'opérateur par l'affichage des valeurs et donc du comportement du procédé durant la phase d'autoréglage en lui indiquant au terme de la procédure tous les anciens et nouveaux paramètres recalculés. Après examen de ces données le régleur pourra choisir de valider les nouvelles valeurs de façon automatique ou bien de les entériner en mode manuel après approbation.

La méthode de réglage des paramètres des régulateurs est basée sur le concept illustré par la figure II.4 [3]

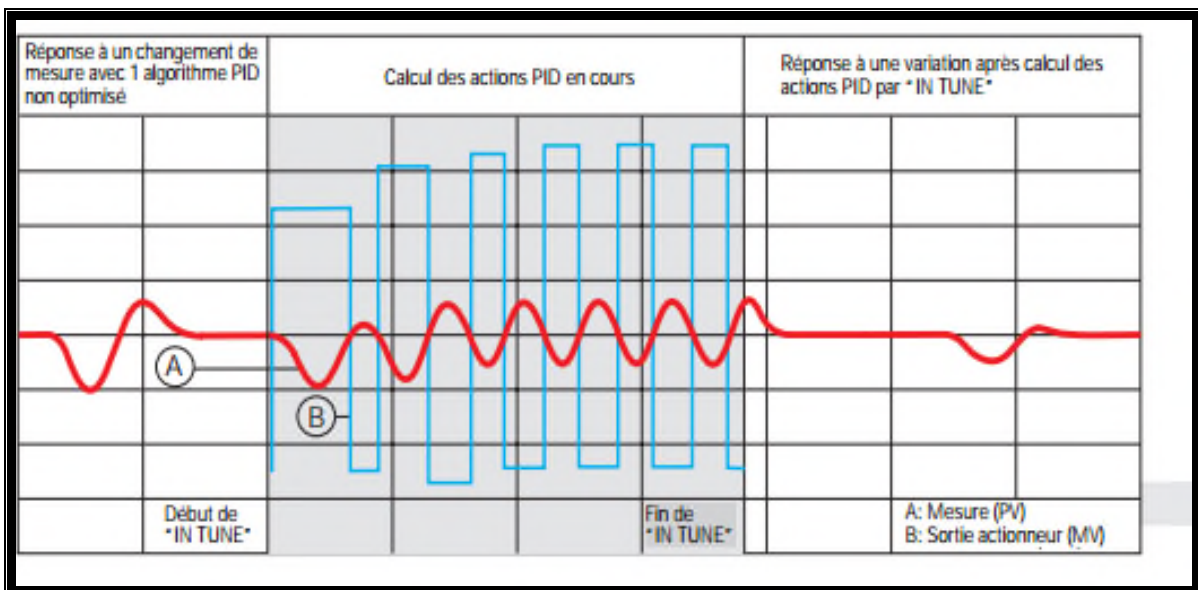
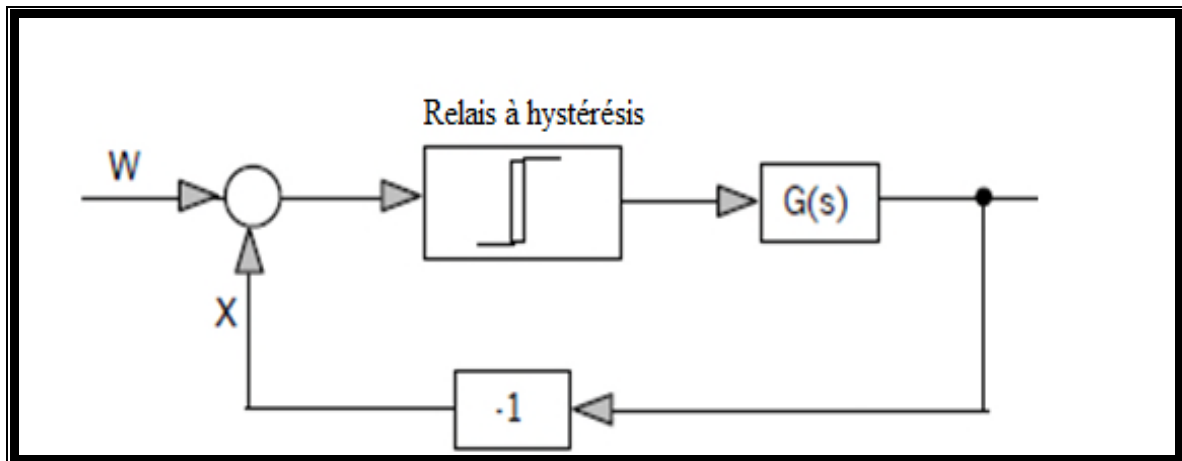


Figure II.4 : Réglage des paramètres PID.

Dans la configuration en boucle fermée, illustré ci-dessus, le relais à hystérésis, provoque des oscillations permanentes de la variable mesurée. Ces oscillations sont soigneusement examinées, en termes d'amplitude et de période, par l'algorithme de régulation qui, sur la base de cette analyse, détermine les valeurs optimales des termes du PID.

L'utilisation du régulateur est très simple, car il fonctionne avec tous les processus, soit dans des conditions stables ou lors de régimes transitoires. En outre, l'algorithme est automatiquement ajusté sur le type de régulateur (P, PI, PID) sélectionné. La première étape de la procédure de réglage est de vérifier et, si nécessaire, de changer le type de PID, en partant sur les étapes suivantes sur la figure II.5:

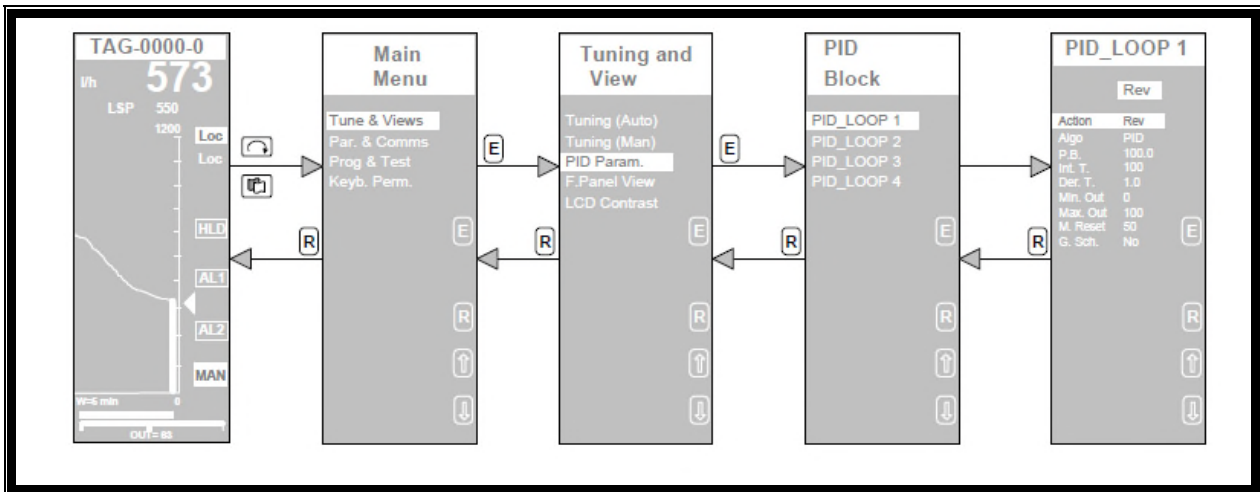


Figure II.5 : Réglage manuel des paramètres du PID.

Une fois cette étape de configuration terminée, la procédure de réglage est lancée et les étapes suivantes permettent de spécifier la boucle à régler. Pendant le processus de réglage, le message «réglage boucle PID » apparaît dans le champ d'étiquette, dans la partie supérieure du panneau de la boucle de réglage en vertu d'affichage. Il est possible d'interrompre la procédure de réglage, à tout moment avant l'achèvement, forçant la boucle sur Manuel ou revenir à l'affichage du menu principal. À la fin du traitement, les valeurs des termes calculés du PID sont automatiquement affectées aux paramètres de la boucle, et les valeurs seront affichées sur l'écran, demandant à l'utilisateur de confirmer ou d'annuler, avant de les écrire dans la boucle.

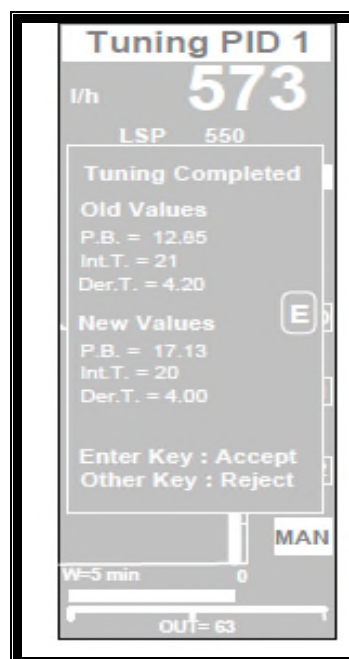


Figure II.6 : Affichage des valeurs des paramètres.

5. Gain auto adaptable

On entend par gain « auto adaptable » un système où les valeurs des paramètres du PID changent dynamiquement en fonction du signal. Le signal peut être la consigne, la variable contrôlée, la variable manipulée, ou tout autre signal affecté par le procédé.

Les blocs PID des régulateurs de la série AC, sont munis de trois paramètres analogiques k_p , k_i , et k_d , qui sont en rapport avec le gain, le temps d'intégration et le temps de dérivation du régulateur.[3]

6. Description de l'unité hardware

Les régulateurs AC10, AC20 et AC30, se composent de [3]:

- FACE AVANT :
 - ✓ Ecran graphique LCD avec réglage automatique et manuel de contraste.
 - ✓ Clavier, pour fonction de commande et pour configuration des paramètres.
 - ✓ Connecteur pour la programmation du contrôleur.
- CARTE ELECTRONIQUE :
 - ✓ carte CPU avec entrées analogiques et numériques.
 - ✓ Carte réseau avec l'interface série LAN (en option pour AC20 et AC30).
 - ✓ Carte d'alimentation.
 - ✓ Carte de sortie, avec des sorties numériques et analogiques.
 - ✓ Carte avec contrôleur intelligent d'affichage graphique.
 - ✓ LCD carte d'alimentation avec le circuit élévateur de tension de la lampe LCD.
- FACE ARRIERE :
 - ✓ Unité de raccordement avec bornes et connecteurs.
 - ✓ Couvre –bornes transparent avec indication des connexions.

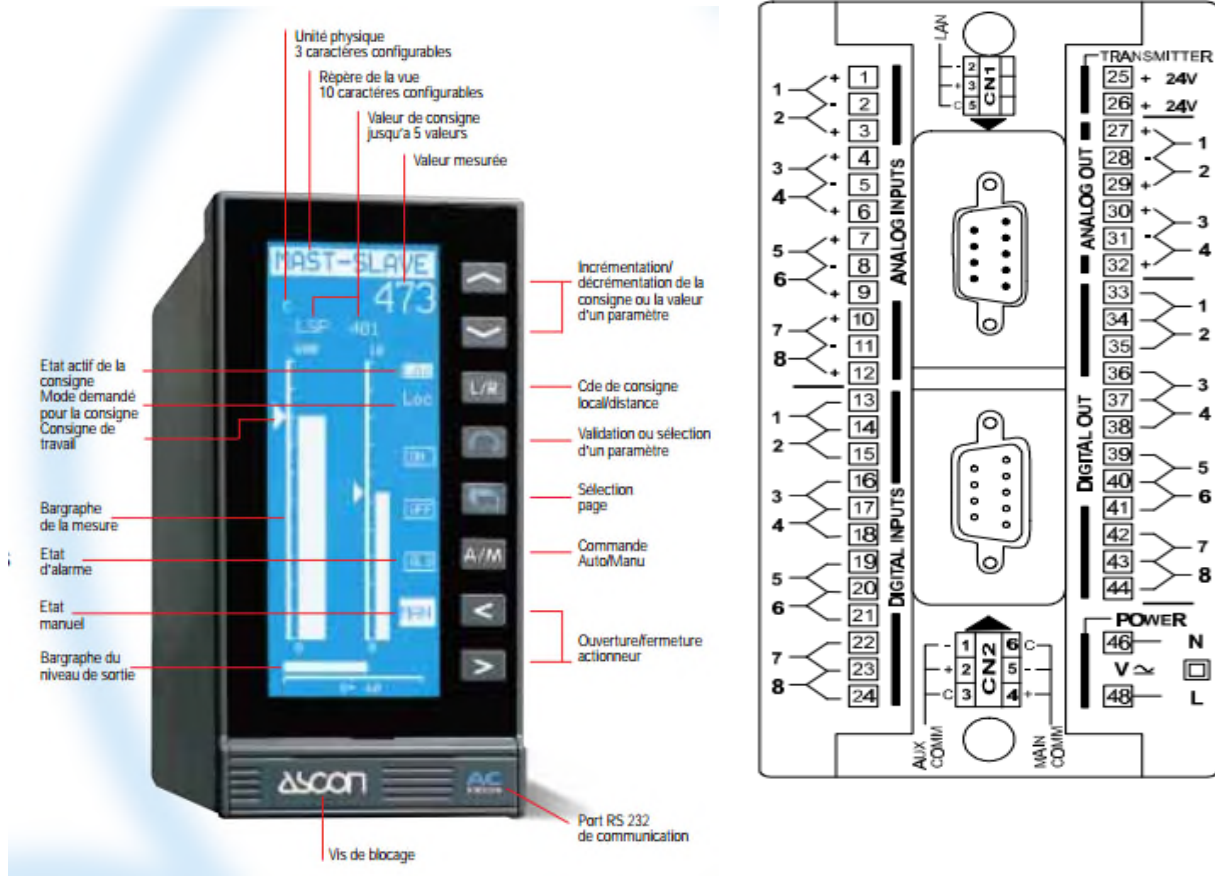


Figure II.7: Faces avant et arrière du régulateur AC20.

7. Caractéristiques techniques

Tableau II.2 : Caractéristiques techniques du régulateur.

Bornes	Nombre
Entrées analogiques (AI)	8
Sorties analogique (AO)	4
Entrées numériques (DI)	8
Sorties numériques (DO)	8
Ports série RS485	1
Ports série RS232	1
Ports LAN sur réseau ANCnet	1

8. Diagnostic et sécurité

L'AC 20 possède la capacité de calculer et signaler des dépassements significatifs de la variable contrôlée par rapport au profil imposé et, de reconnaître les interruptions brèves ou longues vis-à-vis du procédé. En fonction des anomalies rencontrées, il sera possible de mettre en œuvre plusieurs logiques de protection et de sécurité telle que [4]:

- Redémarrage à froid.
- Redémarrage à partir de l'état en cours au moment de la coupure.
- Attente d'une action opérateur.
- Remise à zéro du programme et du séquenceur.

9. Description de l'unité software

Le régulateur AC20 a en mémoire des configurations qui sont employées pour des applications, où la commande a besoin de quelques fonctionnalités additionnelles que le PID classique, comme la disponibilité des points de consigne multiples, à distance ou prédéfinis, sélectionnables par un signal numérique externe [5].

9.1 AC proGraph

Ce logiciel permet de créer des programmes contrôle/commande sous forme graphique, qui peuvent ensuite être exécutés par les régulateurs de la série AC. La figure suivante montre un exemple simple de régulation qui peut être créé en utilisant ce logiciel. Le réseau de régulation utilise un contrôleur PID et d'autres modules [5].

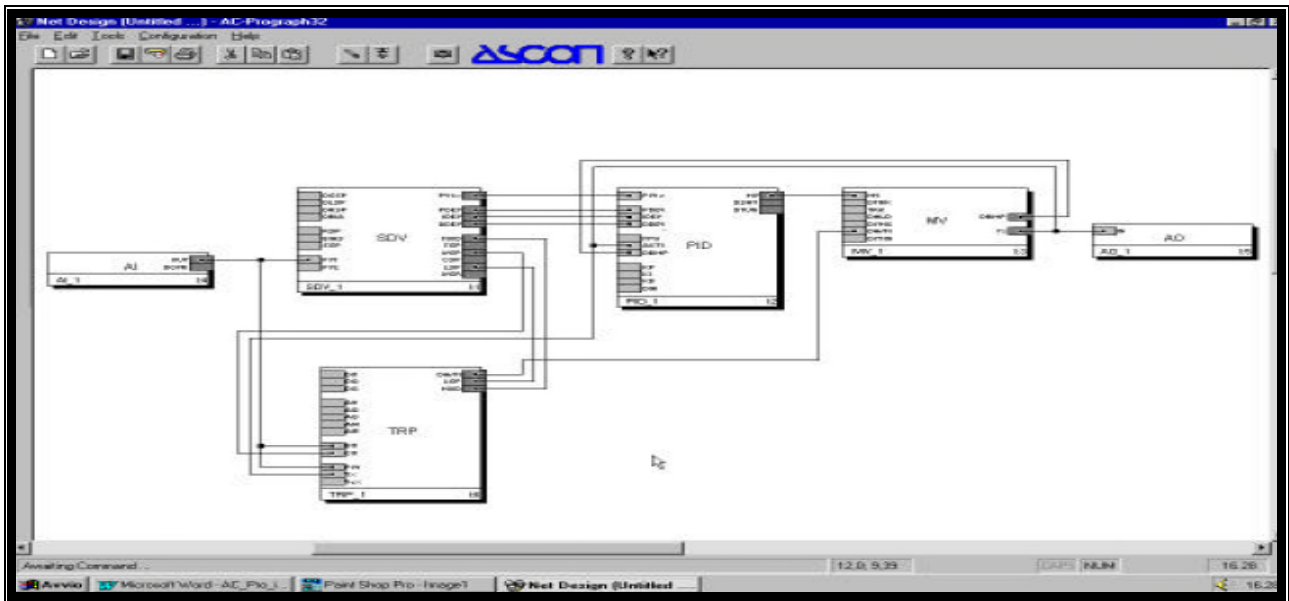


Figure II.8 : Exemple d'une boucle de régulation.

10. Bibliothèque de modules fonctionnels de l'AC20

10.1 Groupe Entrée / Sortie et Affichage

Le tableau II.3 Contient les différents modules qui peuvent être utilisés pour construire les schémas de régulation [5].

Tableau II.3: Groupe Entrée / Sortie et Affichage.

Description	Code	Indication sur l'appareil
Entrée analogique	AI	Analog input
Entrée logique	DI	Digital input
Sortie analogique	AO	Analog output
Affichage 1boucle	1BP	Bar panel
Affichage 2boucle	2BP	2 Bar panel
Affichage tendance	TRP	Trend panel
Affichage 4boucle	4BP	4 Bar panel
Sommaire alarme	ALP	Alarm bloc
Panneau de commande	LPS	Sel panel
Entrée fréquence	FI	Freq panel
Sortie logique	DO	Digital output

10.2 Groupe de fonctions pour le Contrôle et traitement

Les fonctions principales qui composent la station AC sont décrites dans le tableau II.4, Nous allons expliquer les plus utilisées dans les stratégies de régulation [5].

Tableau II. 4 : Groupe de fonctions pour le Contrôle et traitement.

Description	code	Indication sur l'appareil
Calcul de point de consigne et d'écart	SDV	Set Point et Dev
Régulateur PID	PID	PID Bloc
Changement d'échelle	SCH	Scale Bloc
Sortie	MV	Out Mgt
Filtre	FILT	Filt
Multiplexeur software	AMUX	Analog Mux
Mémoire analogique	HLD	
Sélecteur logique software	DMUX	Digital Select
Sélecteur logique hardware	DMX8	
Alarmes	ALM	Alarm Bloc
Démultiplexeur software	ASEL	Analog Demux
Démultiplexeur hardware	AS8	
Entrée/Sortie analogique calculateur	CAIO	
Entrée/Sortie logique calculateur	CDIO	
Chaud/Froid	HCMV	H&C Mgt
Multiplexeur hardware	AMX8	

10.3 Groupe de fonctions mathématiques et logiques

Les fonctions mathématiques de la station sont réunies dans le tableau II.5 [5]

Tableau II.5 : Groupe de fonctions mathématiques et logiques

Description	Code	Indication sur l'appareil
Expression	EXP	
Arithmétique	OPR	Math
Fonction	FN	Math funct
Constante simple	CNS	
ET	AND	
OU	OR	

OU exclusif	EOR	
NON	NOT	
Latch flip-flop JK	JKF	
Monostable	MST	Monostable
Constante de configuration analogique	MCNS	Config constant
Constante de configuration logique	MDCN	Digital constant

11. Description des différents blocs du régulateur

11.1 Bloc Entrées analogiques (Analog Input)

Ce bloc reçoit un signal de 4-20mA sur l'une des 8 entrées analogiques, et le transforme en unité physique. Quelques opérations mathématiques sur le signal sont possibles telle que la linéarisation des signaux provenant des thermocouples les plus usuels et thermo-résistances [5].

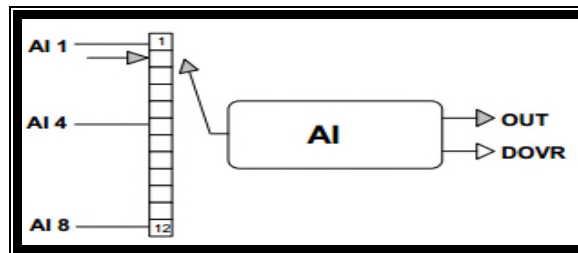


Figure II.9 : Bloc entrées analogiques

- OUT : sortie exprimée en unités physiques.
- DOVR : Active en cas de la coupure du transmetteur.

11.2 Bloc entrée numérique (Digital input)

Ce module détecte un signal logique sur le bornier d'entrée logique du régulateur. Si demandé, le signal de sortie OUT est retardé et inversé [5].

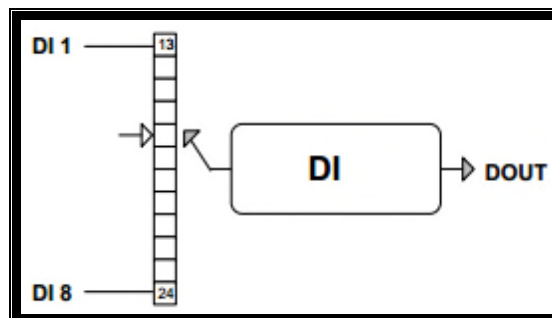


Figure II.10 : Bloc entrées numériques.

11.3 Bloc Sortie numérique (Digital output)

Ce module gère la variable numérique, IN, générée par la stratégie de régulation en sortie physique du régulateur, sur l'une des huit sorties numériques. Le signal d'entrée peut être inversé ou adapté à des caractéristiques électriques spécifiques [5].

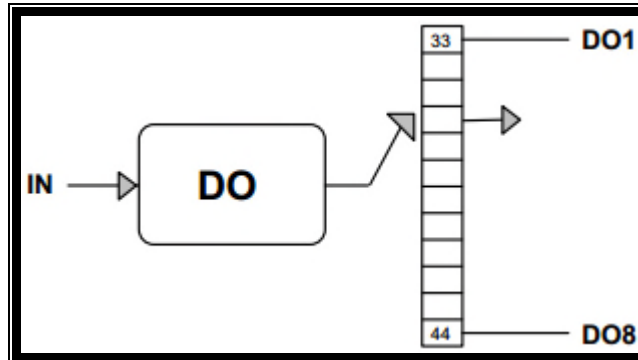


Figure II.11 : Bloc sorties numériques.

11.4 Calcul de consigne et d'écart (Setpoint and Deviation Calculation)

Ce module est utilisé pour la définition des critères d'affectation de la consigne opérante et l'élaboration de trois écarts nécessaires dans les calculs suivants. La mémoire du régulateur numérique possède trois cellules qui contiennent les trois consignes possibles : locale (régulateur), distance (programme) et calculateur (superviseur) [5].

