

I R A	<b>REGULATION DE RAPPORT</b>		Page
B. PIGERON	SOMMAIRE	RN 90	Chapitre S

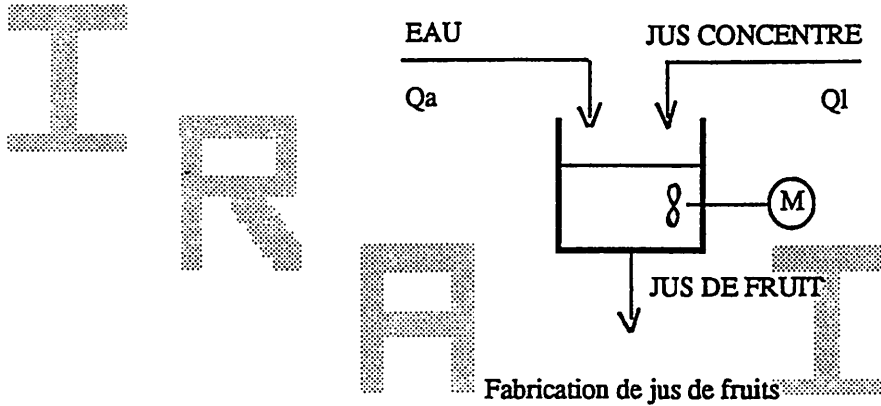
I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N

I	- PRINCIPE .....	1
II	- EXEMPLE D'UNE REGULATION DE RAPPORT .....	2
III	- TYPES DE REALISATION .....	3
IV	- OPERATEURS DE LA REGULATION DE RAPPORT	
	IV.1 RELAIS DE RAPPORT (PROPORTIONNEUR) .....	4
	IV.2 RELAIS DIVISEUR .....	4
V	- MISE AU POINT DE LA REGULATION DE RAPPORT	
	V.1 CALCUL ET AFFICHAGE DES COEFFICIENTS .....	5
	V.2 REGLAGES DE LA BOUCLE FERMEE .....	7
VI	- EXEMPLES DE REGULATIONS DE RAPPORT .....	8

BIBLIOGRAPHIE : BHALY - BOUCLES DE REGULATION - ETUDE ET MISE AU POINT

I - PRINCIPE -

Cette régulation consiste à asservir un débit  $Q_a$  à un autre débit appelé libre ou pilote  $Q_l$ .



La figure ci-dessus montre une application où on élabore un jus de fruit à partir d'un débit de jus concentré  $Q_l$  et d'un débit d'eau  $Q_a$ .

Pour obtenir le jus de fruit, il faut respecter un rapport  $K$  entre le débit de jus concentré et le débit d'eau, tel que :

$$Q_a = K \cdot Q_l \quad (1)$$

Ce rapport  $K$  dépend des impératifs de la fabrication. Il peut être fixé :