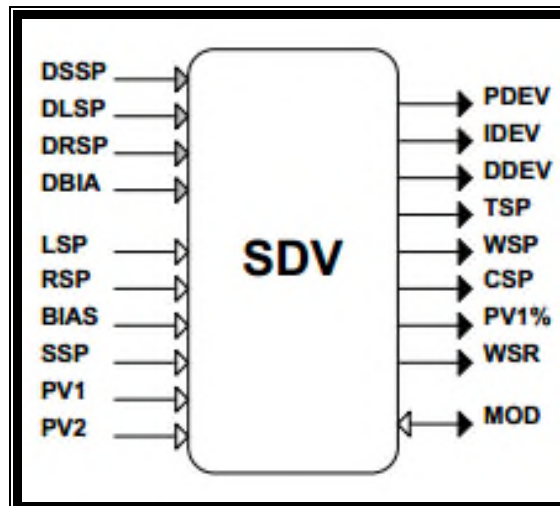


Figure II.12 : Bloc SDV.

Description des connexions :

- DSSP (digital Security set point) : Entrée numérique. Lorsqu'elle est activée, le point de consigne cible est forcé à la valeur de la consigne de sécurité.

- DLSP (Digital local set point) : Entrée numérique. Avec DRSP définit un code de deux bits, spécifiant la consigne à sélectionner. Lorsqu'elle est active, elle sélectionne la consigne locale ou le point de consigne de l'ordinateur.
- DRSP (Digital Remote Set Point) : signal logique. Quand il est actif, la consigne distance doit être utilisée.
- DBIA : signal logique. Quand il est actif, il force le module à ajouter la valeur de l'entrée BIAS à la consigne active.
- RSP (Remote Set Point) : valeur de la consigne distance.
- BIAS : Entrée numérique. Lorsqu'il est activé, l'entrée "BIAS" est ajoutée à la consigne locale et à distance, avant de calculer le point de consigne cible.
- SSP (Security Set Point) : Entrée analogique avec la valeur de la consigne de sécurité.
- PV1 (Process Value 1) : Variable contrôlée. Valeur analogique en unités physique.
- PV2 (Process Value 2) : variable de référence pour le calcul du régulateur de rapport. Signal analogique
- PDEV (Error value for the computation of the proportional term): valeur de l'écart de l'action proportionnelle.
- IDEV (Error value for the computation of the integral term): valeur de l'écart de l'action intégrale.
- DDEV (Error value for the computation of the derivative term): valeur de l'écart de l'action dérivée.
- CSP (Computer Set point): valeur de consigne du calculateur.
- WSP (Working Setpoint value): valeur de la consigne proportionnelle.
- WSR (Working Setpoint value, in case of a ratio loop): consigne pour le régulateur de rapport
- MOD : Mode opératoire de consigne.

11.5 Bloc PID

La fonction de ce bloc est de réaliser l'algorithme PID et de générer un signal de commande pour maintenir la variable à la valeur de consigne préétablie.

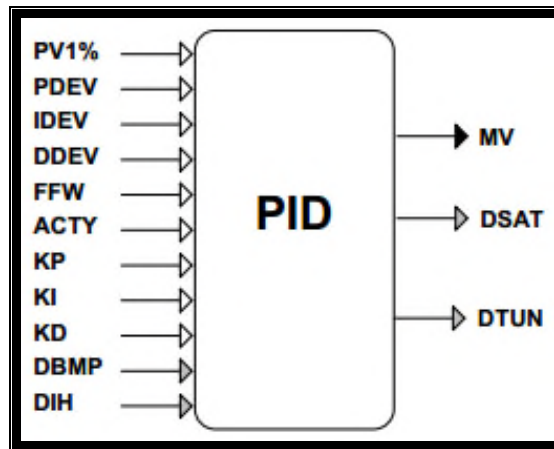


Figure II.13 : Bloc PID.

Description des connexions :

- PV1% : entrée de la variable de contrôle en %.
- PDEV (Proportional deviation) : valeur de l'écart de l'action proportionnelle.
- IDEV (Integral deviation) : valeur de l'écart de l'action intégrale.
- DDEV (Derived deviation): valeur de l'écart de l'action dérivé.
- FFW (Feed - Forward input signal) : signal analogique qui sera ajouté algébriquement à la sortie calculé par le PID.
- ACTY (Actual Output value) : valeur actuelle de la sortie du régulateur.
- KP : coefficient de correction de l'action proportionnelle.
- KI : coefficient de correction de l'action intégrale.
- KD : coefficient de correction de l'action dérivé.
- DBMP : entrée logique évitant les sans à coups.
- DIH : entrée logique du bloc d'action intégrale.
- MV (manipulated value): signal de commande.

- DSAT (Desaturation Output): signal logique indiquant la saturation du PID.
- DTUN (Digital tune) : signal logique indiquant que le mode auto adaptatif est en cours.

11.6 Bloc MV (organisation de la sortie)

Ce module calcule la sortie analogique MV du module PID de manière à obtenir une station auto/manu complète avec un signal « suiveur ». Suivant la valeur de plusieurs signaux d'entrée logique, l'état de la station peut être différent. Les signaux en question sont, par ordre de priorité :

1. Auto/ manuel : DA/M
2. Hold (maintien):DHLD
3. Forçage Ymax:DYmax
4. Forçage Ymin :DYmin
5. Tracking (suiveur) : DTRK

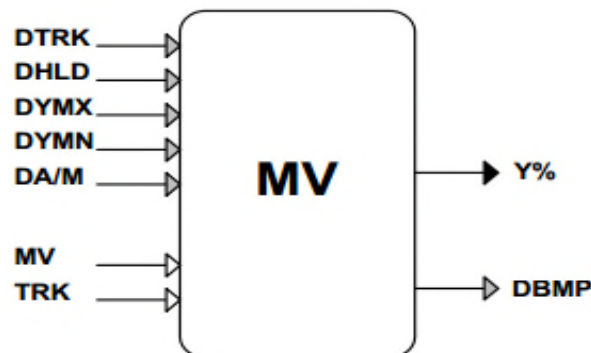


Figure II.14 : Bloc MV.

Description des connexions :

- MV (manipulated value) : entrée signal provenant de la sortie du bloc PID en valeur %
- DTRK (Digital Track) : entrée logique qui lorsqu'elle est active, force la sortie Y% à la valeur du signal d'entrée TRK
- TRK (Track) : valeur du signal suiveur, la sortie Y% est forcée à la valeur de ce signal quand le signal d'entrée DTRK est actif.
- DHLD (Hold input) : signal logique d'ordre de maintien, qui lorsqu'il est actif, gèle la sortie :

- ✓ Si DHLD et DYMN sont actifs, la sortie Y% est forcée à la valeur minimum.
- ✓ Si DHLD et DYMx sont actifs, la sortie Y% est forcée à la valeur maximum.
- D A/M : signal logique qui indique l'état de la boucle de régulation :
 - ✓ Signal actif = station en mode manuel
 - ✓ Signal inactif= station en mode automatique
- DBMP : signal logique équivalent à un « OU » sur les signaux DTRK, DHLD, DCAM et DA/M.
- Y% : sortie en valeur %

11.7 Bloc FILTRE (Filt)

Le module est équivalent à un filtre RC (avec une constante de temps programmable) appliqué à l'entrée de la variable analogique.

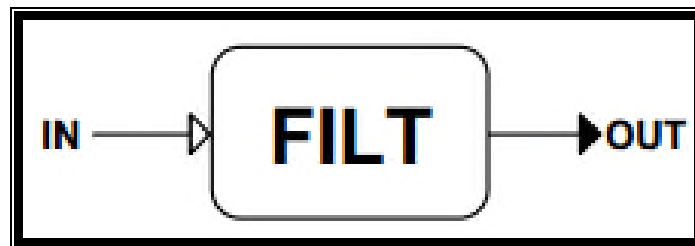


Figure II.15 : Bloc filtre.

12. Programmation du régulateur

Le régulateur (station AC20) dispose de deux approches de programmation.

Premièrement par un simple bouton situé en face avant permet de sélectionner les dix stratégies de contrôle/commande stockées dans la bibliothèque. Différents Bargraphes, courbes, alarmes et menus sont disponibles sur un écran fiable, à grande visibilité et à haute résolution de type LCD.

Deuxièmement une programmation, facile et rapide de toutes les stratégies, au moyen de blocs de fonctions, est mise en œuvre grâce à l'outil graphique AC Prograph.

Implanté dans un PC standard, permet de construire les plus performantes stratégies adaptées à tous les types de procédés. Les programmes peuvent être sauvegardés par l'utilisateur.

La stratégie de régulation consiste à utiliser des boucles simples ou complexes, selon le processus à contrôler et le nombre d'entrées/ sorties souhaiter [5].

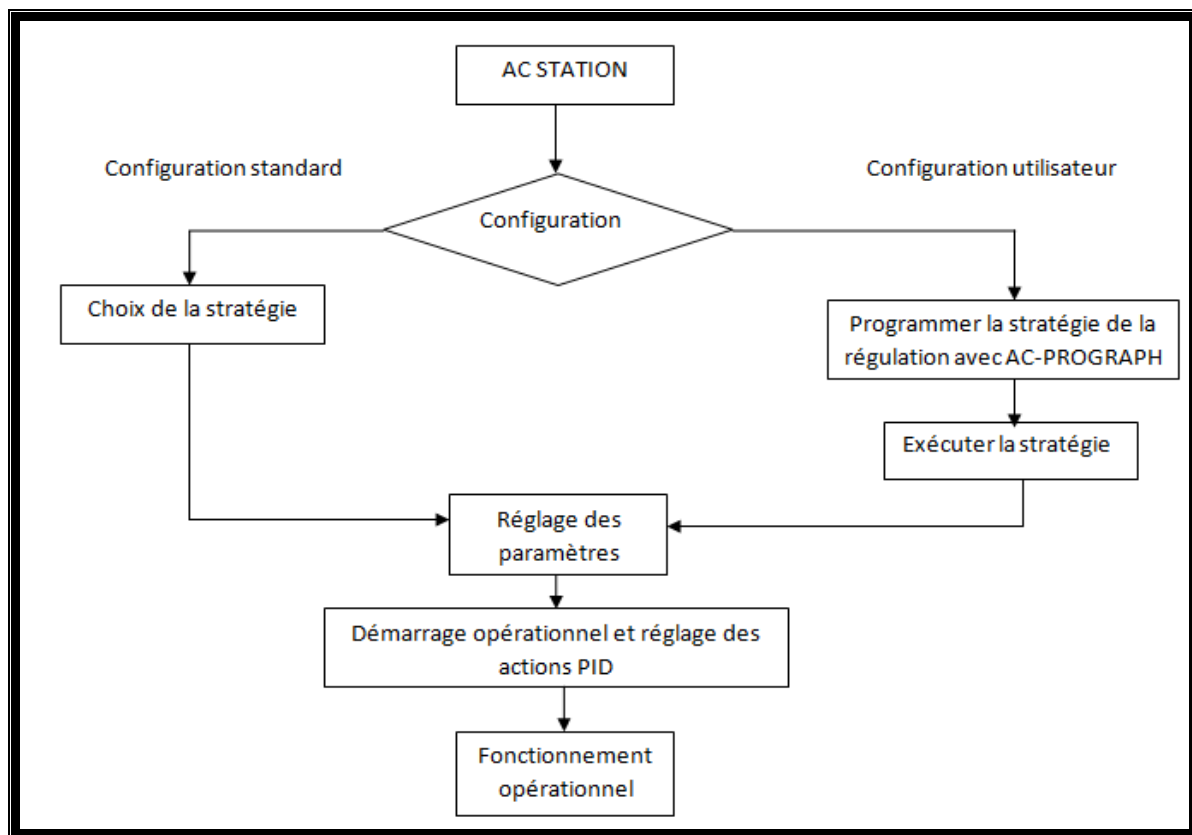


Figure II.16 : Stratégie de régulation.

13. Les boucles de régulation

L'ingénieur de projet fixe le choix des blocs de fonctions utilisés dans les programmes préexistants ou redéfinit un de ceux-ci. Il peut également construire son propre schéma d'application et de fonctionnement, c'est-à-dire les boucles de régulation [5].

13.1 Une boucle A

Boucle simple avec consigne distance et retransmission.

Elle assure le contrôle de la variable reliée à l'entrée analogique AI1. Le module AI effectue la conversion A / D, la mise à l'échelle et la conversion en unité physique de la variable commandée et détecte la rupture de portée du signal, vraisemblablement causée par une défaillance du capteur. La valeur de la sortie du module AI, PV1 est introduite dans les trois modules qui mettent en œuvre la base de la boucle PID. La sortie du PID est reliée aux blocs de jonction de l'instrument par le biais d'AO1 du module de sortie.

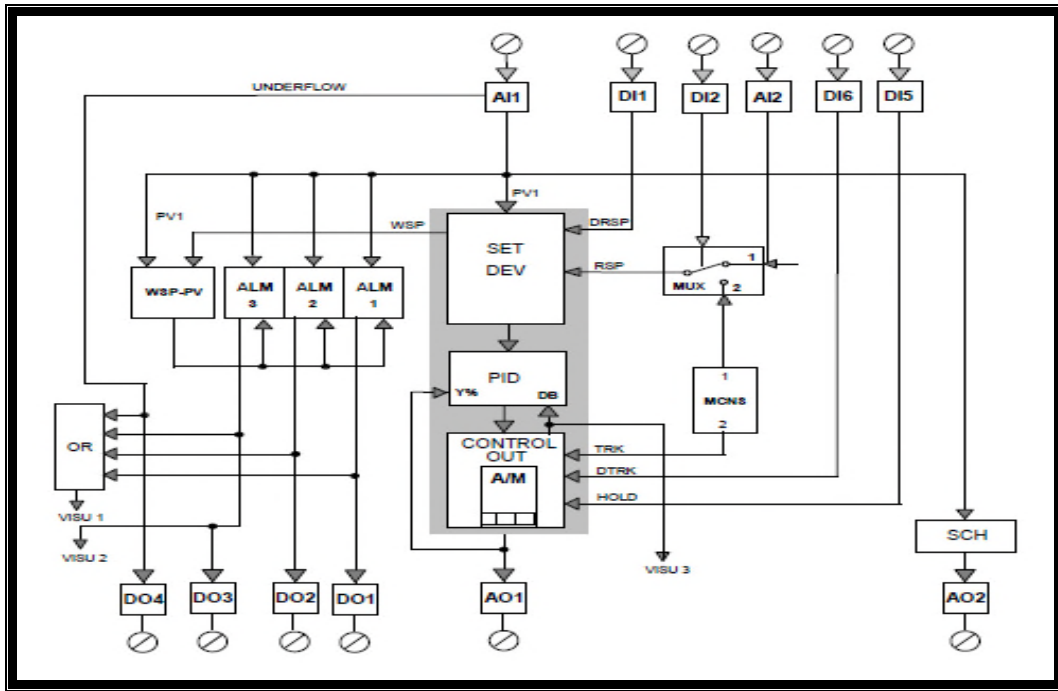


Figure II.17 : Une Boucle A.

13.2 Une boucle B

Cette boucle est fortement employée dans les processus discontinus comme la gestion des matériaux solides et liquides.

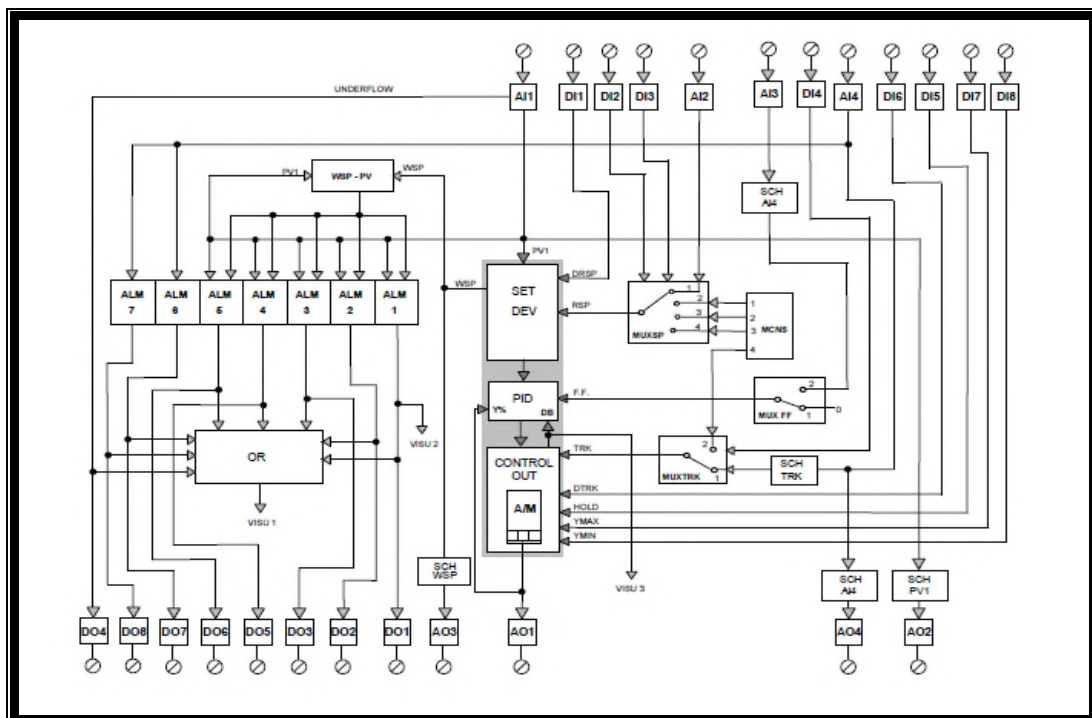


Figure II.18 : Une Boucle B.

La variable PV est acquise par le module de AI1, ce dernier la transmet au module de DEV SET qui calcule l'écart pour les deux PID, contrôlant à la fois le canal de chaleur, avec une action inverse, et le canal du froid, avec une action directe.

Les sorties des deux PID sont connectés à la station de sortie, à travers deux modules multiplexeurs MUX, nécessaires pour l'auto adaptabilité. Ces deux multiplexeurs interfèrent avec la sortie de commande uniquement lorsque l'opération de réglage a été démarrée sur l'un des modules PID.

- **Applications :** L'application typique de cette configuration est dans le domaine de contrôle de la température, où à la fois la chaleur et le froid sont nécessaires, pour maintenir la température à la valeur de la consigne.

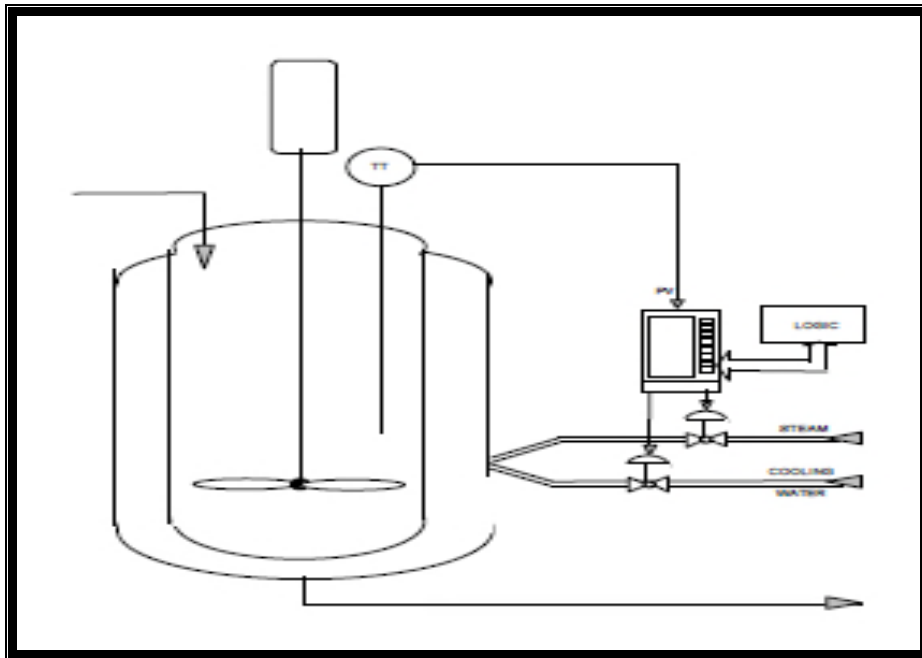


Figure II.21 : Applications de la boucle C.

13.4 Boucle Ratio

Avec cette boucle, on peut résoudre toutes les situations où il est nécessaire de maintenir une relation constante entre les deux variables tel que, le mélange de deux fluides, l'ajout d'additifs, la combustion...etc.

La seconde boucle prévue par la configuration peut être utilisée indépendamment.

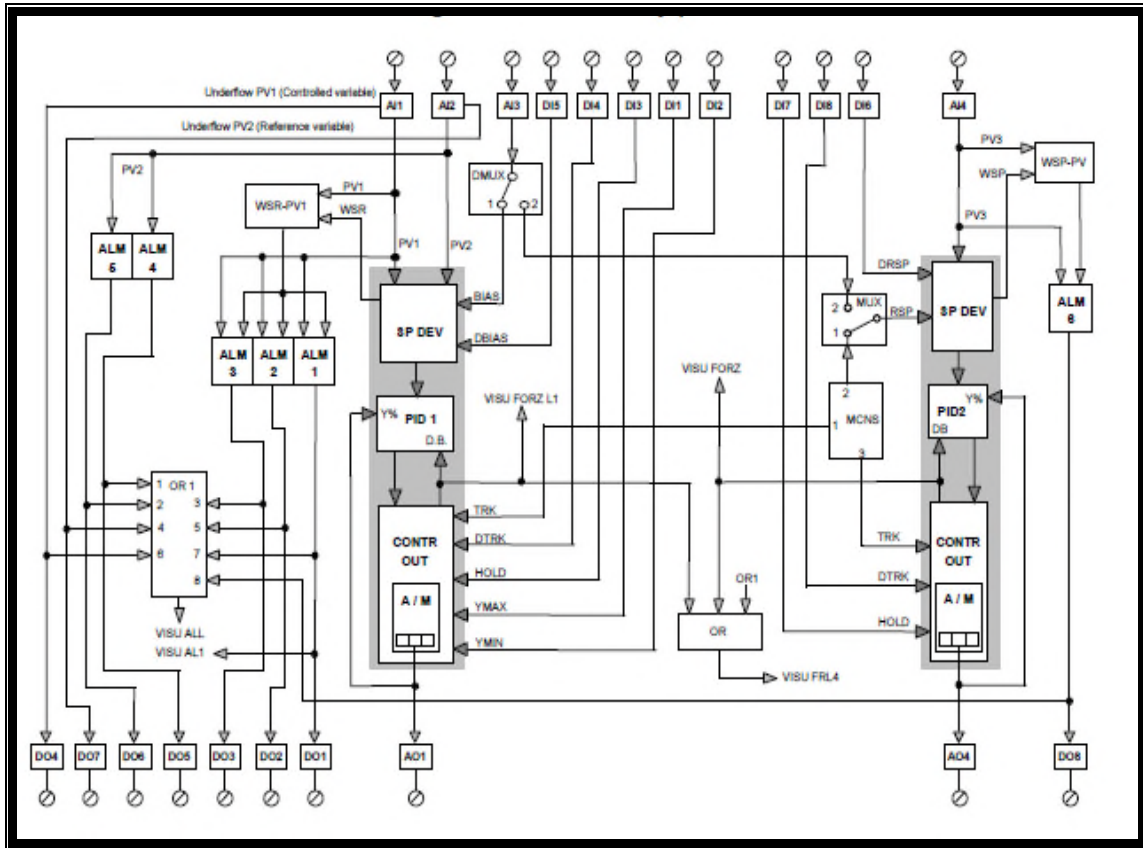


Figure II.22 : Boucle RATIO.

- **Applications :** Une application de cette boucle de rapport est dans le dosage d'un additif à un fluide à débit variable. Dans cette application, la boucle 2 peut être utilisée pour le contrôle du niveau de la cuve où le fluide pénètre.

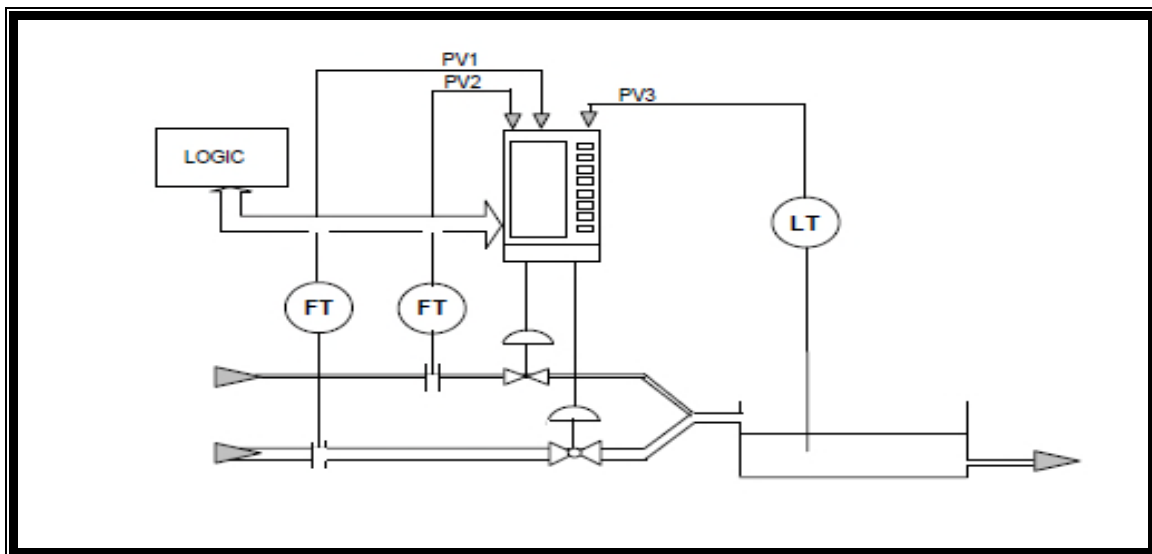


Figure II.23 : Applications de la boucle RATIO.

13.5 Boucle cascade

Dans nombreux cas, avec un régulateur simple boucle, les bons résultats ne sont pas atteints car les conditions de la variable manipulée sont soumises à des variations.

Cette configuration est constituée de deux boucles reliées entre elles en configuration cascade. La première boucle est appelé maître, tandis que la deuxième boucle est appelée esclave. La sortie de commande du maître devient la consigne de l'esclave, entrant comme une. Consigne externe. La boucle esclave est en mode de consigne à distance, au cours des conditions de travail normales, il est mis en mode local pendant la phase transitoire, comme au démarrage, manœuvre de l'opérateur, ...etc.

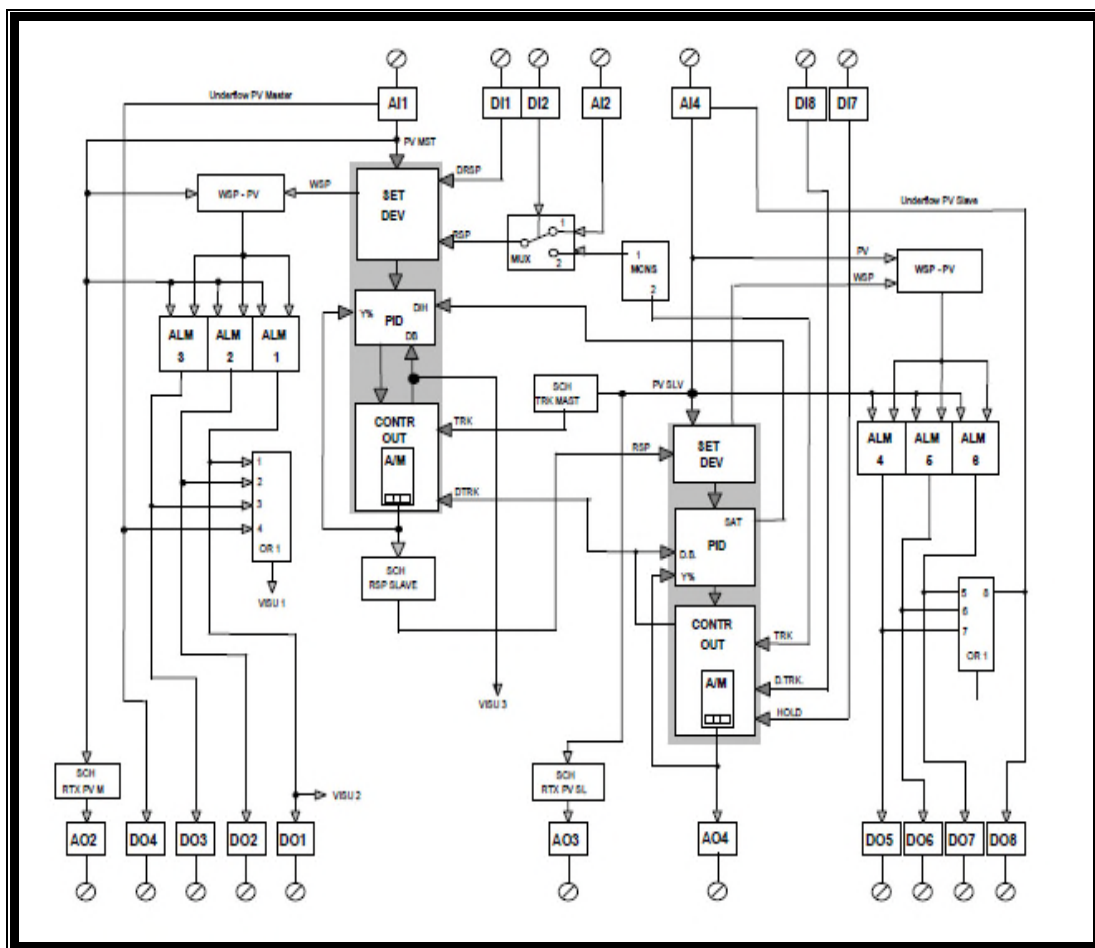


Figure II.24 : Boucle cascade.

- **Applications :** un exemple simple est illustré sur la figure II.25.

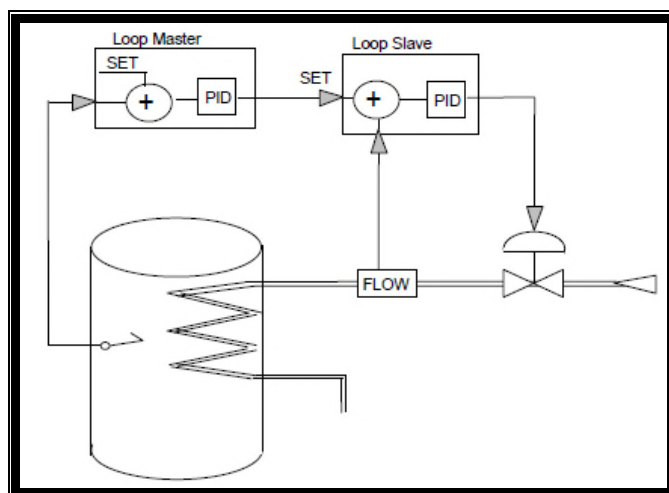


Figure II.25 : Applications de la boucle cascade.

L'objectif est de contrôler la température du réservoir, en contrôlant la vitesse d'écoulement à chaud du fluide de l'échangeur de chaleur. Ceci peut être réalisé, en utilisant une seule boucle, en mesurant la température du réservoir et commandant la vanne de régulation du débit de fluide d'écoulement chaud. Telle solution, dans la plupart des cas, est peu satisfaisante, car elle génère en continu l'instabilité de la variable commandée. Cela est dû au fait que, lorsque la pression du fluide augmente, le débit augmente, mais cela prend beaucoup de temps pour augmenter la température, de manière à avoir une réponse à la sortie de commande pour la vanne. L'effet est une grande accumulation de chaleur dans la cuve, qui crée l'instabilité.

Le contrôle Cascade fournit une solution parfaite, car la boucle de température, avec son inertie lente est commandée par une boucle distincte, dont la sortie définit le débit cible du fluide. Ce débit cible est la consigne de la boucle esclave commandant le débit d'écoulement, ayant comme grandeur de mesure le débit instantané, est capable de compenser immédiatement les changements de pression du fluide.

13.6 Boucle override

La commande override est la bonne solution pour le contrôle des processus, où plus d'une variable doivent être contrôlées en même temps. Par exemple, le procédé consiste d'une variable principale, qui doit être maintenue à la consigne et une limite, qui ne doit pas dépasser un seuil prédéfini, pendant le fonctionnement normal, démarrage ou lorsque change brusquement se produit.

Cette configuration contrôle deux variables dans override. elle est basé sur 2 boucles PID, chacune commande une variable de processus, mais seulement une sortie pour l'actionneur. La sortie de l'actionneur est calculée comme le minimum ou le maximale de la sortie de commande de deux boucles.

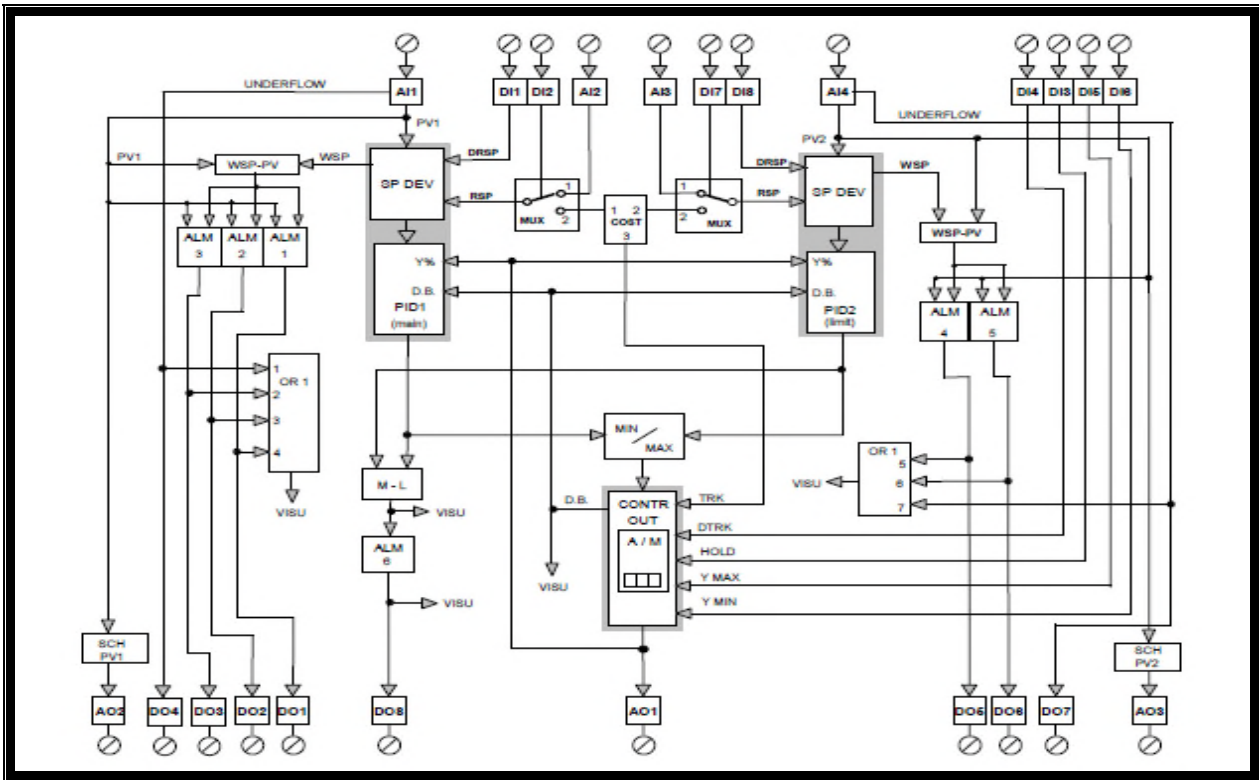


Figure II.26 : Boucle override.

- **Applications** : quelques exemples ou la boucle override est nécessaire :
 - ✓ Contrôle du débit d'un fluide, avec la limite maximum de la pression.
 - ✓ Contrôle de la pression, avec la limite maximum du débit.
 - ✓ Contrôle de la température d'un produit, avec limite de la température maximum.

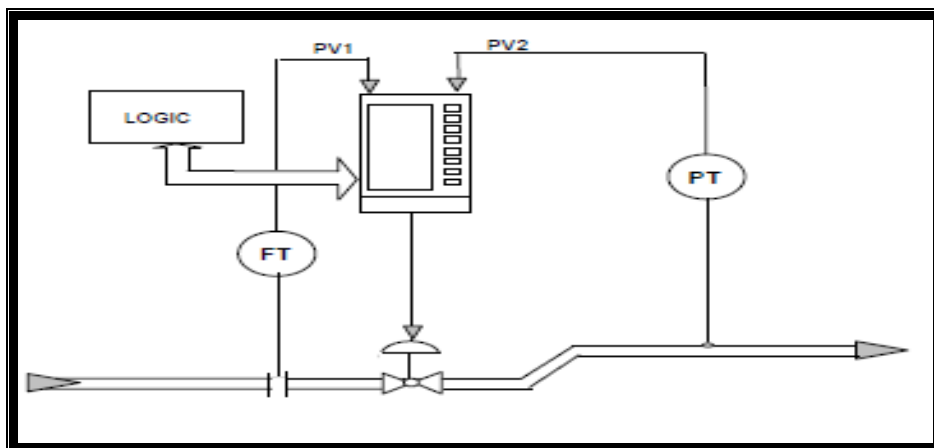


Figure II.27 : Applications de la boucle override.

13.7 Quatre boucles (quatre boucles simples indépendantes)

Cette configuration est utilisée pour des simples applications, ou des PID standards sont requis pour le contrôle de quatre variables indépendantes.

Un exemple typique d'un procédé dans lequel cette configuration est utilisée, est la commande de la combustion d'un fourneau de réchauffage, où les 4 boucles contrôlent:

- La pression atmosphérique.
- La température de l'air.
- La pression du fourneau.
- La température de fumées au récupérateur.

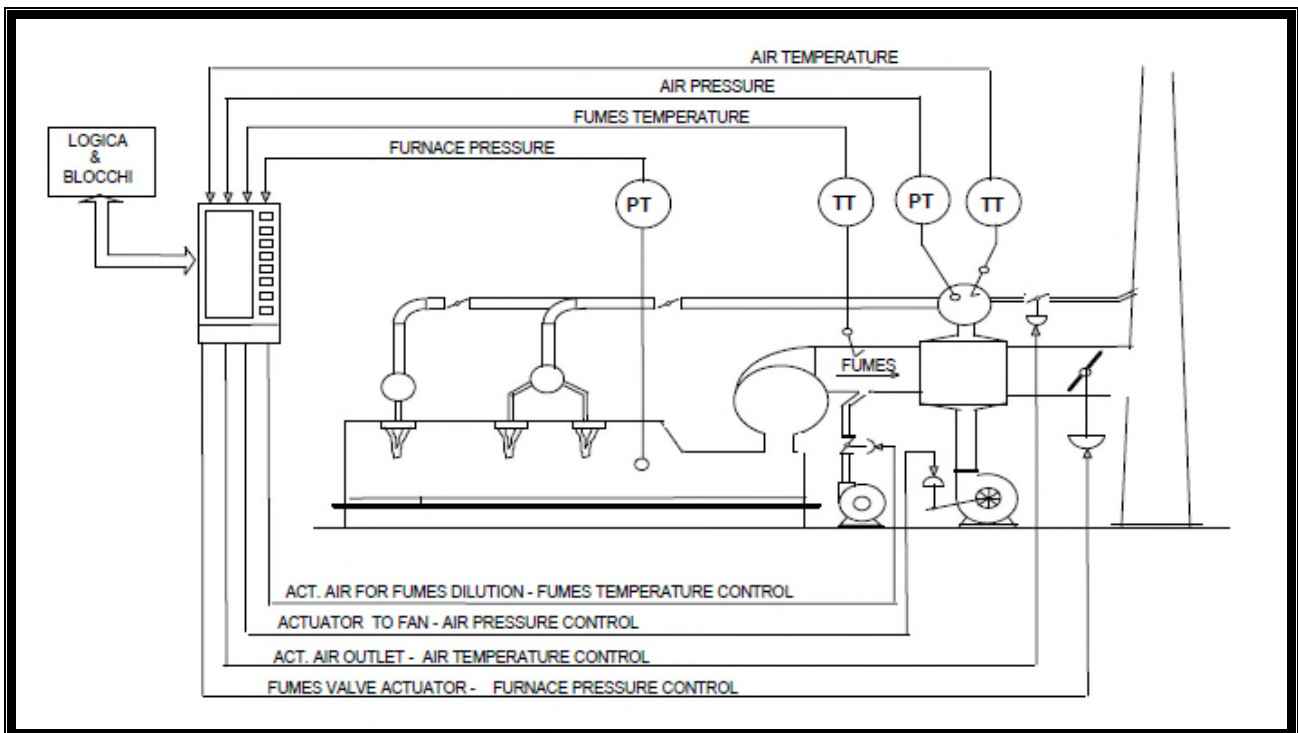


Figure II.28 : Application de quatre boucles.

14. Connexion avec le régulateur

La connexion entre un PC et un régulateur doit se faire en utilisant un câble spécial fourni. Il sera connecté sur le port COM1 ou COM2 du PC et du port série de configuration en face avant du régulateur [5].

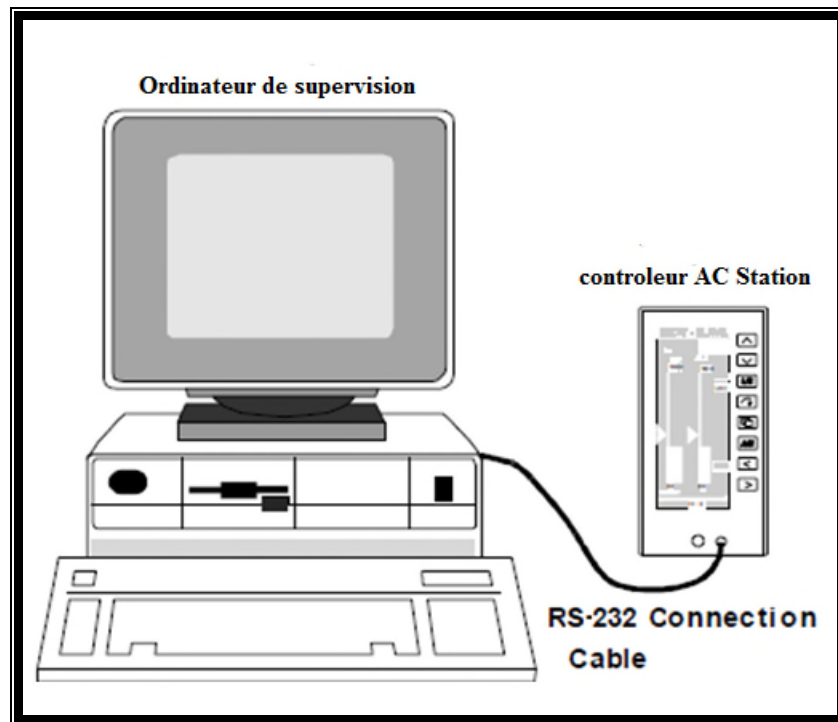


Figure II.29 : Connexion avec le régulateur.

15.Communication

Le but de cette partie est de donner une description des fonctionnalités et des caractéristiques des équipements de communication supportés par le régulateur AC20. Le régulateur, dans son expansion maximum est équipé des lignes de communications suivantes [5]:

15.1 Ligne de communication pour la programmation du régulateur

C'est une ligne RS232 standard, qui permet la connexion entre un ordinateur et la borne de programmation. Elle est employée pour télécharger des configurations et engager les paramètres dans la mémoire du régulateur.

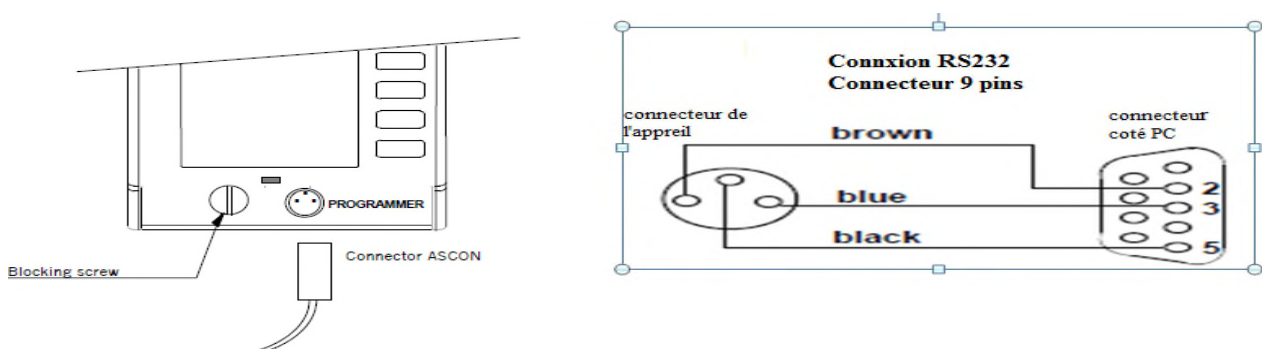


Figure II.30 : Connexions de programmation.

15.2 Ligne de communication avec le système de surveillance

La première ligne RS485 est consacrée à la communication avec un système de surveillance (MAIN COMM), en utilisant le protocole modbus.

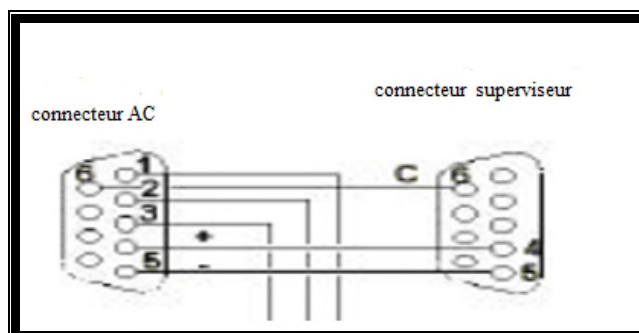


Figure II.31 : Connexions de communication

15.3 Ligne de communication à l'unité d'extension, via RS485 au port AUX COMM

La figure II.33 montre le régulateur avec le nombre maximum d'unités d'extension qui lui sont connectées. S'il y a une unité d'extension model AACEU/88/4, elle doit être assignée à l'adresse 0, quant aux autres à l'adresse 1 et 2, s'il y a seulement une seule unité d'extension, elle doit toujours être assignée à l'adresse 0. Par ailleurs, la dernière unité de la liaison série doit avoir une résistance de 120Ω 1 / 4W.

L'AC20 permet la connexion d'unités d'extension afin d'augmenter le nombre des entrées/sorties analogiques ou logiques. Chaque module comprend: 4 sorties analogiques 32 entrées/sorties logiques. Un module de sécurité est également disponible pour garantir les conditions de sauvegarde en cas de défaillance du régulateur.