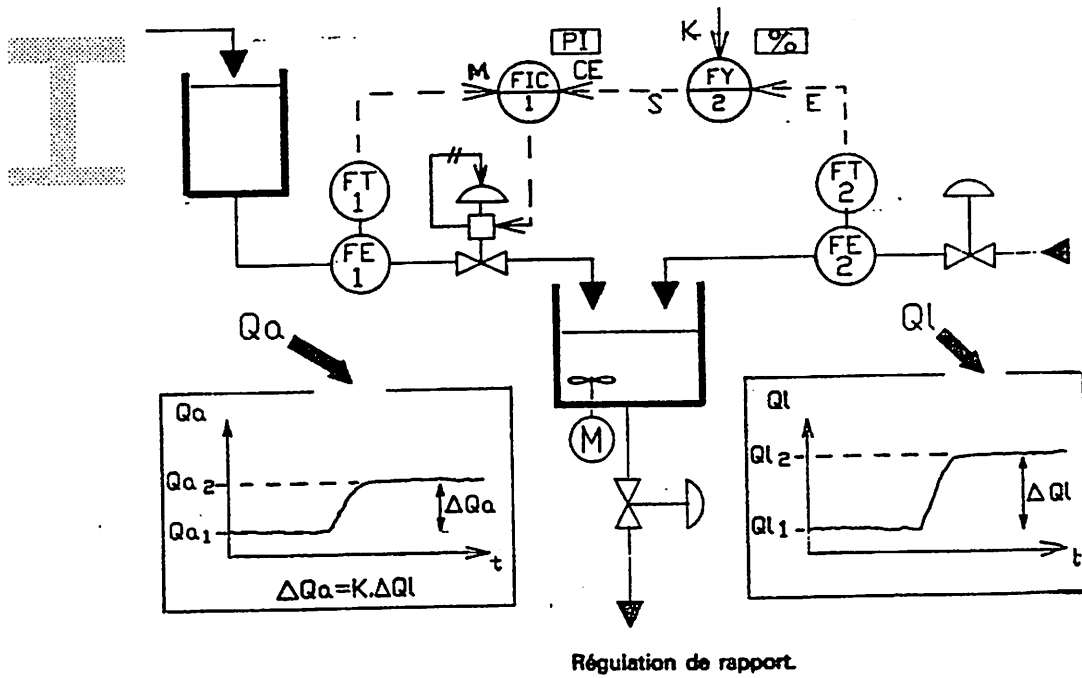
- manuellement
- de façon automatique

$$K = \frac{Q_a}{Q_l}$$

IRA	REGULATION DE RAPPORT	Page
B. PIGERON	EXEMPLE D'UNE REGULATION	RN 90 Chapitre II 2

II - EXEMPLE D'UNE REGULATION DE RAPPORT -

A partir de l'exemple précédent, la régulation de rapport peut se présenter ainsi :



L'égalité (1) doit toujours être respectée ... Si la boucle asservie est correctement réglée, on obtient :

$$M = CE \quad \text{donc} \quad Q_a = CE$$

le signal CE est donné par la sortie du relais FY2 avec :

$$CE = K \cdot E$$

Comme E représente Ql, on obtient :

$$Q_a = K \cdot Q_l$$

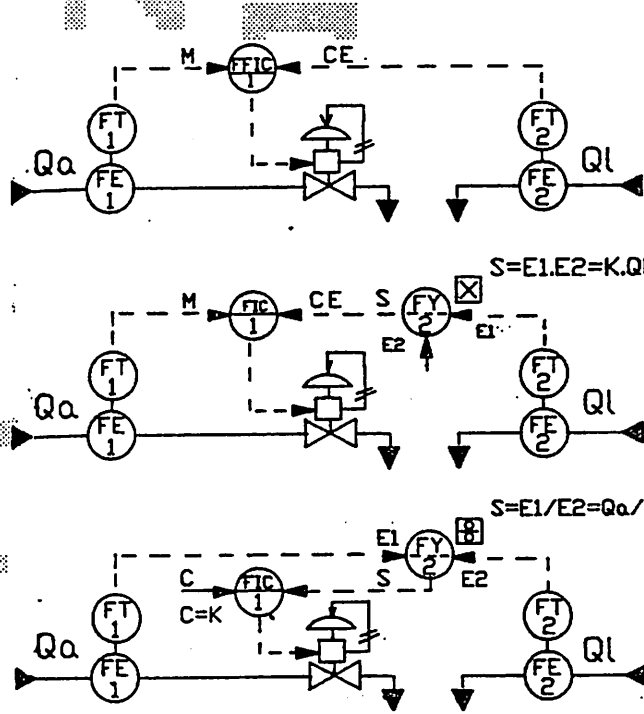
IRA	<b>REGULATION DE RAPPORT</b>
B. PIGERON	TYPES DE REALISATIONS

**III - TYPES DE REALISATIONS -**

La figure précédente ne représente pas la seule application possible d'une telle régulation. Régulation de rapport recouvre en fait 2 cas principaux qui sont :

- la régulation de PROPORTION
- la régulation de RAPPORT

Ces deux types de réalisations sont illustrés par les figures ci-dessous :



a) REGULATION DE PROPORTION

regulateur de rapport FFIC  
fonction PID + fonction rapport, le rapport K est affiche dans FFIC

b) REGULATION DE PROPORTION

regulateur FIC et multiplicateur FY : l'entree E2 represente le rapport K

c) REGULATION DE RAPPORT

regulateur FIC et diviseur FY : la consigne C permet l'affichage du rapport K

Différentes réalisations d'une régulation de rapport.

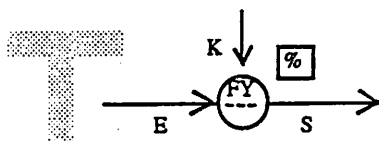
I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

IRA	REGULATION DE RAPPORT			Page
B. PIGERON	OPERATEURS DE LA REGULATION DE RAPPORT	RN 90	Chapitre IV	4

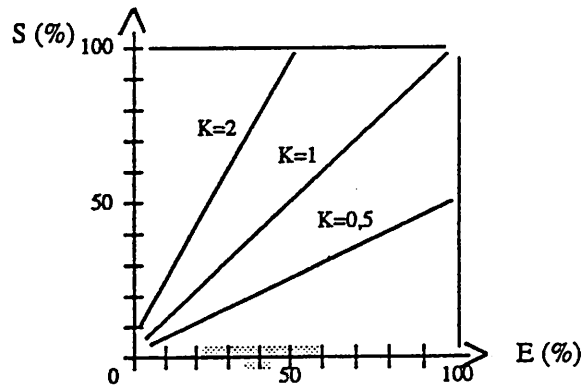
IV - OPERATEURS DE LA REGULATION DE RAPPORT -

IV.1 RELAIS DE RAPPORT (PROPORTIONNEUR) :

L'équation générale est :  $S = K \cdot E$



E signal d'entrée  
S signal de sortie  
K réglage de rapport



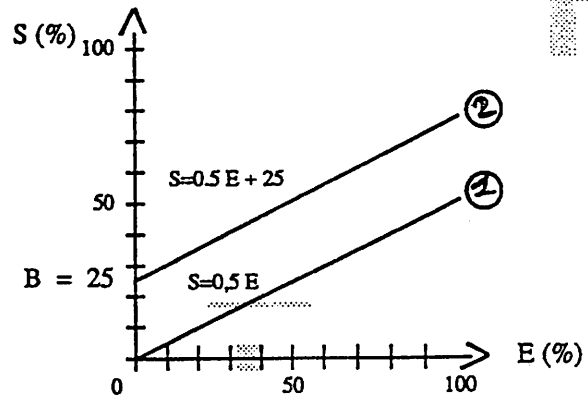
Avec des échelles de débit dont l'origine ne correspond pas à zéro, l'équation est :

$$S = K \cdot E \pm B$$

Le terme B représente un décalage (bias) du signal de sortie.

Courbe ①  
ratio (pente K) = 0,5  
bias (décalage B) = 0 %

Courbe ②  
ratio (pente K) = 0,5  
bias (décalage B) = 25 %



IV.2 RELAIS DIVISEUR :

L'équation générale est :  $S = \frac{E1}{E2}$

Les équations particulières peuvent être par exemple :

$$S = \frac{E1 (\%)}{E2 (\%)} \qquad S = \frac{E1}{E2} \cdot 100$$

$$S = \frac{(K1 \cdot E1 + B1)}{(K2 \cdot E2 + B2)} \quad (K3 \cdot E3 + B3)$$

etc...,

INSTITUT DE REGULATION ET AUTOMATION

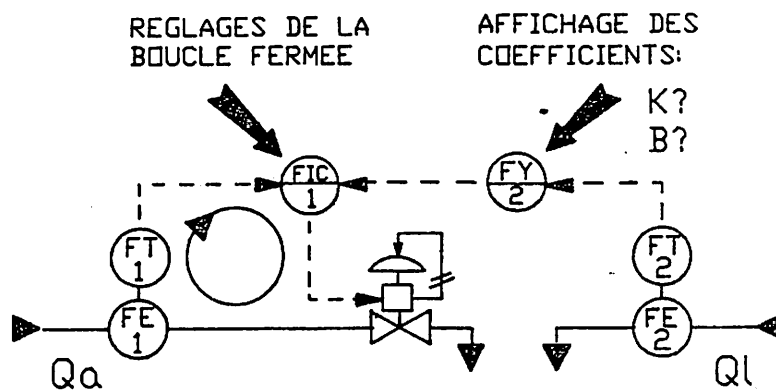
**V - MISE AU POINT DE LA REGULATION DE RAPPORT -**

La mise au point s'effectue dans l'ordre suivant :

**CALCUL ET AFFICHAGE DES COEFFICIENTS :**

*⚠ Il y a parfois besoin de mettre à l'échelle si le SNA ne travaille pas en unité physique.*

Le coefficient de rapport  $K$  et le décalage  $B$  sont généralement connus : les afficher. Dans le cas contraire, se reporter au paragraphe V.1.