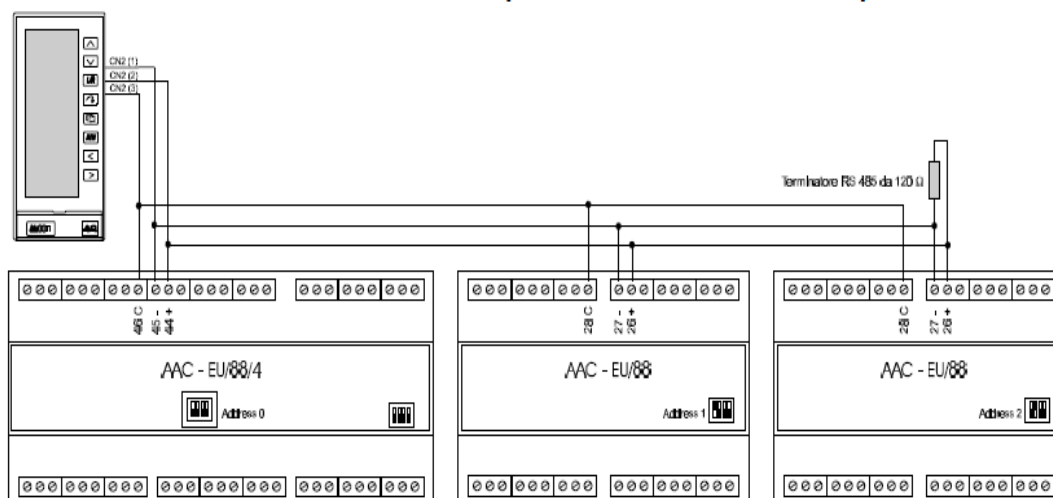


Figure II.32 : Ligne d'extension du régulateur.

15.4 Ligne de communication horizontale par liaison ARCNET network

Cette ligne de communication permet d'utiliser toutes les ressources du régulateur au travers d'un ensemble matériel et logiciel, et de réaliser un petit système de contrôle. En complément, la haute vitesse de communication peut assurer une liaison en temps réel avec des automates ou d'autres systèmes.

A partir de ce port, les bases de données des instruments seront totalement accessibles permettant d'assurer la centralisation, le contrôle commande et la supervision.

16. Réseaux ARCNET

Le réseau ARCNET est un réseau à vitesse élevée (2,5 Mb/s), qui n'exige aucun matériel additionnel pour les petits réseaux locaux.

Un maximum de 8 contrôleurs peuvent être gérés en réseau, en reliant par un câble approprié les bornes de chaque régulateur dans une « guirlande » ou dans une configuration « d'autobus épine dorsale ». Si plus de 10 contrôleurs doivent être mis en réseau, l'architecture suivante doit être appliquée:

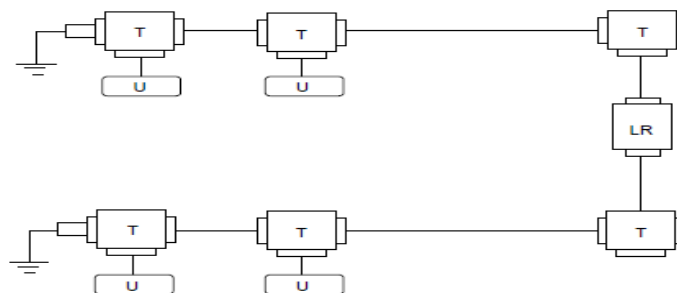


Figure II.33 : Architecture ARCNET avec répéteurs.

- T : Emetteur récepteur, pour l'intercommunication au réseau.
- U : Dispositif à relier au réseau.
- LR : Répéteur local.

17. Conclusion

Le régulateur multifonctions programmable (AC20), utilise des méthodes performantes pour l'adaptation de ses paramètres aux différentes variations du procédé (gain auto adaptable, réglage de paramètres).

Grace à ses blocs fonctionnels, ses stratégies de régulation, et son langage de programmation, il offre à l'utilisateur le libre choix de la boucle de régulation.

De plus, l'utilisation d'un réseau (ARCNET), permet de connecter les différents régulateurs.



Instrumentation industrielle

Chapitre III : Instrumentation industrielle.

1. Introduction

Lorsqu'on souhaite traduire une grandeur physique en une autre grandeur, on fait appel au capteur. Son rôle est de donner une image interprétable d'un phénomène physique de manière à pouvoir l'intégrer dans un processus plus vaste.

Les capteurs sont donc des organes sensibles, transformant la grandeur à mesurer en un signal électrique, pneumatique, hydraulique ou numérique, normalisé, représentatif de l'information originelle.

Cette transformation nécessite généralement un apport d'énergie extérieure au système.

En règle générale, l'élément sensible du capteur est lié à un traducteur ou transducteur permettant la transformation du déplacement ou de la déformation de cet élément sensible en un signal ou une indication de mesure.

Les différentes grandeurs qu'il faut mesurer dans la partie hydrogénation des huiles sont la température, la pression et le niveau de liquide. Pour cela différents capteurs sont nécessaires.

L'actionneur est un dispositif mécanique, électrique, pneumatique ou hydraulique permettant d'agir sur une machine ou un système pour modifier son fonctionnement ou son état.

Les commandes peuvent être de natures différentes :

- Logiques : mise en marche/arrêt des pompes, interrupteurs, moteurs,...etc.
- Analogiques : ouverture plus ou moins grande de vanne de réglage, puissance de chauffe,...etc.

Lorsque la commande est directement régulée par l'indication d'un capteur et ne nécessite pas l'intervention directe de l'homme on peut, selon le cas, parler d'automatisme ou de boucle de régulation.

Dans ce chapitre, nous présentons les principaux capteurs et actionneurs que nous rencontrons dans la partie hydrogénation de l'installation de margarinerie de CO.G.B.

Nous donnerons également une plus grande importance à la vanne régulatrice, pour raison de son utilisation par le régulateur multifonctions étudié.

Au niveau de cette station d'hydrogénation, on trouve différents types d'actionneurs :

- Les moteurs.
- Les pompes.
- Les agitateurs.
- Les vannes.

2. Les capteurs

Un capteur transforme une grandeur physique en une grandeur normée, généralement électrique, qui peut être interprétée par un dispositif de contrôle commande [6]

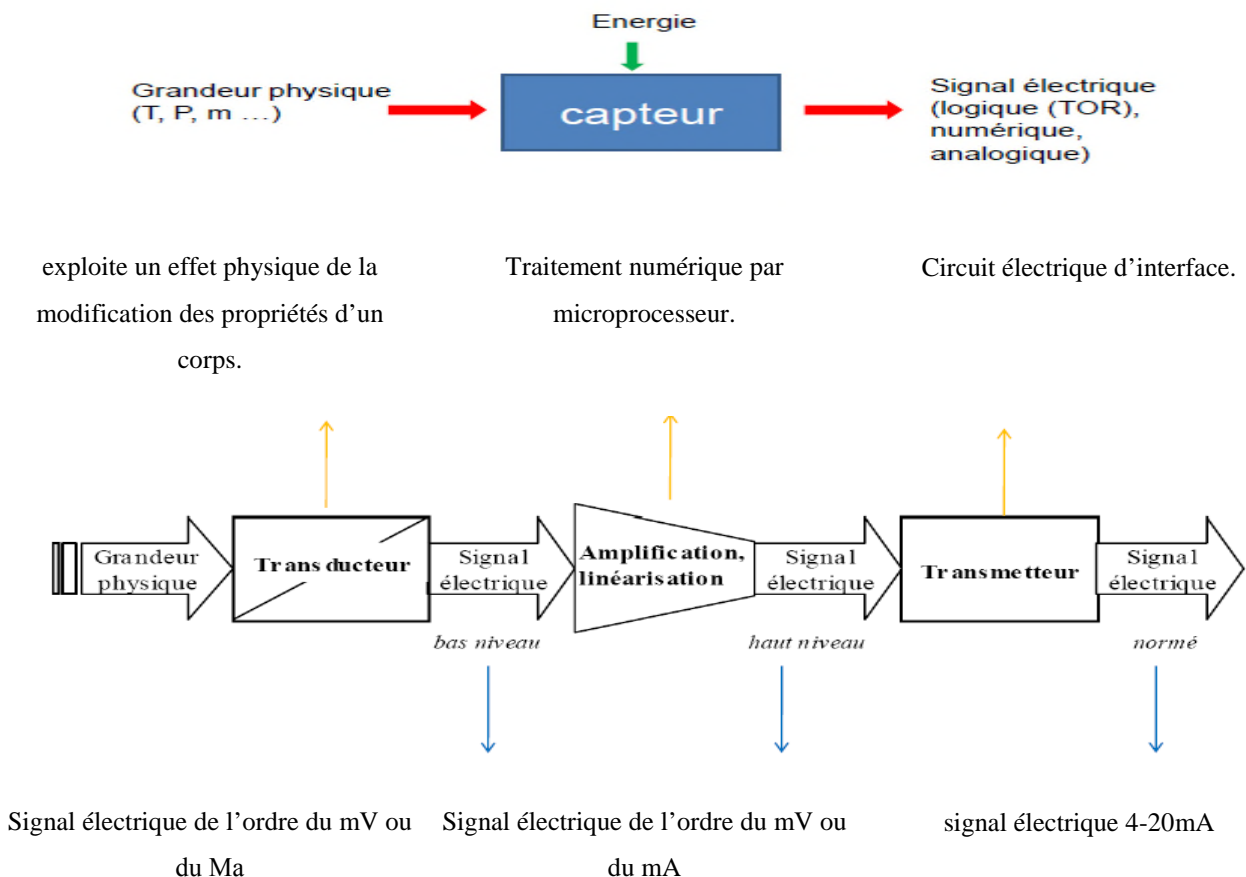


Fig.III.1 : Schéma de principe d'un capteur industriel.

2.1 Capteur de température

La température est la variable de processus la plus mesurée dans l'automatisation industrielle. Le plus souvent, un capteur de température est utilisé pour convertir la valeur de température en un courant.

Les capteurs de température contiennent un élément de détection enfermé dans des boîtiers en matière plastique ou métallique. Avec l'aide de circuits de conditionnement, le capteur doit refléter le changement de la température ambiante [7].

Pour mesurer la température d'un corps, plusieurs approches sont possibles : mesure par dilatation, résistance métallique, thermistance, thermocouple... etc.

Le capteur utilisé pour suivre la variation de température au niveau du réacteur et du refroidisseur de l'installation d'hydrogénation est une sonde de platine Pt 100.

La sonde Pt 100 est un capteur de température qui est utilisé dans le domaine industriel (agroalimentaire, chimie, raffinerie...). Ce capteur est constitué d'une résistance en Platine.

La valeur initiale de la sonde Pt100 est de 100 ohms à une température de 0°C.



Fig.III.2 : Photo du capteur de température sonde Pt 100.

La sonde Pt 100 est reliée à un transmetteur de température qui transforme la variation de résistance en intensité (signal normalisé 4-20mA). Il permet d'afficher numériquement la température [8].

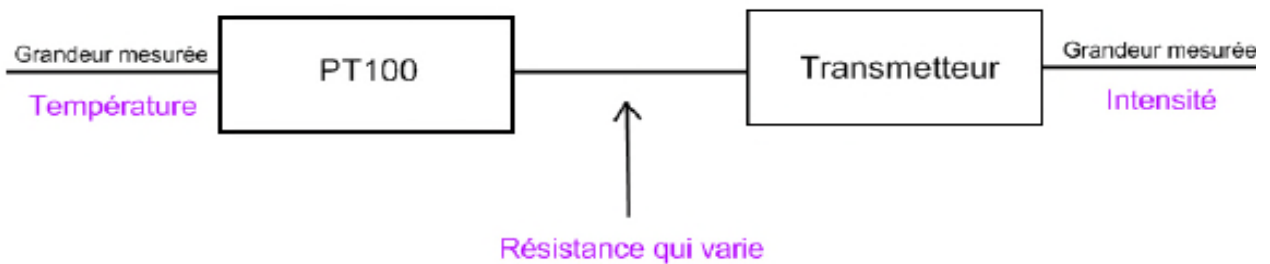


Fig.III.3 : Principe du capteur de température sonde Pt 100

2.2 Capteur de pression

Un capteur de pression ou transducteur est un dispositif destiné à convertir la pression en signaux analogiques. Le plus connu est un transducteur à base de jauges de déformation. L'appareil convertit la pression en signal électrique par une déformation physique des jauges collées à la membrane de l'appareil et connectées pour former un pont de Wheatstone.

La pression sur les jauges est convertie en une variation de résistance.

Il ya généralement trois sorties électriques : tension en millivolts, tension amplifiée et courant 4-20 mA [9]

L'unité de pression fournie par la sonde peut être exprimée en différentes unités, telles que bar, pascal, ...etc

2.2.1 Description du capteur utilisé dans l'installation

C'est un capteur de pression de la série FCX-AII de Fuji Electric [10]. Fig.III.5. Il mesure une pression différentielle, effective ou absolue, et la convertit en un signal de sortie de 4 à 20 mA.

Ce capteur peut être utilisé pour la mesure de débit, de niveau de liquide, densité ou toute autre application utilisant le principe de mesure de pression différentielle. Il existe en version analogique ou en version smart qui bénéficie de la technologie à microprocesseur.

Le principe de mesure de ce capteur est basé sur la conversion directe d'une pression différentielle en une variation de capacités.



Fig. III.4 : Principe du capteur de pression



Fig.III.5 : Photo du capteur de pression

2.2.2 Fonctionnalité

La fonctionnalité du modèle FCX-AII de Fuji Electric [10] assure un meilleur contrôle du fonctionnement de l'installation, et offre ainsi des avantages économiques et compétitifs. Avec l'utilisation d'un appareil au lieu de plusieurs, il est plus facile de l'installer, et les coûts d'exploitation sont moins élevés. Les raccordements à la conduite de procédé étant réduits, il est plus aisé de satisfaire aux règles strictes sur l'environnement.

2.2.3 Principe de la mesure

La solution préconisée par le constructeur a été de transformer la déformation de la membrane sous l'effet d'une pression force en une variation de capacité plutôt qu'une variation de résistance. En effet, il suffit de placer l'une des armatures d'un condensateur sur la membrane qui se déforme et l'autre sur une pièce solidaire du corps d'épreuve, mais non soumise à la déformation, pour réaliser un condensateur plan dont la capacité est en relation directe avec la pression appliquée. Ce principe est illustré par la figure III.6.

L'intérêt habituel du montage capacitif se retrouve évidemment dans cette application, à savoir qu'on intégrera généralement ce condensateur variable dans un circuit oscillant et la mesure de pression se ramène à une mesure de fréquence.

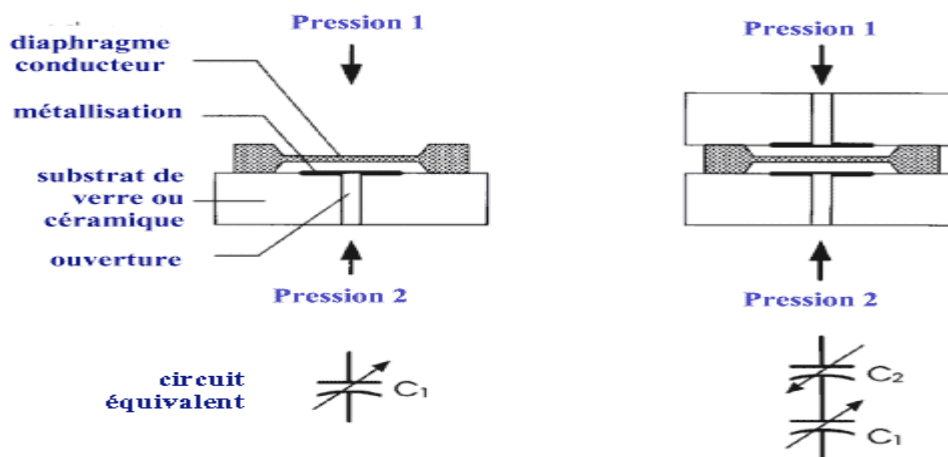


Fig.III.6 : Principe du capteur capacitif

3. Les moteurs

Les fabrications industrielles et les installations tertiaires font appel à une grande variété de machines alimentées par des énergies diverses. Toutefois, l'énergie électrique est prépondérante, car pour des raisons techniques la plupart des dispositifs électromécaniques mis en œuvre dans l'industrie et le tertiaire sont des moteurs électriques.

Dans l'installation étudiée, le moteur se trouve au niveau de la centrifugeuse, pour faire la deuxième filtration des huiles hydrogénées.

4. Les pompes

Les pompes sont des machines hydrauliques qui servent à déplacer ou à faire circuler des liquides.

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les tubulures d'entrée et de sortie.

Suivant les conditions d'utilisation, ces machines communiquent au fluide, de l'énergie potentielle (par accroissement de la pression en aval) ou de l'énergie cinétique par la mise en mouvement du fluide.

Du point de vue physique, la pompe transforme l'énergie mécanique de son moteur d'entraînement en énergie hydraulique.

Toutes les pompes sont divisées en deux classes principales selon le mode de fonctionnement : pompes volumétriques et turbopompes. [11] :

4.1 Les pompes volumétriques

Ce sont les pompes à piston, à diaphragme, à noyau plongeur...et les pompes rotatives telles les pompes à vis, à engrenages, à palettes, péristaltique .Lorsque le fluide véhiculé est un gaz, ces pompes sont appelées « COMPRESSEURS».

4.2 Les turbopompes

Elles sont toutes rotatives. Ce sont les pompes centrifuge, à hélice, hélico-centrifuge.

Les domaines d'utilisation de ces deux grandes catégories sont regroupés dans la figure III.7.

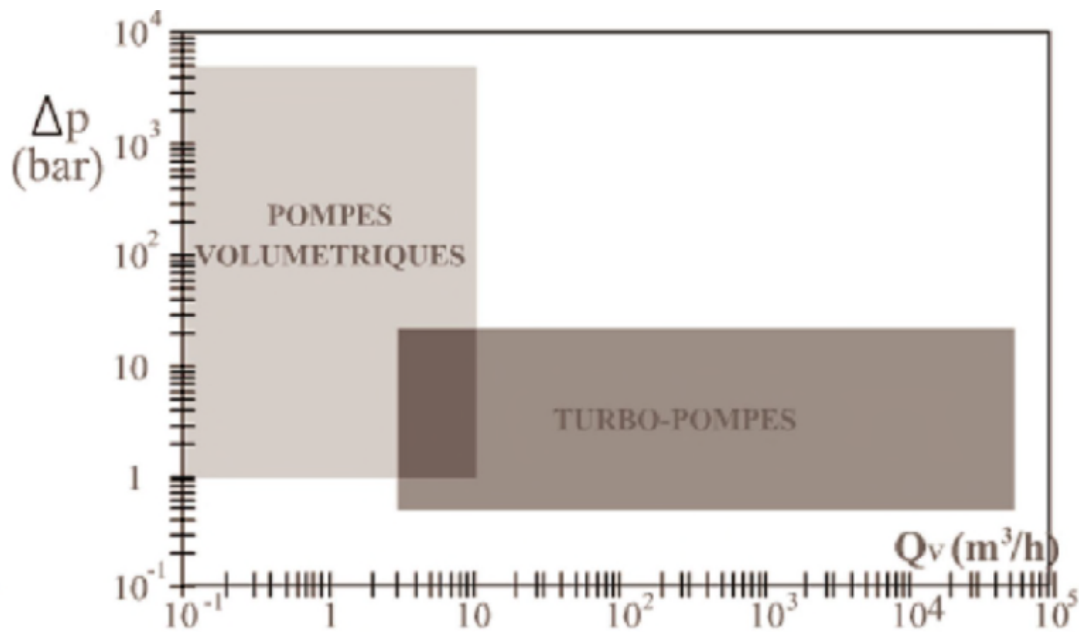


Fig.III.7. Les domaines d'utilisation des deux grandes catégories de pompes

Les turbopompes sont utilisées avec des grands débits tandis que les pompes volumétriques le sont avec de grandes pressions.

5. Les agitateurs

Ce sont des mélangeurs à deux ailes, entraînés par des moteurs. Leur rôle, est d'assurer la mobilité permanente des contenus des bacs pour avoir une bonne homogénéité.

6. Les vannes

Les vannes sont des dispositifs mécaniques qui contrôlent le débit et la pression dans un système ou un processus. Ce sont des éléments essentiels d'un système de tuyauterie qui transporte des liquides, des gaz, des vapeurs, des boues,... etc.

Différents types de valves sont disponibles: porte, globe, prise, balle, papillon, chèque, le diaphragme, la rigueur, l'allègement de la pression, vannes de régulation, etc. Chacun de ces types a un certain nombre de modèles, chacun avec des caractéristiques différentes et des capacités fonctionnelles. Certaines vannes sont autonomes tandis que d'autres peuvent fonctionner manuellement ou avec un actionneur pneumatique ou hydraulique. [12].

Indépendamment du type, toutes les vannes ont les éléments de base suivants: le corps, le capot, des éléments internes, actionneurs, et de l'emballage. Les éléments de base d'une soupape sont illustrés dans la fig.III.8.

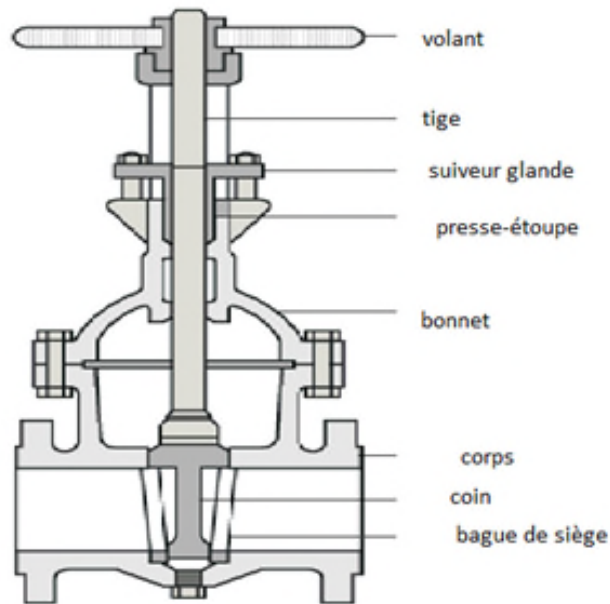


Fig.III.8. : Vanne manuelle

6.1 Fonctions des vannes

Leurs fonctions sont :

- Arrêter et démarrer un flux.
- Réduire ou augmenter un flux.
- Contrôler la direction d'écoulement.
- Réguler une pression d'écoulement ou d'un processus.
- Soulager un système de tuyaux d'une certaine pression.

Il existe de nombreux modèles de vannes avec une large gamme d'applications industrielles. Ils satisfont une ou plusieurs des fonctions mentionnées ci-dessus. Les robinets sont des articles coûteux, et il est important qu'une vanne soit fabriquée pour la fonction et avec de la matière adaptée pour le liquide de traitement.

6.2 Vannes manuelles

Leur commande est effectuée manuellement, on distingue deux types :

- Avec bras (vanne tout ou rien).
- Avec robinet.

6.3 Vannes pneumatiques

Les organes de réglage pneumatique se composent d'une vanne mono siège à passage droit et d'un servomoteur pneumatique intégré.

6.4 Electrovanes

L'électrovanne est constituée d'une bobine électromagnétique et d'un robinet. Cette vanne tout ou rien que l'on trouve sur le procédé est une vanne pneumatique. C'est donc une pression d'air comprimé qui lui permet de bloquer ou de libérer la canalisation. L'air comprimé est admis ou non dans le servomoteur de la vanne grâce à une électrovanne dite vanne de commande ou pilote. Cette vanne ne peut prendre que deux positions, ouverte ou fermée. Elle se traduit en termes de course du clapet 0% ou 100% d'ouverture. Son rôle principal est d'assurer des fonctions de sécurité et d'utilité. On peut aussi dans certains cas les utiliser pour réguler une grandeur physique (régulation discontinus).

6.5 Vannes régulatrices

La vanne régulatrice permet la régulation du débit suivant une consigne réglée selon le processus. Les convertisseurs courant /pression I/P sont utilisés dans toutes les boucles électroniques dont l'actionneur est pneumatique. Ils transforment les signaux électriques normalisés en signaux pneumatiques normalisés. Le convertisseur électropneumatique est monté sur des organes de réglage pneumatiques et détermine une position bien précise (grandeur réglée) de la vanne par rapport au signal de commande (grandeur directrice). Il compare le signal de commande 4 à 20 mA, provenant d'un dispositif de réglage (régulateur AC20), avec la course de l'organe de réglage et émet une pression d'air (grandeur de sortie).

Dans l'installation étudiée, nous avons à faire à un transducteur électropneumatique (I/P, E/P) de la série T5200 du constructeur FAIRCHILD [13] figure III.7. Il est commandé par un courant de 4-20 mA dans une boucle de régulation. Ce dispositif se compose de deux sections :

- La section de conversion de signal.
- La section pneumatique.

La section de conversion de signal accepte un courant de 4-20 mA du régulateur. Ce signal de courant est appliqué à un enroulement qui crée une force magnétique qui déplace un bras de flexure.

La section pneumatique fonctionne comme un système d'équilibre de force. Une balle de saphir flotte à l'intérieur d'une lance sous l'effet d'une pression fournie par un orifice. Cette boule

de saphir agit comme un piston exerçant une force qui est équilibrée contre la force du bras de flexure.

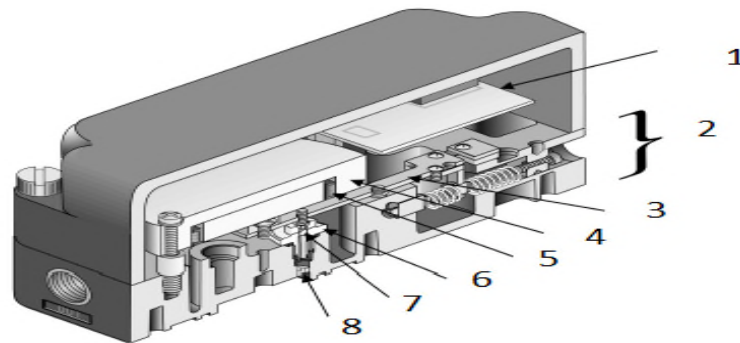


Fig.III.9 : Convertisseur courant/pression – tension/pression T5200 de FAIRCHILD. 1 section de conversion, 2 section pneumatique, 3 bras de flexure, 4 aimant, 5 bobine, 6 lance, 7 balle de saphir, 8 orifice.

7. Description des différentes régulations

7.1 Régulation de température et de débit

L'installation de régulation de température comprend un réchauffeur à la vapeur avec régulateur de débit et de température du fluide froid. Un modèle précédé d'échangeur multi-tubulaire réalise la possibilité de générer des perturbations (débit de fluide froid, pression du réseau vapeur, ... etc.) [14].

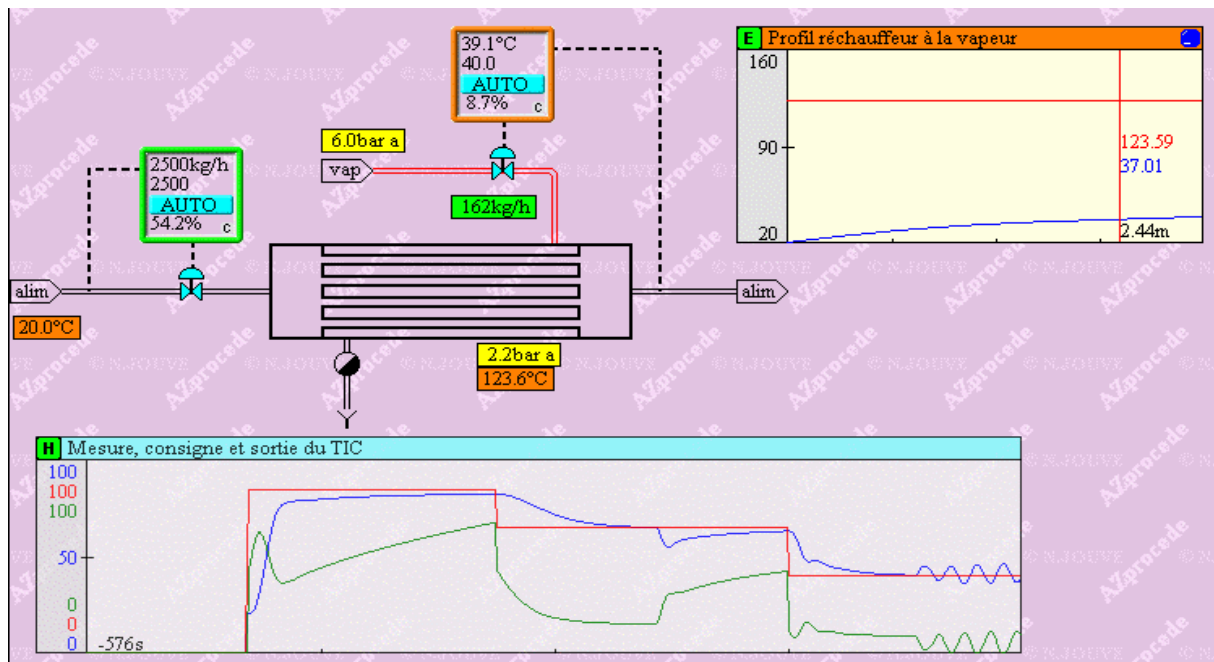


Fig.III.10 : Régulation de température et de débit

L'installation comprend entre autres les équipements suivants:

- un échangeur multi-tubulaire permettant de chauffer un fluide froid côté tubes avec de la vapeur sous pression qui condense côté calandre.
- une régulation du débit d'alimentation du fluide froid.
- une régulation de température de sortie du fluide chaud agissant sur une vanne automatique d'alimentation en vapeur côté calandre.

La figure III.11 donne une idée générale sur le principe utilisé pour la régulation de la température dans le réacteur de l'installation d'hydrogénation de CO.G.B La Belle.

La sonde Pt 100 transmet la température au régulateur (AC20) sous forme d'un signal électrique dans la gamme 4-20 mA. Ce dernier calcule le pourcentage avec lequel la vanne sera ouverte pour laisser passer l'eau froide dans le serpentin pour faire baisser la température.

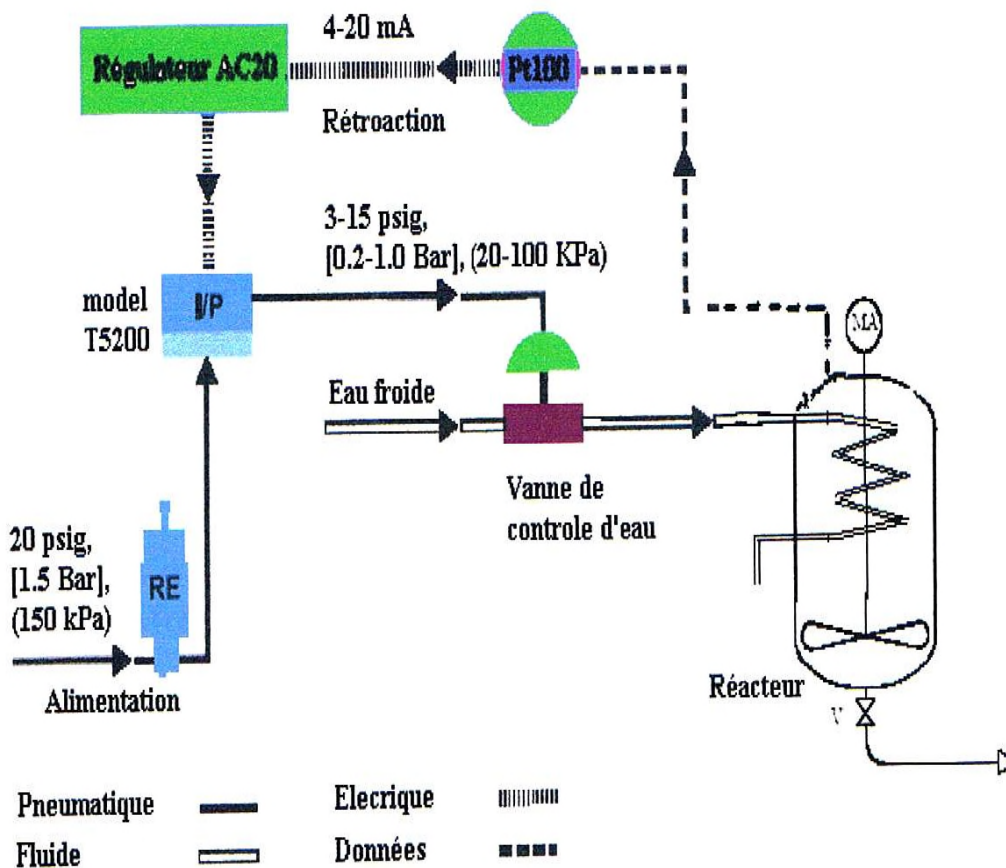


Figure III.11 : Schéma de principe la régulation de la température dans le réacteur.

7.2 Régulation de pression

Il s'agit de réguler la pression dans un réservoir en acier alimenté en air comprimé avec un régulateur agissant sur une vanne automatique [14].

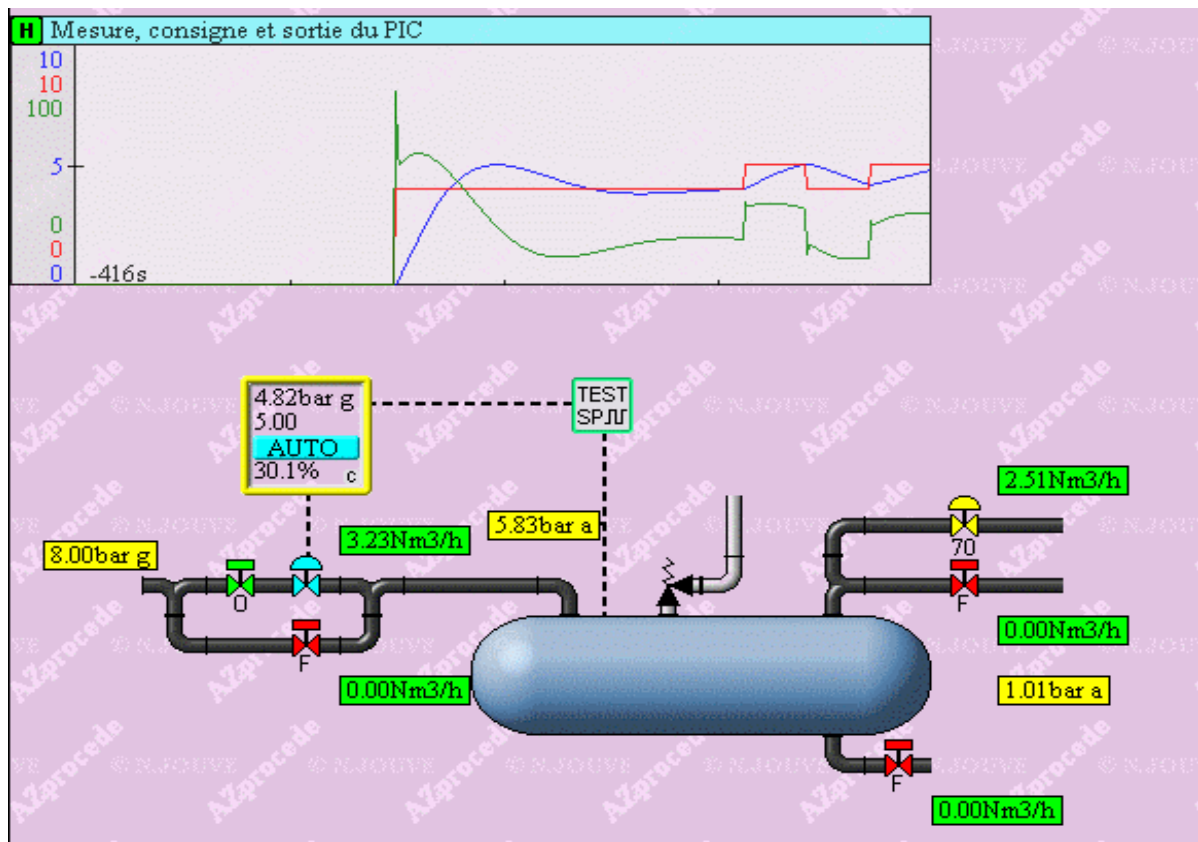


Fig.III.12 : Régulation de pression.

L'installation comprend, entre autres, les équipements suivants:

- un réservoir en acier alimenté en air comprimé, avec lignes de dégazage à l'atmosphère et vanne purge.
- un régulateur mesurant la pression dans le réservoir et agissant sur une vanne automatique d'alimentation en air comprimé, avec vanne d'isolement et de by-pass.
- une soupape de protection contre les surpressions du réservoir.

7.3 Régulation de niveau

C'est une maquette de régulation de niveau avec remplissage par pompe à débit variable et régulateur PID réglable [14].

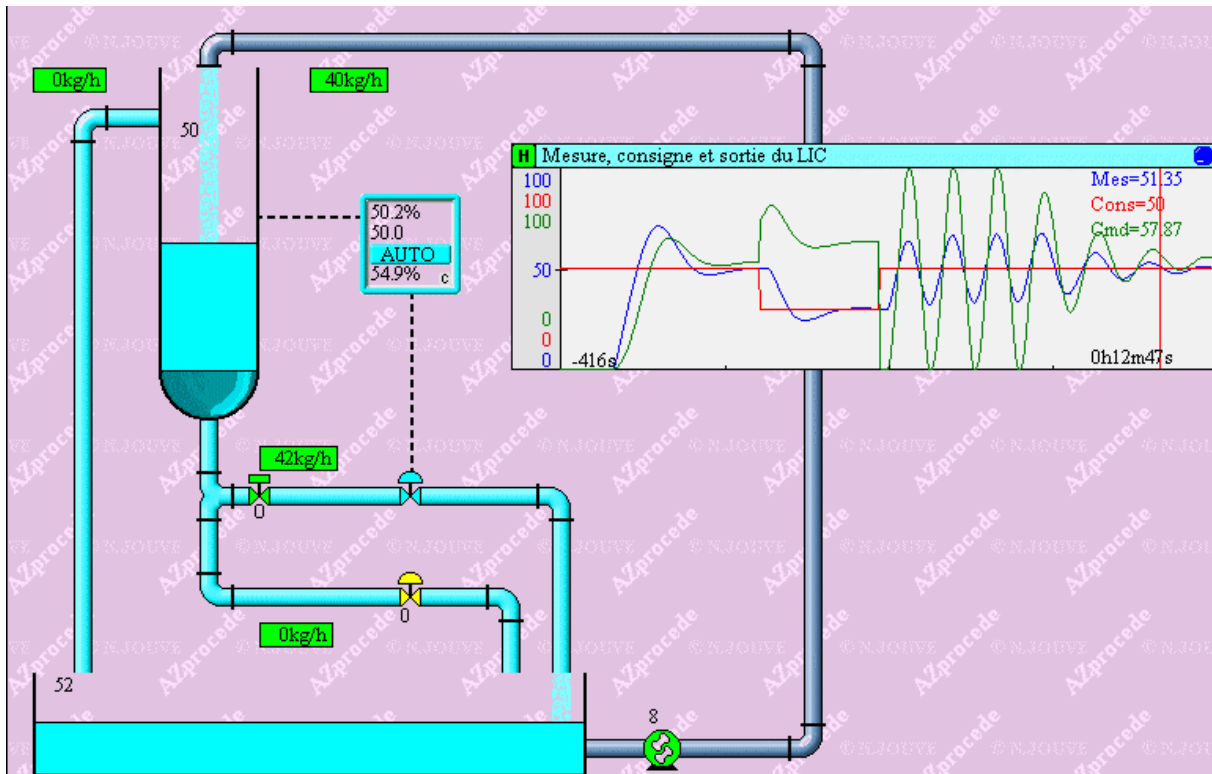


Fig. III.13 : Régulation de niveau

L'installation comprend, entre autres, les équipements suivants:

- Un réservoir cylindrique vertical transparent, ci-après dénommé tube de niveau, et une réserve d'eau située au sol.
- Une pompe volumétrique à débit réglable permettant d'alimenter le tube de niveau à partir de la réserve.
- Un régulateur mesurant le niveau dans le tube et agissant sur une vanne automatique de vidange.
- Une vanne manuelle permettant de vider le tube de niveau, de simuler une fuite, ou de générer une perturbation sur le procédé.

Tous les paramètres de l'installation sont modifiables: dimensions caractéristiques des équipements, constantes de temps et retard pur, configuration des régulateurs PID, paramètres et options du modèle, ...etc.

Ce simulateur permet d'étudier une régulation Proportionnelle, Intégrale et Dérivée de multiples manières: identification du procédé en boucle ouverte ou en boucle fermée, test des actions de régulation, influence de perturbations sur la régulation, etc...

8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue les équipements utilisables dans les installations de régulation industrielle en général et ceux utilisés dans la station d'hydrogénation de CO.G.B. La Belle en particulier.

En effet, dans l'installation, sont utilisés des capteurs de température délivrant un signal analogique ainsi que des capteurs de pression, d'une nouvelle génération, qui peuvent être adaptés pour la mesure d'autres grandeurs.

Pour traduire les instructions du régulateur et agir sur le procédé, différents actionneurs (pompes, vannes de régulation, ...etc.) sont utilisés.



Application pratique

Chapitre IV : Application pratique

1. Introduction

Dans le présent chapitre, nous allons expliquer l'écoulement du procédé dans la partie hydrogénation de la margarinerie de CO.G.B La Belle, avec une présentation des différentes stratégies utilisées pour réguler la température et la pression dans le réacteur ainsi que la température dans le refroidisseur. Une proposition d'amélioration sera présentée.

2. Description de l'écoulement du procédé

Dans le premier chapitre, il a été dit que ce procédé passe par différentes étapes :

- Conditionnement.
- Réaction.
- Filtration.

Maintenant nous allons présenter l'écoulement de chacune d'elles :

2.1 Conditionnement

Les matières grasses blanchies sont pompées dans un échangeur E501, puis transférées vers le réacteur H501 qui est relié au vide. Le pompage est arrêté quand un lot complet est chargé dans H501. Ce dernier est purgé par l'azote pour réduire la teneur en oxygène. Le vide est alors à nouveau aspiré par la soupape SE501.

Le chauffage interne provenant de la bobine à vapeur est initié.

2.2 Réaction

Les acides gras avant cette opération sont insaturés et peuvent avoir jusqu'à quatre insaturations, l'hydrogène introduit sert à réduire au maximum ses insaturations. Un catalyseur est aussi utilisé pour accélérer les réactions chimiques.

La quantité d'hydrogène précédemment calculée est ajoutée par la vanne V504 et la réaction commence. Le chauffage à vapeur est coupé. Etant donné que la réaction est exothermique, le mélange de réaction est maintenu à la température requise par des bobines de refroidissement d'eau, incorporées dans le récipient et contrôlées par un système de contrôle de la température TIC501 (Régulateur AC N°11). Si la température dépasse la consigne, le capteur de température

TI501 envoie un signal au régulateur TIC501 qui actionne les vannes de régulation TV501 laissant passer l'eau afin de maintenir une valeur bien déterminée (la consigne).

La consommation d'hydrogène est enregistrée par un compteur situé sur l'armoire de commande.

La pression est automatiquement contrôlée par PIC501 (Régulateur N°12).

Quand on ajoute la quantité d'hydrogène requise pour la réaction, il faut arrêter l'alimentation en hydrogène. Une alarme retentit lorsque la quantité pré réglée est atteinte et on peut alors contrôler le lot. Si nécessaire, il faut effectuer des modifications mineures en ajoutant des petites quantités d'hydrogène supplémentaire jusqu'à ce que le produit soit conforme aux spécifications .

A la fin de la réaction, les huiles hydrogénées sont filtrées, et probablement refroidies.

2.3 Filtration

A la sortie du réacteur, les huiles oxygénées sont filtrées par un premier filtre à toile F501, puis par un deuxième filtre à papier F502.

Après la filtration, les huiles hydrogénées, sont préalablement refroidies, à l'aide de l'échangeur thermique du réacteur, jusqu'à une température pré réglée (environ 100°C).

Pour stocker les huiles hydrogénées filtrées, il faut baisser leur température à environ 50°C. Le Capteur de température TE502 informe le régulateur TIC502 (Régulateur AC N°13) sur l'état des huiles, à la sortie de l'échangeur, qui peut agir sur la vanne de régulation TV502, si nécessaire, pour laisser ou interdire l'arrivée d'eau.

A la fin de ce procédé les acides gras sont saturés, est transférés vers un autre processus, appelé désodorisation, pour élimination des produits odorants et volatiles par injection de vapeur d'eau dans l'huile chauffée (180°-240°).

La Figure IV.1 illustre l'écoulement du procédé d'hydrogénation.

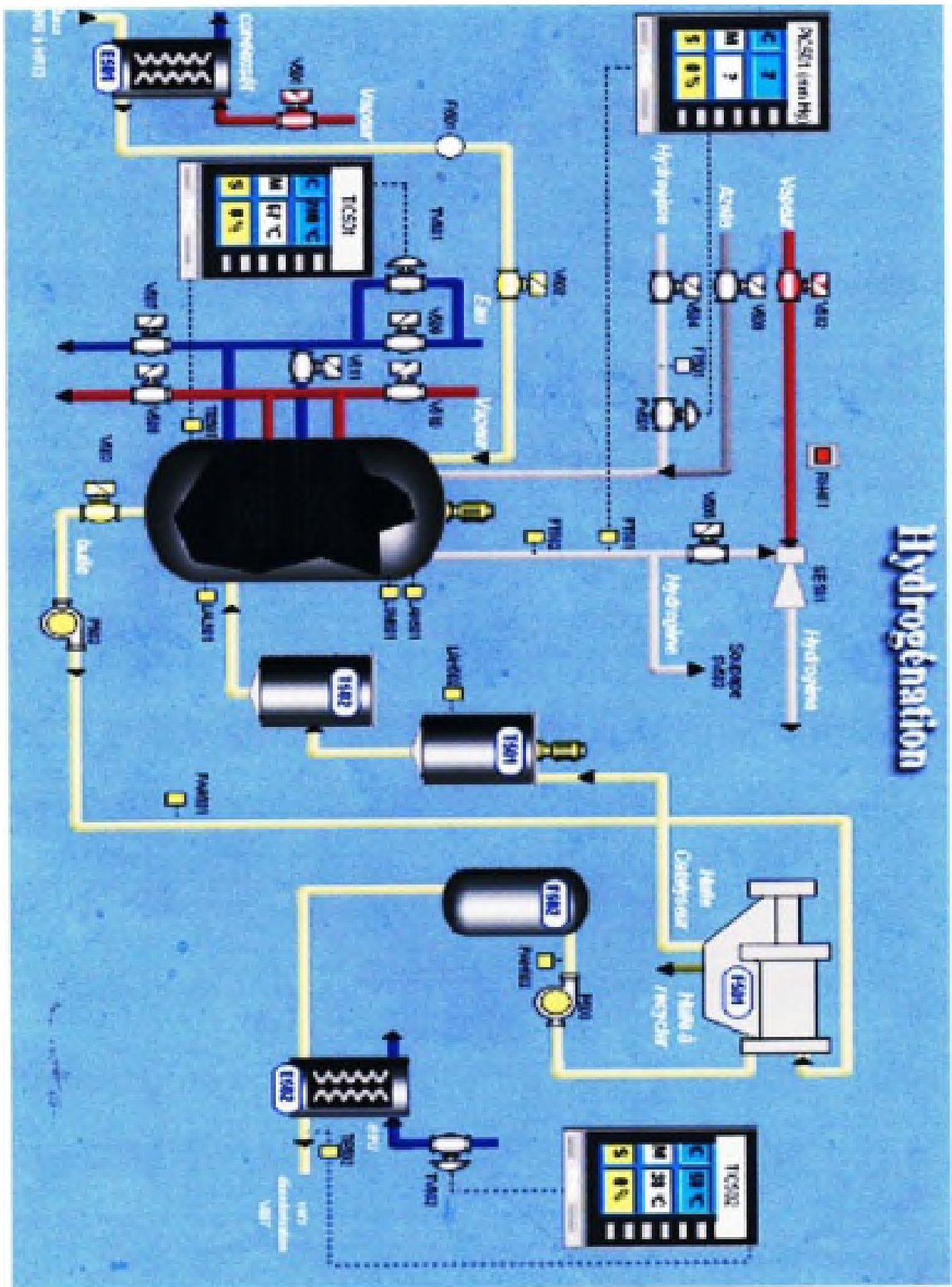


Figure IV.1 : Ecoulement du procédé d'hydrogénation.

3. Stratégie de la régulation

Dans les boucles de régulation décrites ci haut, nous avons à faire à des variables simples (température, pression), chacune d'elle nécessite un seul actionneur.

Cette régulation est réalisable à l'aide de la configuration (stratégie) 1 boucle A de la station de régulation AC20. Elle comprend un seul module (SET DEV), un PID et un module de contrôle de sortie (MV). LA Figure IV.2 donne son architecture.

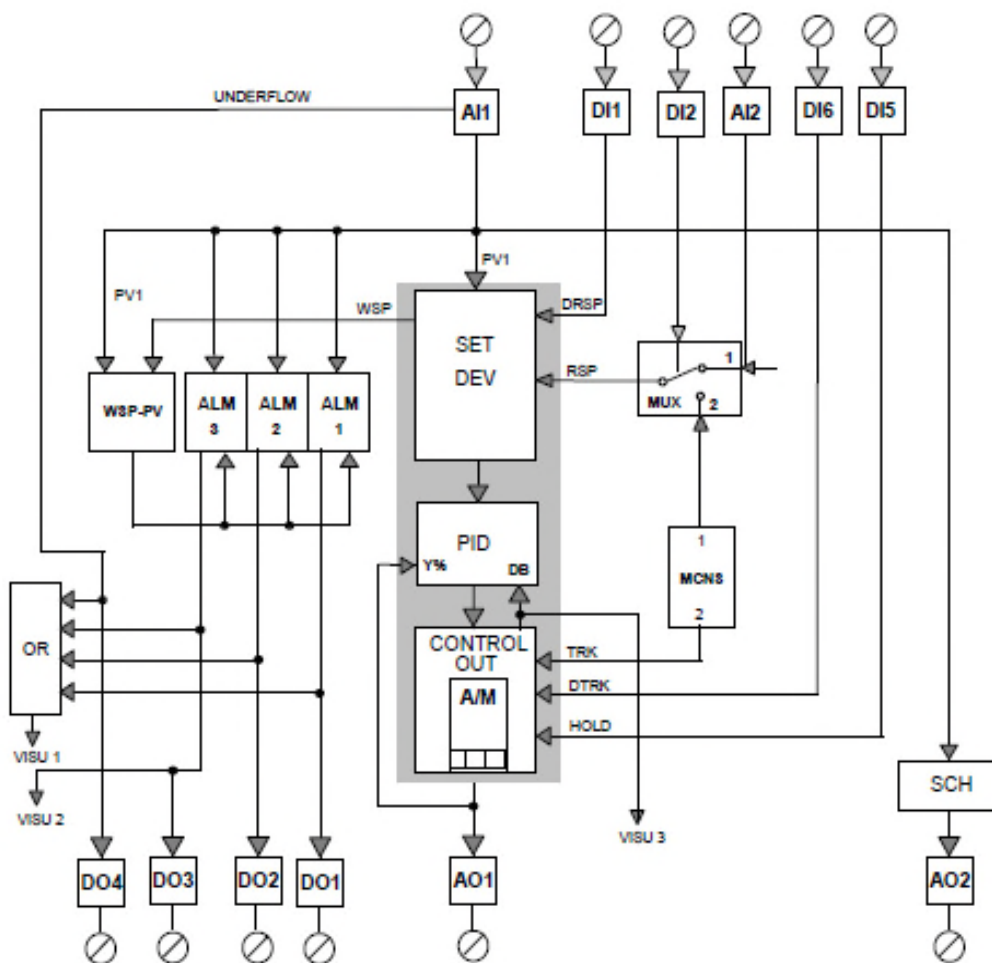


Figure IV.2 : Architecture de la stratégie 1 boucle A.

Chaque régulateur (N°11, N°12, et le N°13) reçoit sur son entrée analogique AI1, le signal envoyé par le capteur correspondant (capteurs de température N°11, N°13 et le capteur de pression N°12). La mesure est ensuite connectée au module SETDEV qui calcule l'écart avec la valeur prédéfinie. Il est connecté sur un PID, qui régule la grandeur, en utilisant un algorithme bien déterminé. La sortie du PID est connectée au module de sortie, qui transmet le signal de commande, à l'actionneur par la sortie analogique AO1.

4. Formule de réglage d'un contrôleur standard

Le tableau IV.1 montre les formules de réglage des paramètres PID, qui se base sur une méthode graphique (méthode classique). [15]

Tableau IV.1 : Formules de réglage des paramètres PID.

Type de régulation	Formule
P	$K_p = \frac{\tau}{td} * \frac{1}{G_p}$
P+I	$K_p = 0,9 * \frac{\tau}{td} * \frac{1}{G_p}$
	$T_i = 3,33 * td$
P+I+D	$K_p = 1,2 * \frac{\tau}{td} * \frac{1}{G_p}$
	$T_i = 2 * td$
	$T_d = 0,5 * td$

Avec GP (Gain de procédé) : est le rapport entre la variation de la grandeur mesurée et la variation du signal de commande.

$$GP = \frac{\text{variation de la mesure}}{\text{variation de la commande}}$$

td (temps de délai): Le temps équivalent à 2% de la variation de la mesure.

$$\text{Tau } (\tau) = t_{63\%} - t_{2\%}$$

En utilisant cette méthode, nous avons trouvé les résultats suivants :

Tableau IV.2 : Valeurs des paramètres PID.

Gp	td	Tau (τ)	Kp	Ti	Td
4.316	7	57	2.26	14	3.5

Ces résultats sont très proches des paramètres calculés automatiquement par le régulateur, décrit dans le chapitre II. Cela montre la fiabilité et la grande précision du régulateur ainsi que sa capacité à faire face efficacement aux perturbations externes.

5. Résultats et discussion

Lors de notre stage au sein de l'atelier d'hydrogénation, nous avons pris deux échantillon de valeurs, de la température et de la pression d'une réaction, la première a duré 3h50mn, la deuxième a durée 1H50mn, avec un pas de mesure de 10 minutes. Ces mesures ont été faites pour illustrer le comportement du régulateur dans le processus.

5.1 Première réaction

Dans cette réaction on veut un point de fusion de 46 C°, une pression de 0,6 Bar, et une température de 200 C°. Les résultats obtenus sont rassemblés dans les tableaux (IV.3) et (IV.4).

Tableau IV.3 : Résultats de mesure de température essaie1.

T(C°)	151	156	160	165	173	179	185	192	200	206	200	198
t(mn)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
T(C°)	190	188	185	192	195	197	199	200	203	202	200	199
t(mn)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230

Tableau IV.4 : Résultats de mesure de pression essaie1.

P(Bar)	-0.3	-0.29	-0.23	-0.19	-0.11	-0.01	0.00	0.24	0.28	0.35	0.46	0.50
t(mn)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
P(Bar)	0.53	0.58	0.62	0.61	0.60	0.59	0.57	0.58	0.59	0.6	0.6	0.61
t(mn)	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230

Pour une meilleure interprétation des résultats, nous les avons représentés par les graphes des figures (IV.3) et (IV.4).

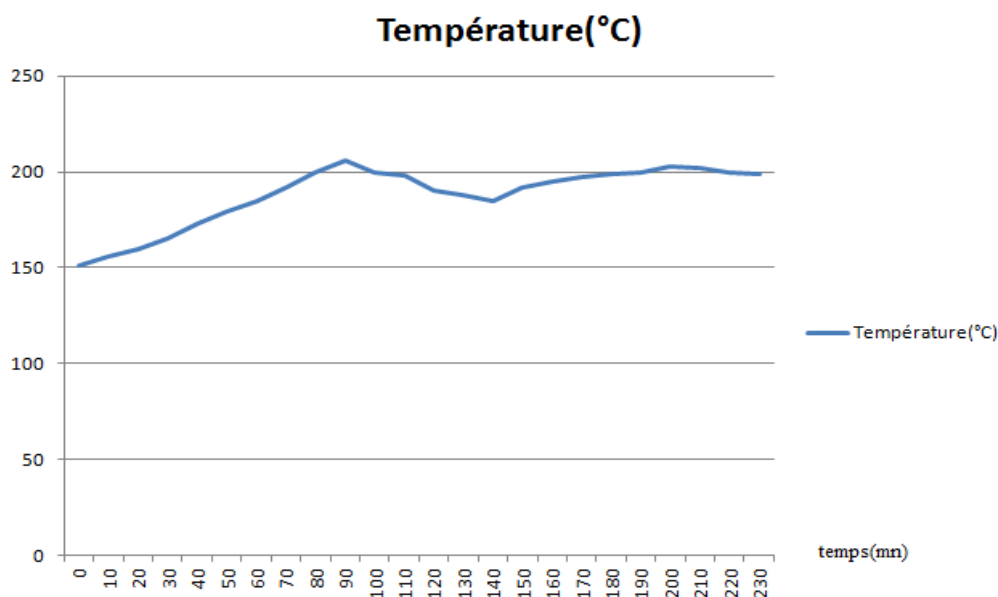


Figure IV.3 : Variation de la température en fonction de temps essai 1.

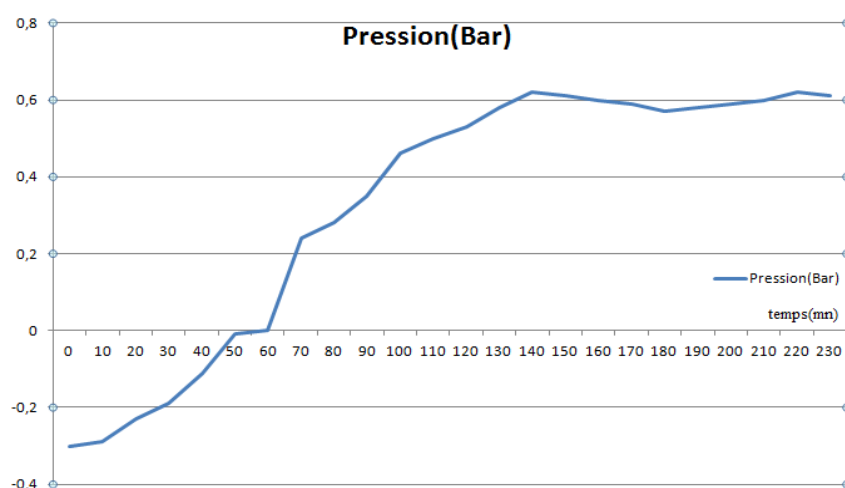


Figure IV.4 : Variation de la pression en fonction du temps essai 1.

5.1.1 Interprétation des résultats

- **Température :**

La température d'hydrogénation des matières grasses est de 150-200°C. La température de consigne du régulateur est 200°C.

On constate que la température au début de la réaction est de l'ordre de 150°C. Elle est due au pré-chauffage des huiles, puis elle augmente progressivement pour atteindre 200°C au bout de 80 min à cause de l'inertie thermique.

La température continue sa progression, et le régulateur ouvre les vannes de refroidissement afin de la faire baisser. Cette correction à durée moins de 10mn.

Le dépassement de consigne est de l'ordre de 6°C seulement, ce qui démontre l'efficacité et la fiabilité du régulateur dans la satisfaction de la consigne. La réaction continue toujours dans les normes requises jusqu'à la fin.

- **Pression :**

La pression commence par des valeurs négatives, à cause de la création du vide poussé. Après un certain temps, la pression commence à augmenter pour atteindre 0 Bar au bout de 60mn.

La pression continue d'augmenter et le régulateur entre en action pour la maintenir plus proche de la consigne (0.6 Bar) en fermant ou en ouvrant, selon les cas, des vannes d'alimentation en hydrogène jusqu'à la fin de la réaction.

5.2 Deuxième réaction

Dans cette réaction on veut un point de fusion de 35°C. La consigne de pression PIC501 est 3 Bars, tandis que la consigne de température TIC501 est 200°C. Les paramètres sont ajustés automatiquement mais l'opérateur peut intervenir pour augmenter l'action proportionnelle, en cas de besoin, afin d'avoir une réponse rapide.

Les résultats sont rassemblés dans les tableaux (IV.5) et (IV.6).

Tableau IV.5 : Résultats de mesure de température essaie2.

T(C°)	152	165	182	195	200	205	192	195	197	199	201	198
t(mn)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

Tableau IV.6 : Résultats de mesure de pression essaie2.

P(Bar)	0	0.37	1	2.2	2.53	3	3.1	2.9	2,96	2.94	3	2.96
t(mn)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110

Pour une meilleure interprétation des résultats, nous les avons représentés par les graphes des figures (IV.5) et (IV.6).

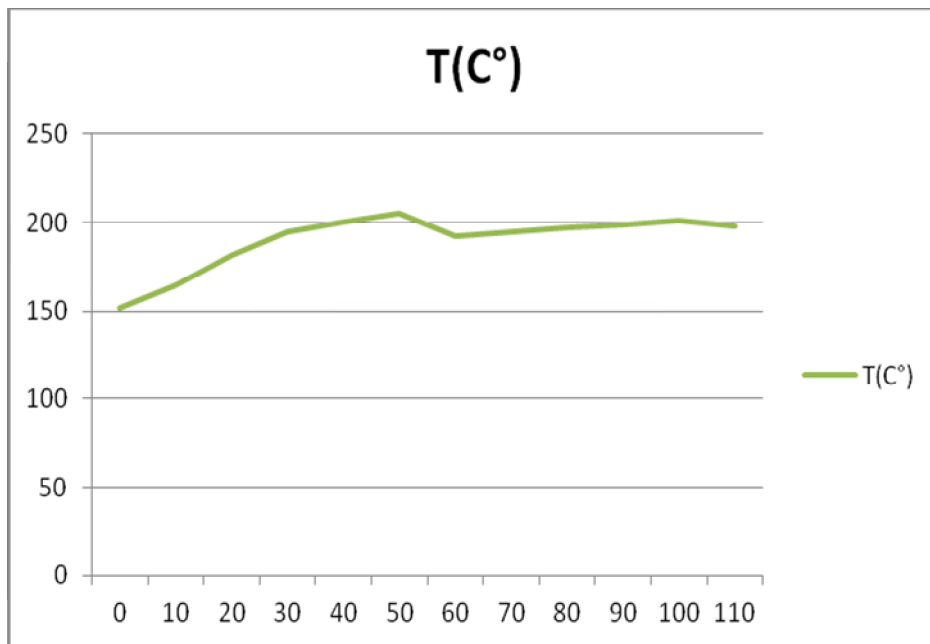


Figure IV.5 : Variation de la température en fonction du temps essaie2.

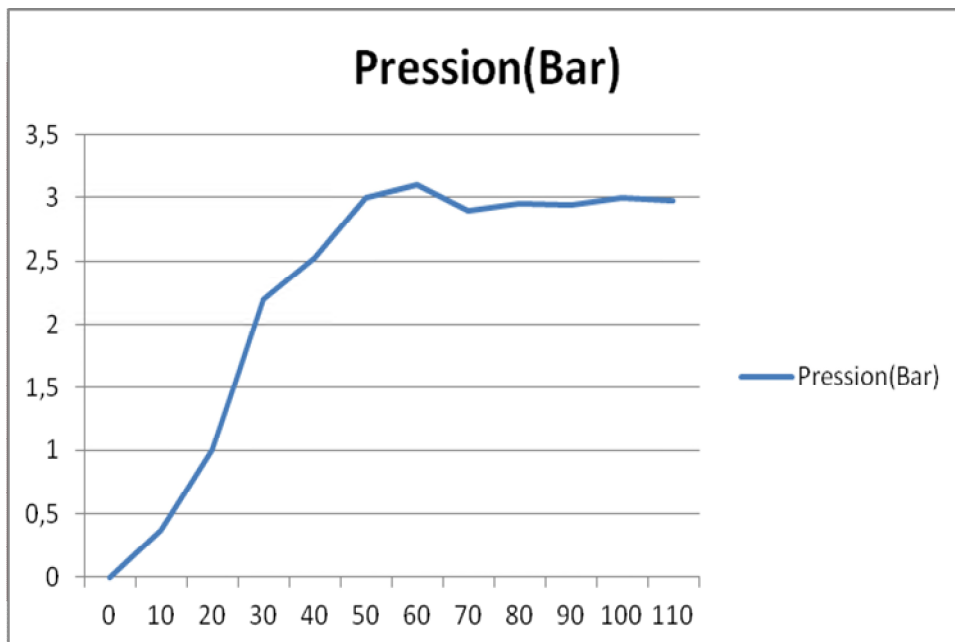


Figure IV.6 : Variation de la Pression en fonction du temps essaie2.

5.2.1 Interprétation des résultats

- **Température :**

L'huile préchauffée arrive dans le réacteur à une température de 152°C, la réaction doit se dérouler à environ 200°C (Point de consigne). La température augmente dans le réacteur grâce à la circulation de la vapeur dans le serpentin pour atteindre 200°C après 40mn. Dès que la température dépasse la consigne, le régulateur ouvre la vanne de refroidissement, et l'eau froide circule dans un autre serpentin pour baisser la température. Le régulateur maintient la température proche de la consigne malgré la perturbation (fuite d'eau de refroidissement).

- **Pression :**

La pression commence à partir de zéro, car il n'y a pas création d'un vide poussé. Elle augmente progressivement pour atteindre 3 Bars après 50mn.

La pression continue d'augmenter et le régulateur entre en action pour la maintenir plus proche de la consigne (3 Bar) en fermant ou en ouvrant, selon le cas, des vannes d'alimentation en hydrogène jusqu'à la fin de la réaction.

5.3 Comparaison et discussion des résultats

Le tableau IV.7 montre l'ajustement des anciens paramètres du régulateur PID.

Tableau IV.7 : Ajustement des paramètres du régulateur PID.

Paramètres	Kp	Ti	Td
Valeurs			
Anciennes	2.26	14	3.5
Nouvelles	17	21	4.5

Dans la première réaction nous avons remarqué un temps de réponse assez lent, la consigne n'est atteinte qu'au bout de plusieurs dizaines de minutes, cela est due à de l'action proportionnelle de faible valeur. Le temps de la réaction était de 3H50mn, ce qui pousse à ralentir le système pour avoir un point de fusion de 46°C.

Dans la deuxième réaction, nous voulons un point de fusion de 35°C, par conséquent le temps de réaction ne doit pas dépasser 1H50.

Pour atteindre rapidement la consigne, une augmentation de l'action proportionnelle est nécessaire. Pour améliorer la précision est la stabilité il faut augmenter les actions proportionnelle et dérivée.

La consigne de température est atteinte au bout de 40mn, tandis que la consigne de pression est atteinte au bout de 50mn et la réaction continue dans les normes jusqu'à la fin.

Le temps de la réaction dépend du point de fusion souhaité.

6. Proposition d'amélioration

Pendant l'hydrogénation, on contrôle la variation des deux paramètres : la température et la pression dans le réacteur respectivement avec les régulateurs AC n°11 et AC n°12. Ceci est encombrant dans l'armoire électrique, et onéreuse pour une régulation simple. Il serait préférable de réduire le nombre de régulateurs, tout en gardant une bonne fiabilité en optant pour une autre stratégie de régulation qui ne nécessite qu'un seul régulateur. Cette stratégie est la « 2 Boucles A ». Les deux paramètres ne seront plus contrôlés séparément et la régulation deviendra plus efficace est plus facile pour l'opérateur.

6.1 Description de la 2 Boucle A

Cette configuration est composée de deux boucles identiques :

- Une boucle pour contrôler la vanne de régulation agissant sur le flux froid pour la régulation de la température dans le réacteur. Elle comprend un seul module SET DEV, un PID et un module de sortie MV.
- La seconde boucle, complètement identique, servira pour le contrôle de la pression.

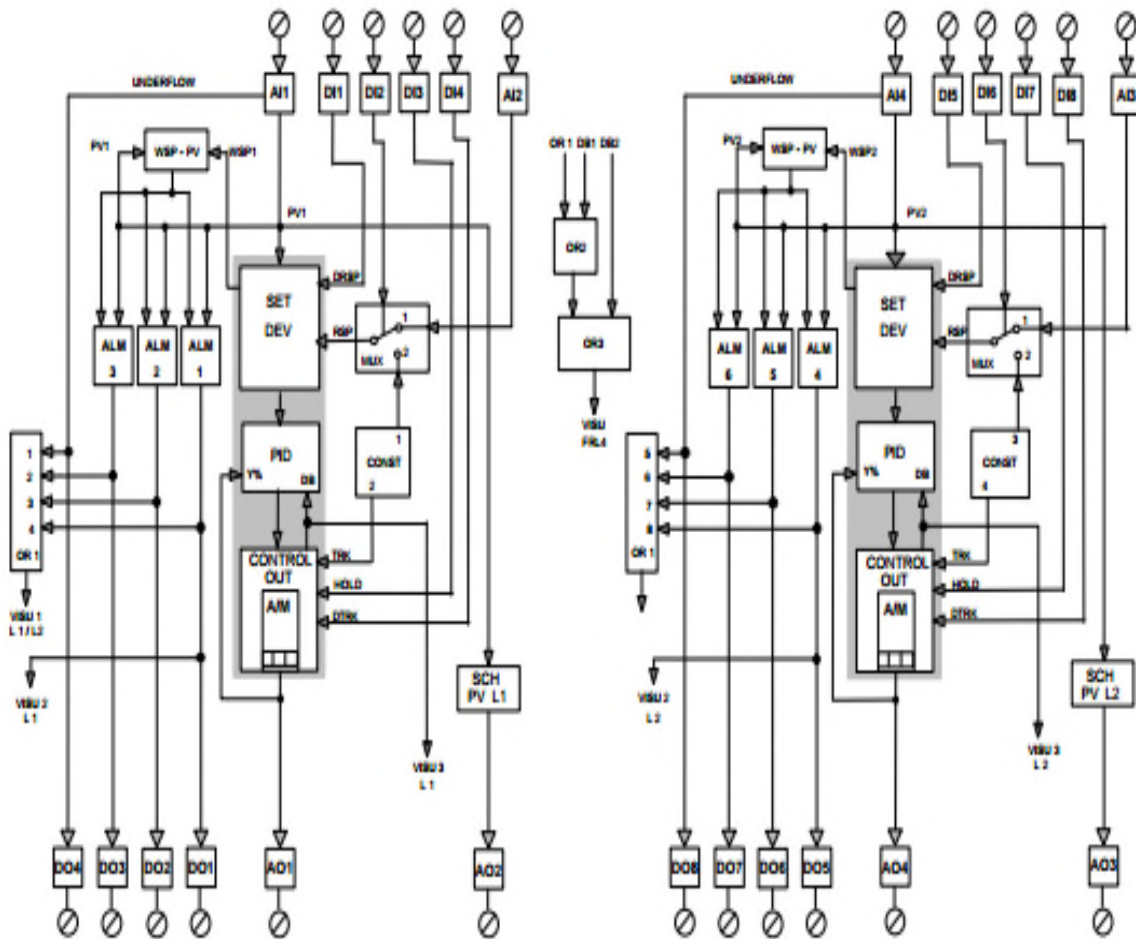


Figure IV.7 : Stratégie 2 Boucles A.

6.1.1 La boucle 1

Le capteur de température transmet un signal analogique au régulateur, qui le reçoit sur son entrée AI1. La mesure est ensuite transmise au module de calcul d'écart et de consigne (SETDEV) et puis traitée par le PID qui régule la température.

La sortie du PID transmet les signaux de commande à l'actionneur, par la sortie du module MV, à l'aide de la sortie analogique AO1.

6.1.2 La boucle 2

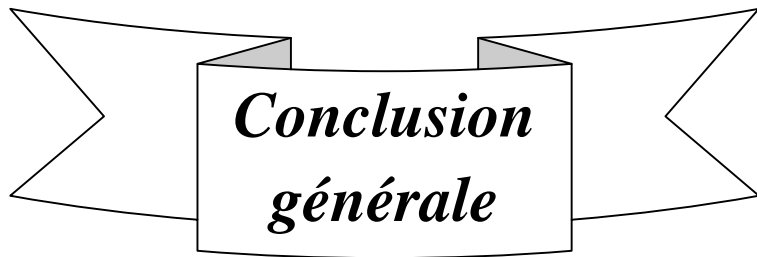
La mesure de la pression est connectée à AI4 où elle est normalisée et envoyée dans le bloc régulateur qui utilise l'algorithme de régulation pour la maintenir à la valeur pré-réglée.

Le signal de commande est envoyé, par l'intermédiaire de la sortie analogique AO4, à l'actionneur.

7. Conclusion

L'application pratique au sein de l'entreprise CO.G.B la Belle nous a permis de voir le déroulement d'un processus industriel et de pouvoir intervenir pour remédier à des problèmes de régulation, pour contrôler efficacement un processus industriel quelque soit sa complexité. Les résultats expérimentaux ont montré les performances des boucles de régulation utilisées à cette échelle. Ces performances dépendent grandement du système contrôlé et des exigences techniques.

Après la compréhension du procédé, nous avons proposé une amélioration de la stratégie de régulation en utilisant le même régulateur avec une stratégie plus performante utilisant deux boucles au lieu d'une seule.



***Conclusion
générale***

Conclusion générale

L'étude que nous avons menée dans ce projet a montré que le contrôle des processus par des régulateurs AC STATION est un moyen très efficace de par sa flexibilité dans le domaine industriel.

Le régulateur AC STATION (AC 20) d'ASCON est de cette nouvelle génération qui met en œuvre les connaissances les plus avancées dans ce domaine.

Ses différents modules (PID, SDV, ...etc.) ainsi que sa facilité de programmation (AC-PROGRAPH) offrent des possibilités d'utilisation et de création de nombreuses stratégies de régulation selon les exigences de chaque processus.

De plus, il donne à l'utilisateur le moyen d'agir sur le processus à réguler grâce aux forçages.

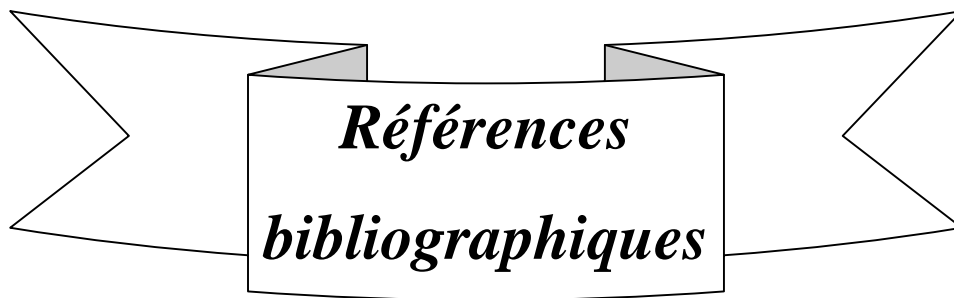
L'utilisation d'un réseau à grande vitesse(ARCNET), permet la communication entre le régulateur et les autres organes (autres régulateurs, superviseur, ...etc.) dans le but de créer une large stratégie de commande et de coopérer pour l'accomplissement des tâches les plus complexes.

Les différents capteurs (température, pression) informent le système de régulation sur les états des paramètres du processus en envoyant des signaux normalisés (4-20mA). De pareils signaux commandent les différents actionneurs (vannes de régulation,...etc.), afin de mener à terme la réaction.

Enfin, l'application pratique nous a montré les performances du régulateur AC STATION dans le processus d'hydrogénation, du fait qu'il arrive à maintenir la température, dans un intervalle bien défini, avec un minimum d'énergie et son adaptabilité à de différents processus industriels, ainsi que le choix de la stratégie de commande utilisée.

Tout en garantissant la fiabilité de la boucle de régulation, nous avons proposé une amélioration en utilisant un seul régulateur pour le contrôle des deux paramètres du réacteur en changeant la stratégie de régulation.

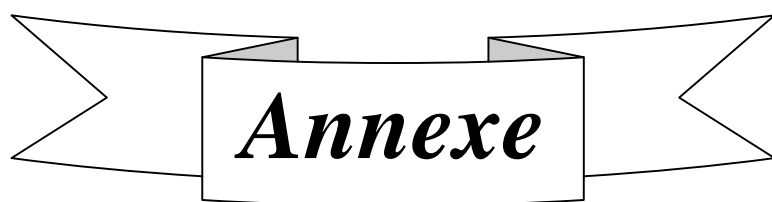
En perspective, il serait souhaitable de continuer ce travail par la maîtrise du langage de programmation AC-PROGRAPH ainsi que le logiciel de supervision des processus industriels ASCOVIS, afin d'augmenter les performances de ce régulateur.



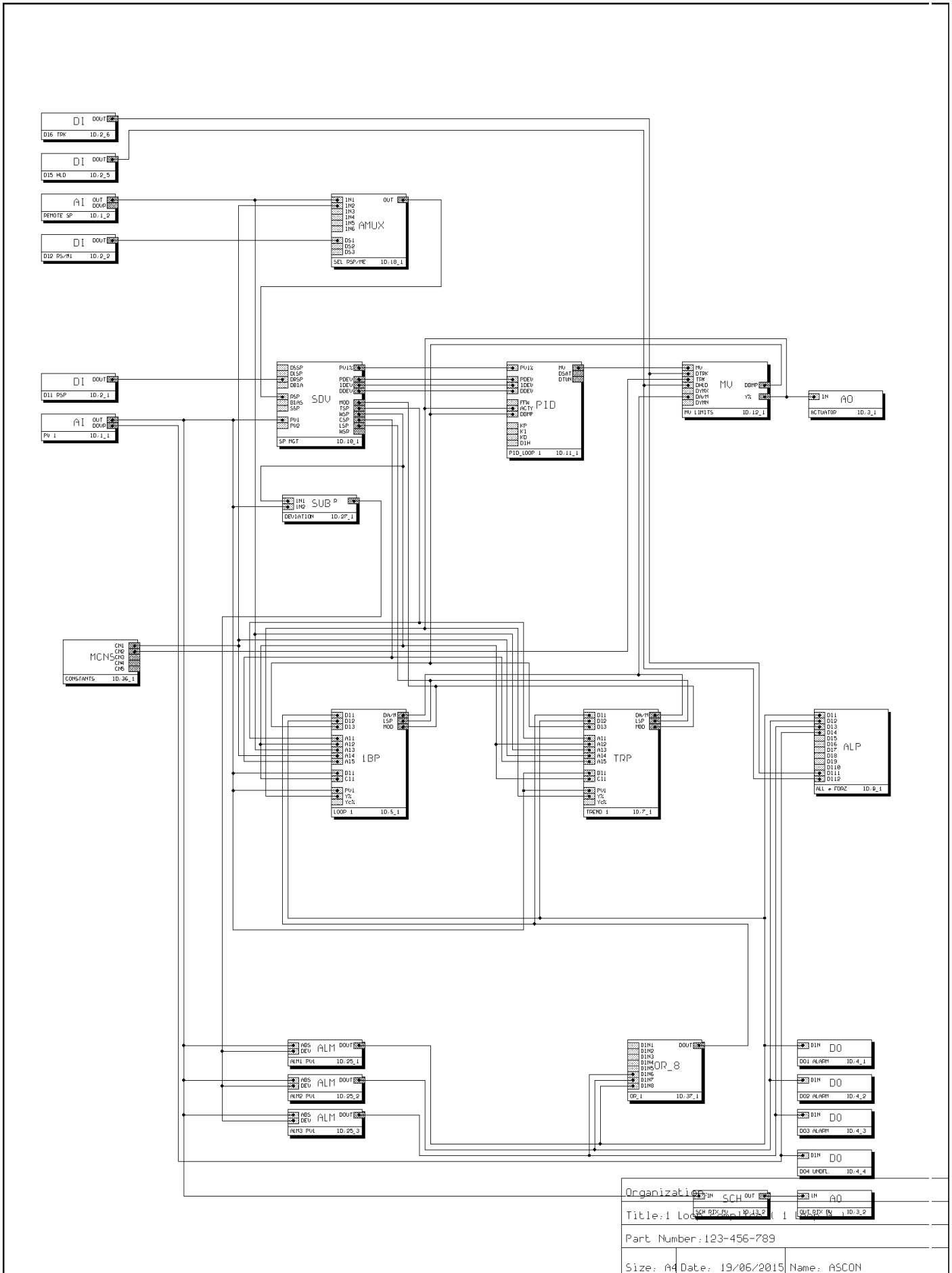
*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

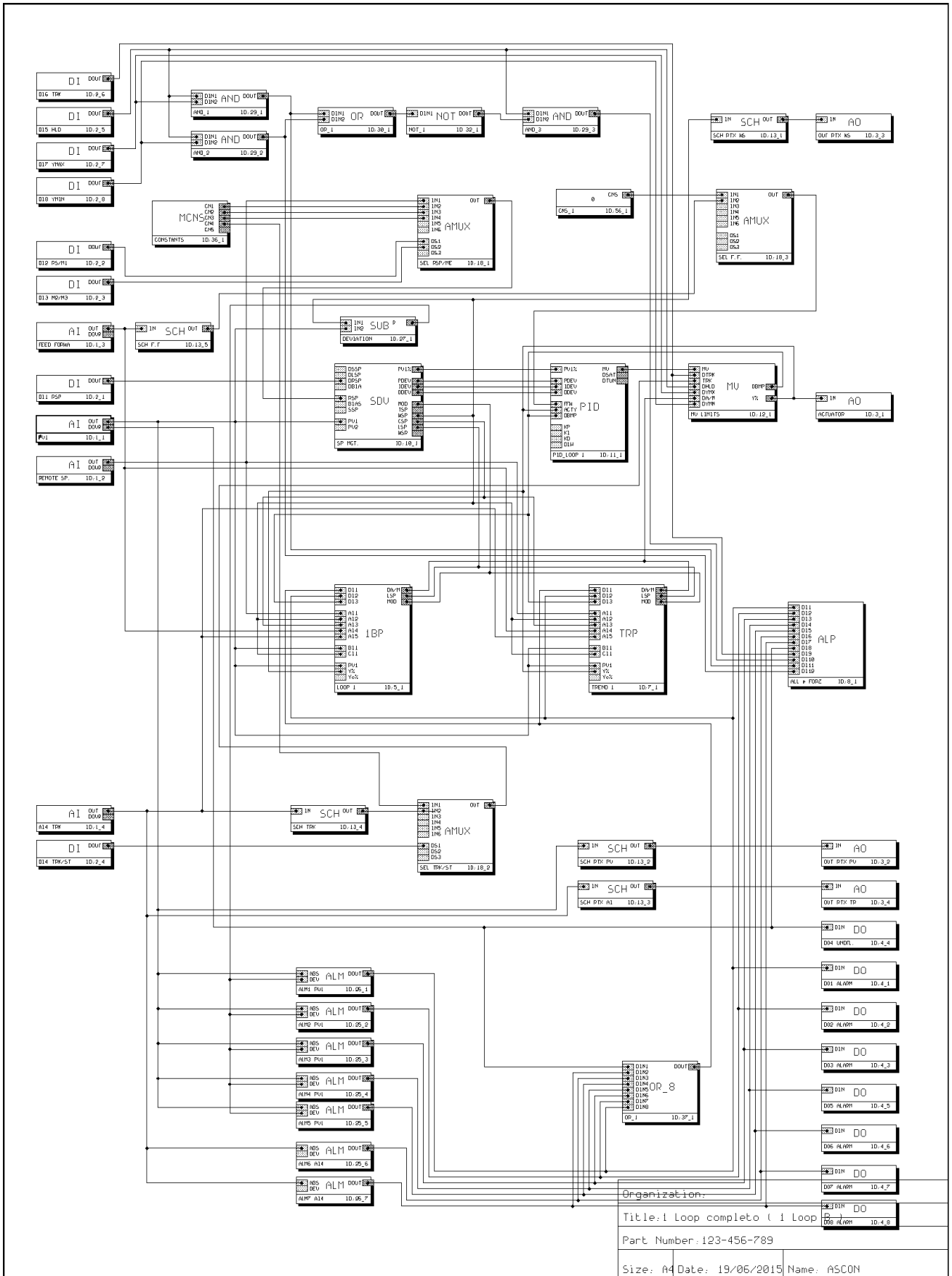
- [1] : ANALYSE DE FONCTIONNEMENT DE LA MAGRARINERRIE DE CO.G.B La Belle, manuel
- [2] : H.BUHLER « Conception des systèmes automatiques », presses polytechniques romandes, édition 1988
- [3] : AC STATION AC20 « Manuel d'utilisation »
- [4] : http://www.btfmesures.be/regulateurs/ascon_bt_ac_fr.pdf
- [5] : AC STATION « AC PROGRAPH ».
- [6] : [http://gte.univ-littoral.fr/sections/documents_pdagogiques/chapitre 8.](http://gte.univ-littoral.fr/sections/documents_pdagogiques/chapitre_8)
- [7] : https://www.google.dz/?gws_rd=cr,ssl&ei=rONUVcmMD8mP7AbL_oDYBA#q=introduction+temperature+sensor
- [8] : http://www2.ac-lyon.fr/etab/lycees/lyc-69/descartes/IMGche_Pt100v3.pdf/pdf/Affi
- [9] : http://www2.ac-lyon.fr/etab/lycees/lyc-69/descartes/IMG/pdf/Transmetteur_Capacitif.pdf
- [10] : <http://www.fujielectric.fr/capteurs-standards-fcx-aii-0#.VVT00dw9LXw>
- [11] : <http://elearn2013.univouargla.dz/courses/MGE32ETMGC32/document/Pompoesetcompresseurs2.pdf?cidReq=MGE32ETMGC32>
- [12] : http://wermac.org/valves/valves_general.html
- [13] : http://fairchildproducts.com/pdf/Model_T5200_NEW%202006.pdf
- [14] : <http://azprocde.pagesperso-orange.fr/regulation5.html>
- [15] : www.dimaista.com/telecharger_cours_ista_ofppt/Modules_techiciens_specialise/Modules_Electromecanique_des_systemes_automatisees-ESA/Module_28_Installation_depannage-instrumentation_industrielle.pdf



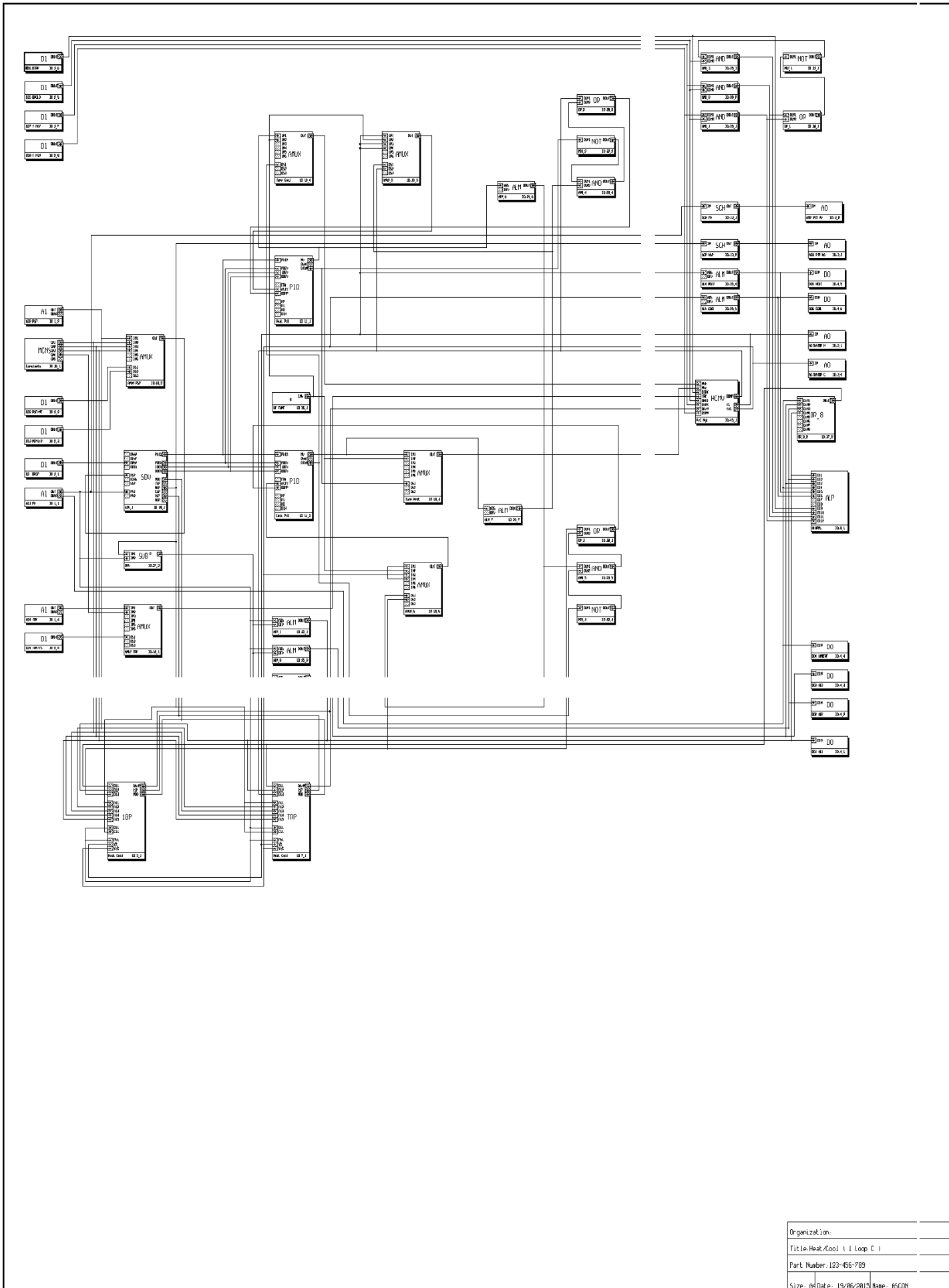
Une boucle A



Une Boucle B

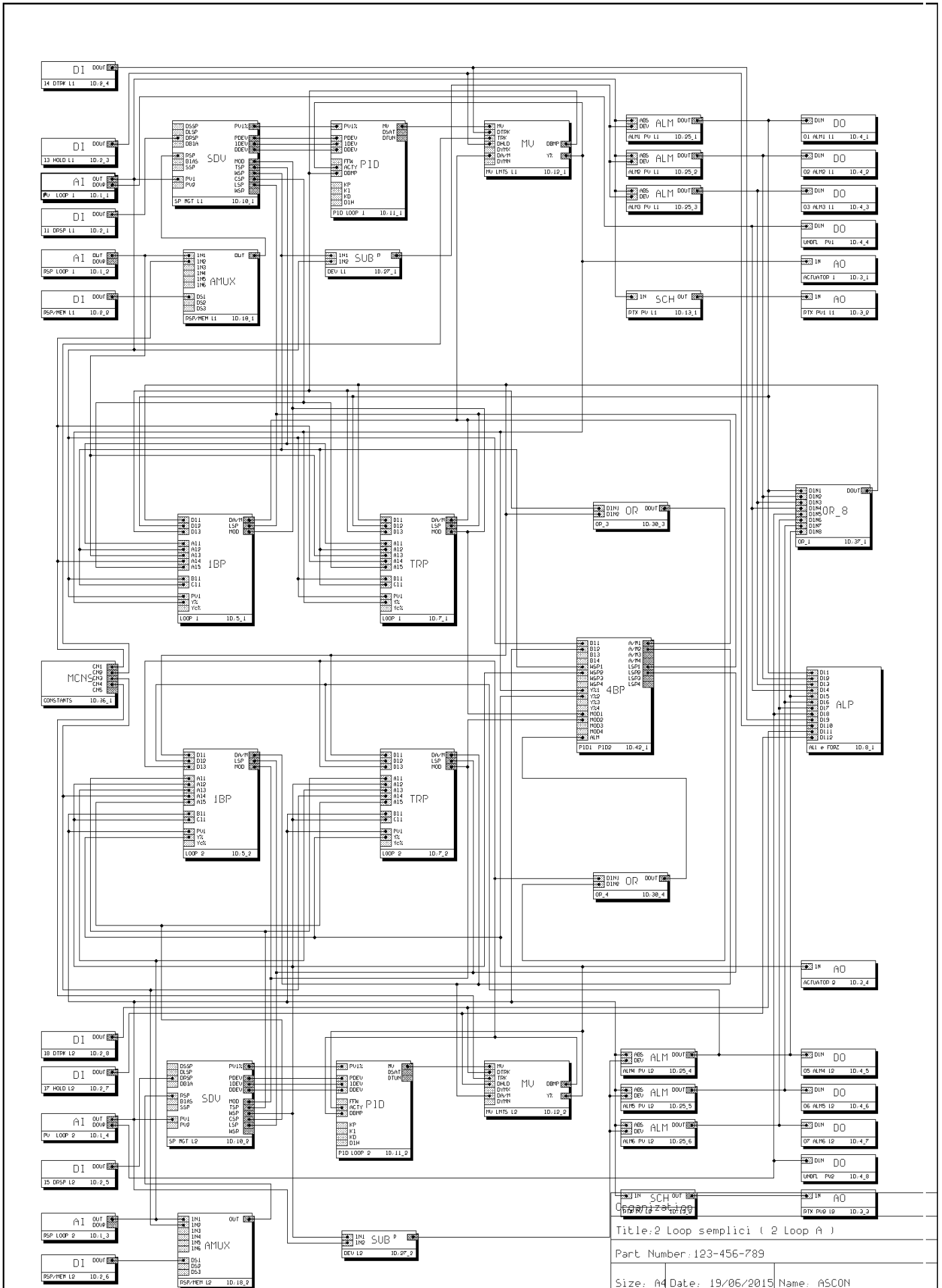


Une Boucle C

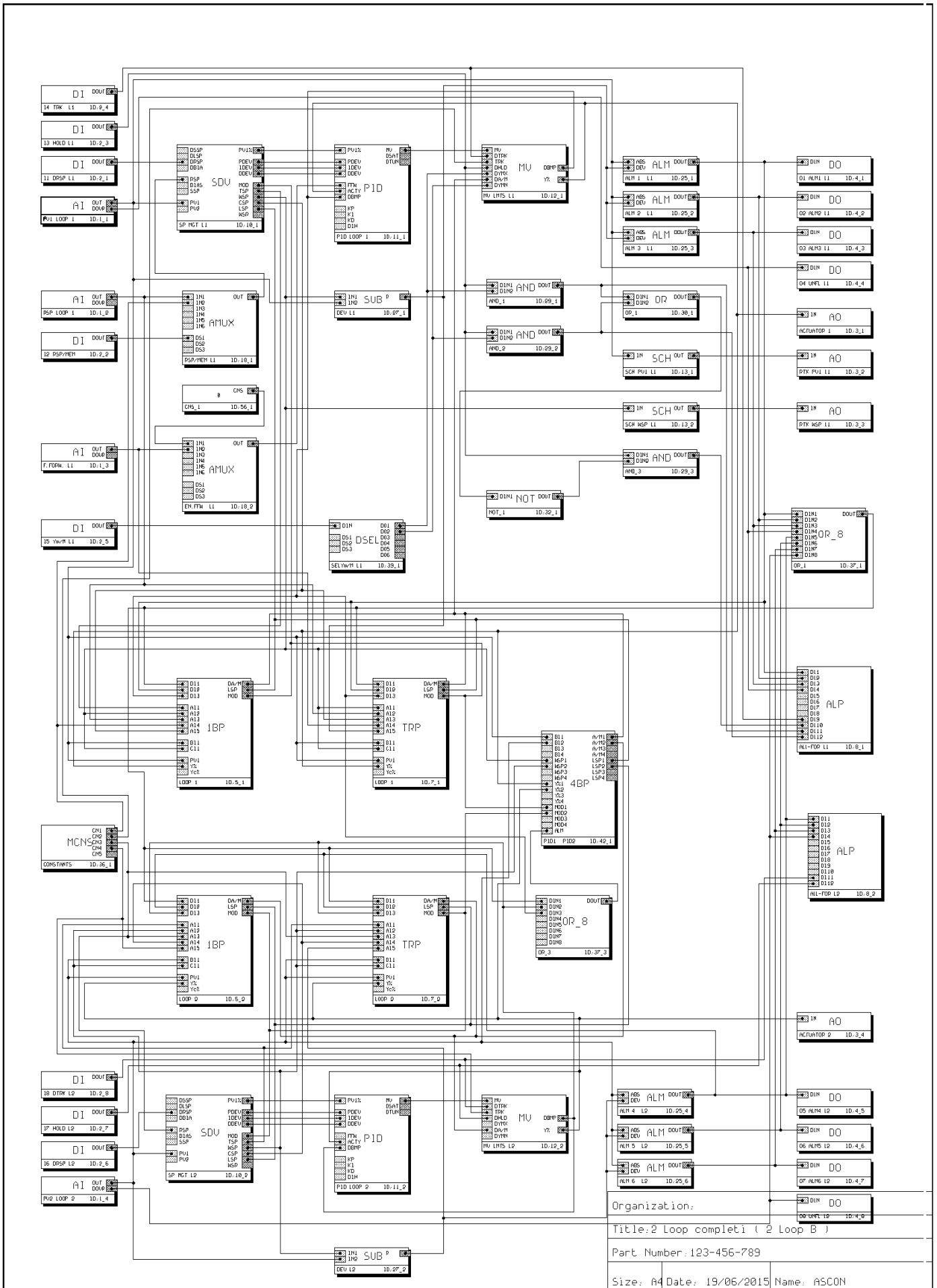


Organization:	
Title: Heat-Cool (1 loop C)	
Part Number: 123-456-789	
Size: A4 Date: 13/06/2013 Name: HSCON	

Deux Boucles A



Deux Boucles B



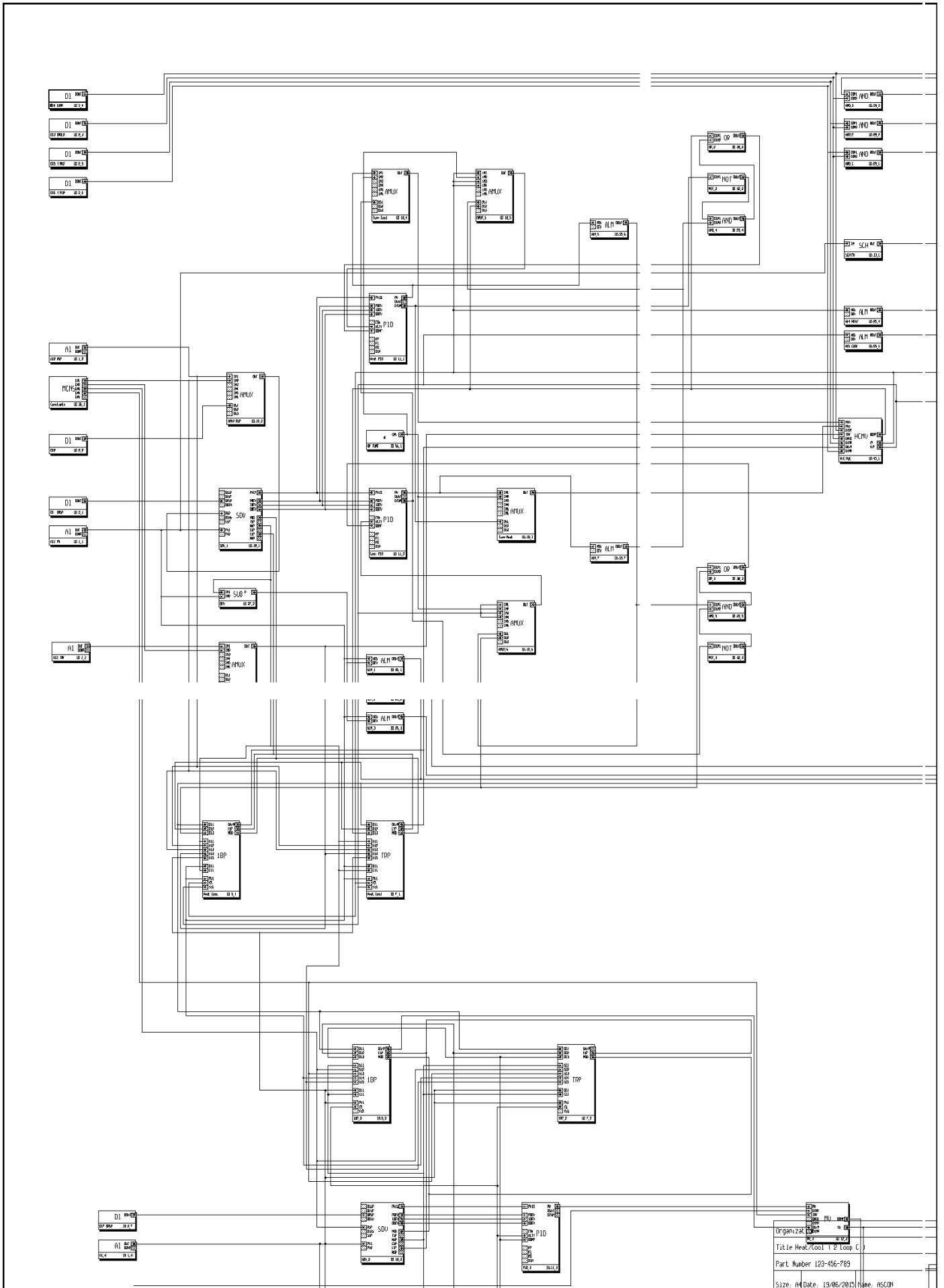
Organization:

Title: 2 Loop complet (2 Loop B)

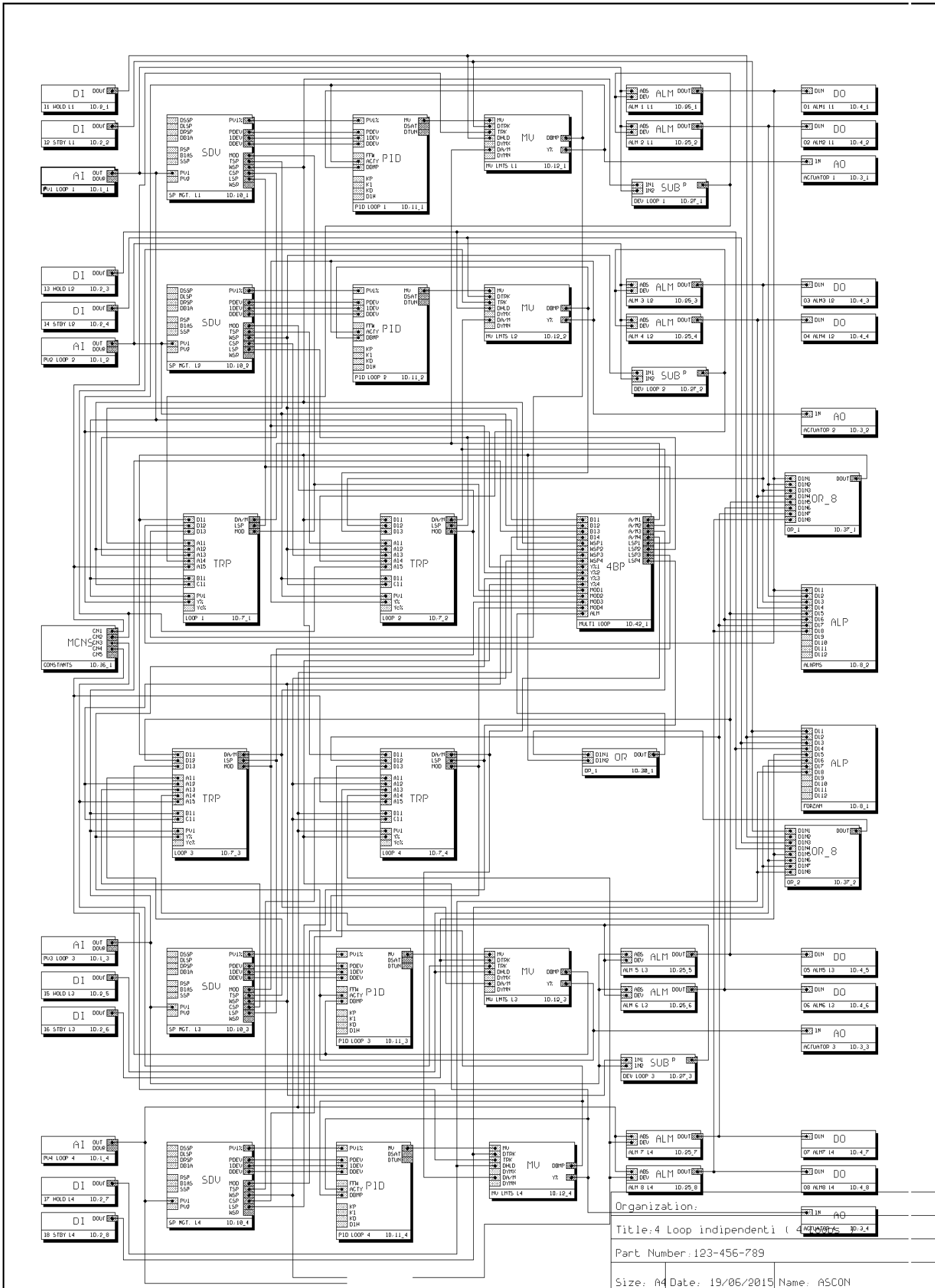
Part Number: 123-456-789

Size: A4 Date: 19/06/2015 Name: ASCON

Deux Boucles C



Quatre Boucles



Organization:
 Title: 4 Loop independenti (4) 19/06/2015 10:24
 Part Number: 123-456-789
 Size: A4 Date: 19/06/2015 Name: ASCON

Quatre indicateurs

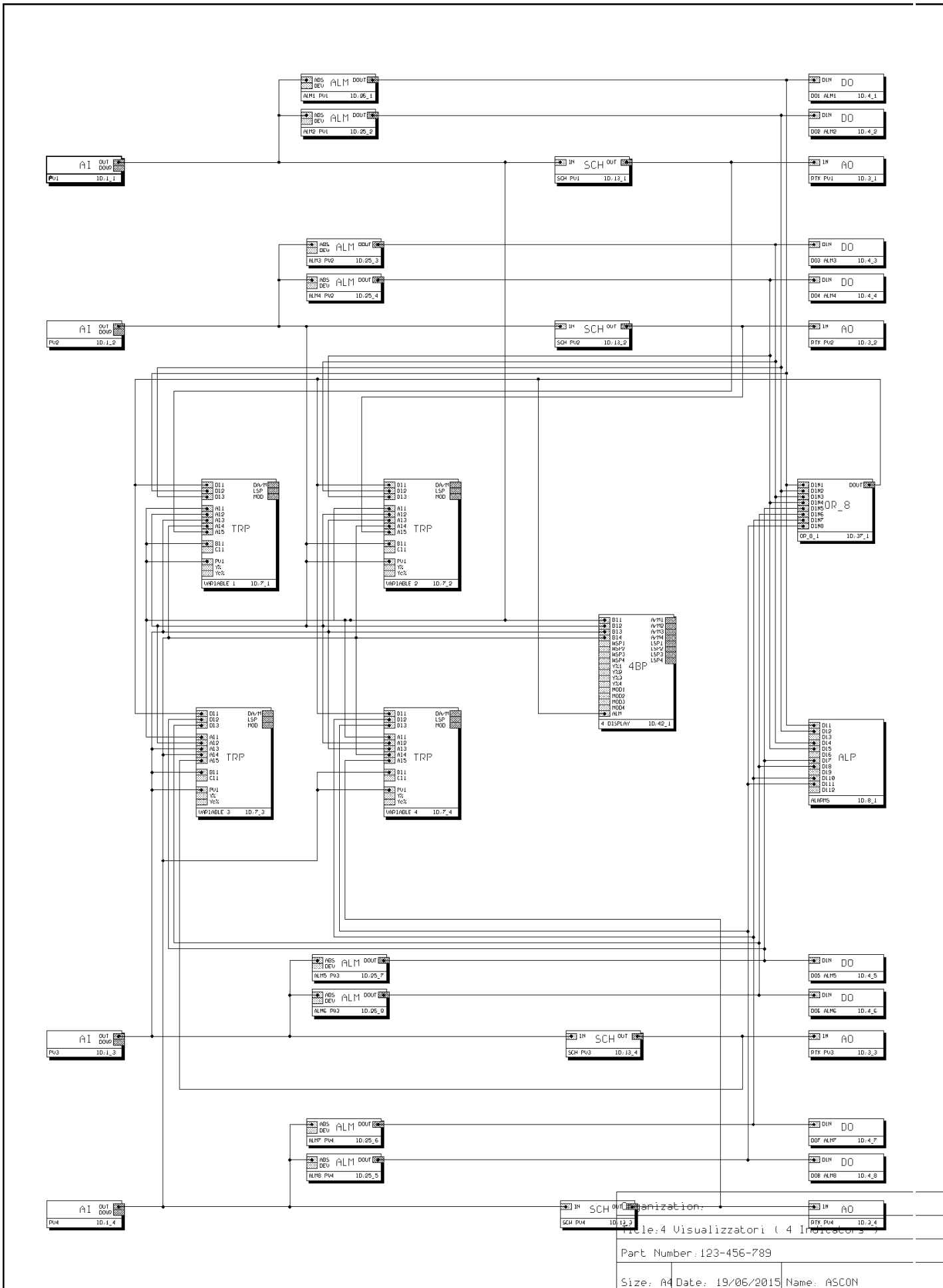
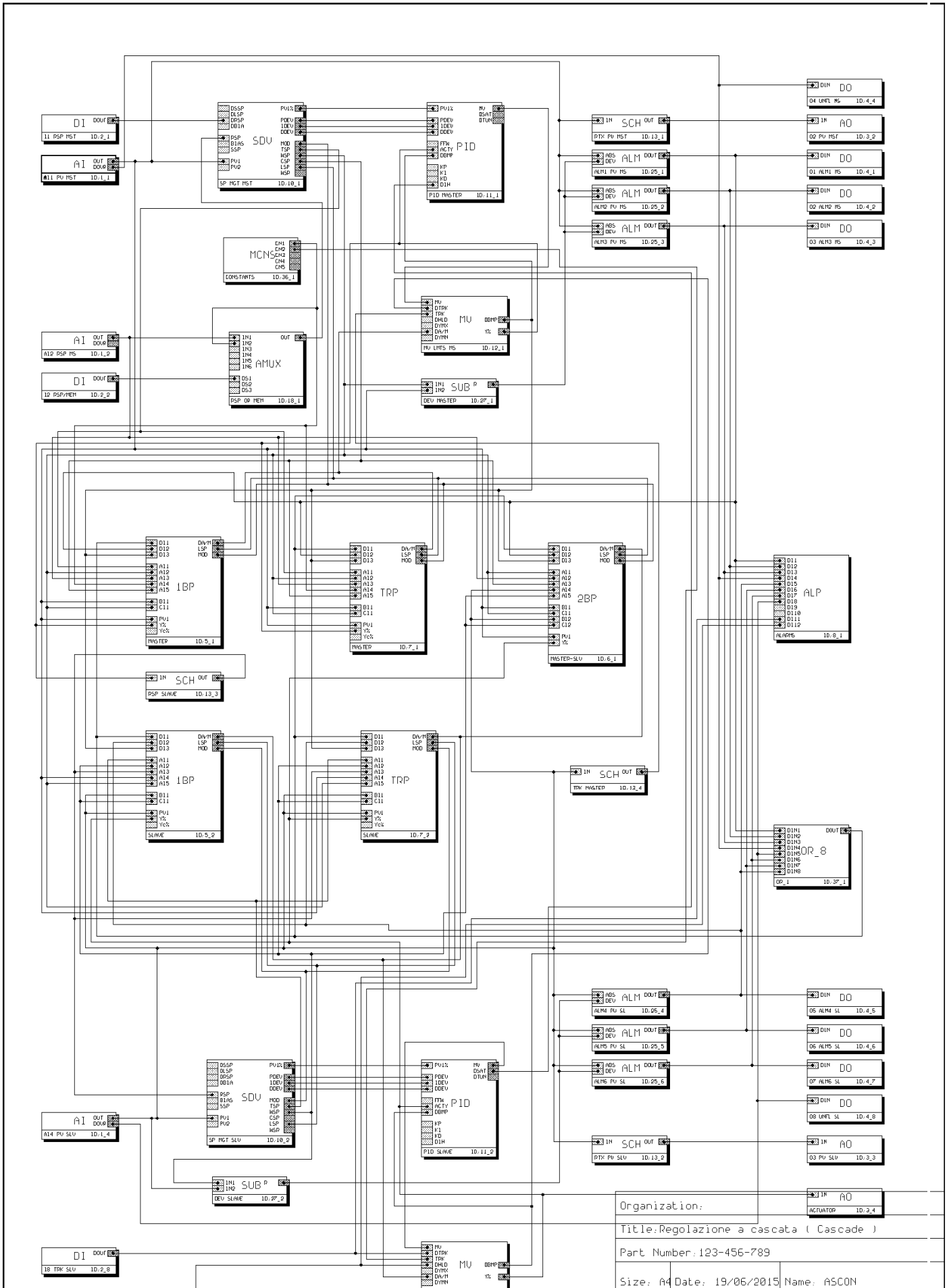


Figure 4 Visualizzatori (4 Indicators)

Part Number: 123-456-789

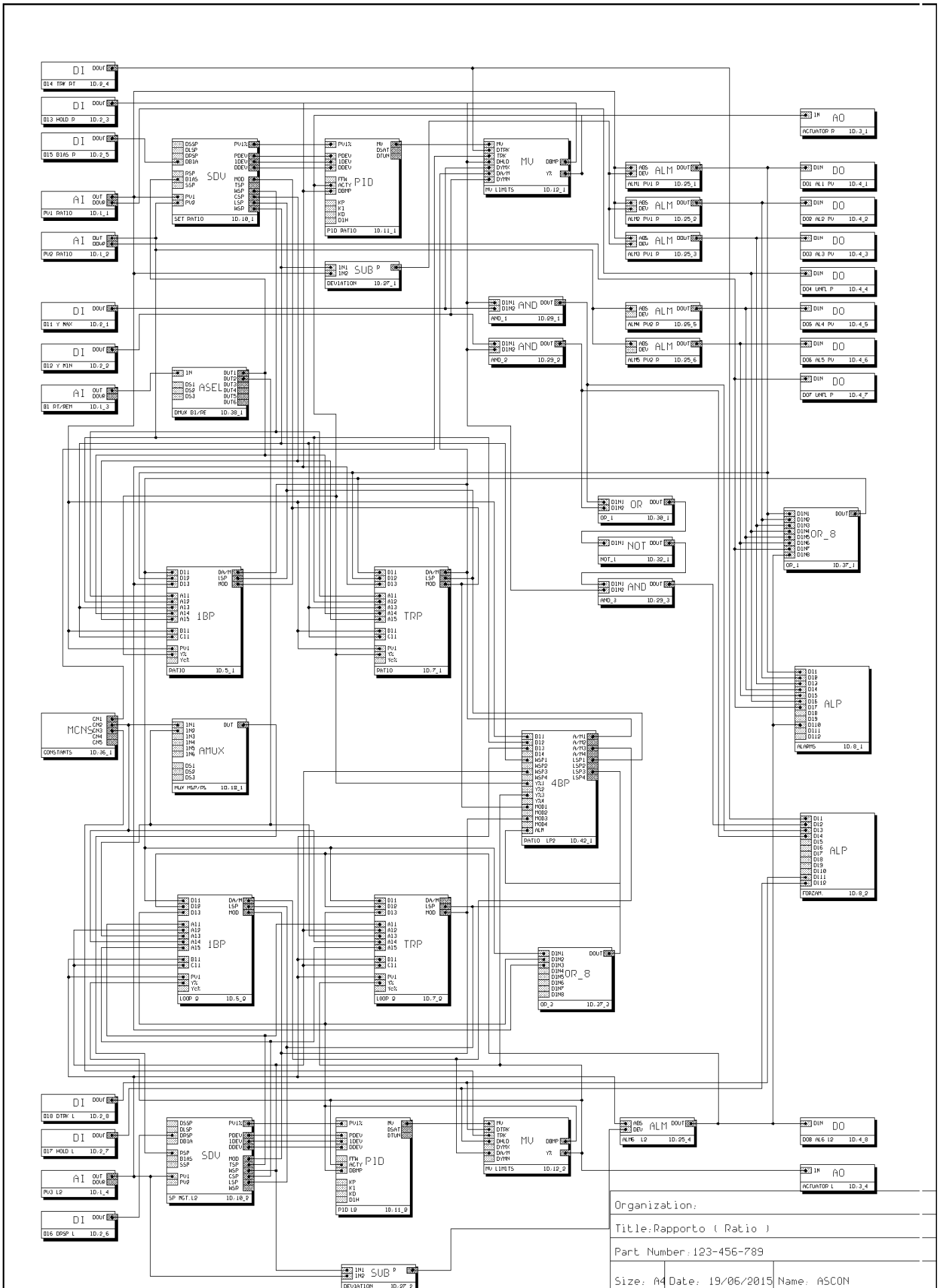
Size: A4 Date: 19/06/2015 Name: ASCON

Boucle Cascade



Organization:	
Title:	Regolazione a cascata (Cascade)
Part Number:	123-456-789
Size:	A4
Date:	19/06/2015
Name:	ASC0N

Boucle Ratio



Organization:		
Title:Rapporto (Ratio)		
Part Number:123-456-789		
Size: A4	Date: 19/06/2015	Name: ASCON

Boucle Override