**REGLAGE DE LA BOUCLE FERMEE :****V.1 CALCUL ET AFFICHAGE DES COEFFICIENTS :**

Le tableau de la page suivante donne les principaux cas de figure suivants :

- utilisation relais de rapport ou diviseur
- signaux linéaires ou quadratiques de débit
- informations des débits exprimées en unités physiques (U.P) ou représentées en pourcentage (%)
- échelles de débit à zéro décalé ou non

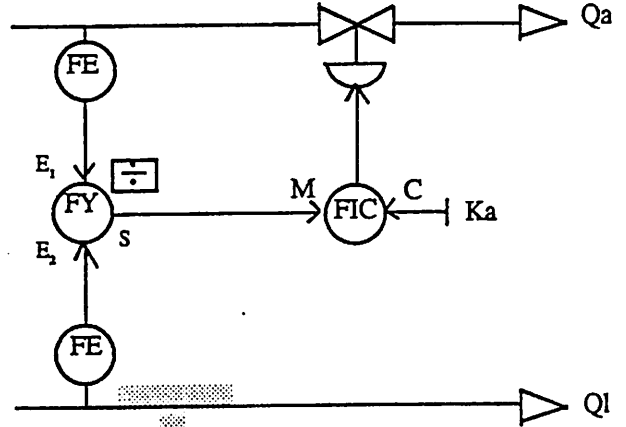
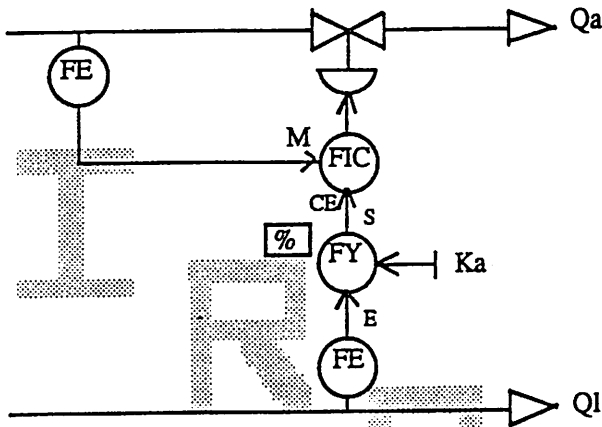
Les symboles employés sont :

- $K_d$  : rapport désiré ( $K_d = Q_a / Q_l$ )
- $K_a$  : rapport à afficher
- $E_l, E_a$  : étendues d'échelle des débit libres et asservis
- $Z_l, Z_a$  : zéro décalés des échelles des débits libres et asservis

*A utiliser si on travaille en % échelle et non pas en unité physique -*

RELAIS DE RAPPORT

DIVISEUR

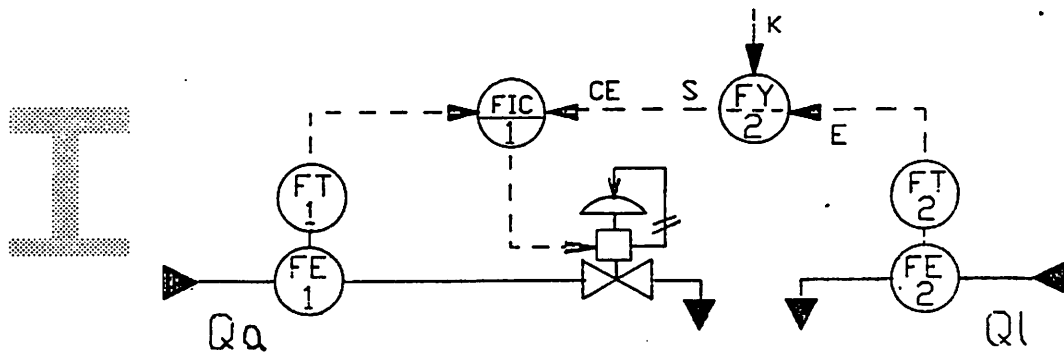


TYPES ECHELLES	SIGNAUX	RELATIONS		TYPES ECHELLES	SIGNAUX	RELATIONS	
ECHELLES NON DECALEES	LINEAIRES	échelles U.P	échelles %	ECHELLES NON DECALEES	LINEAIRES	échelles U.P	échelles % $K_a = K_d$
		$K_a = K_d$	$K_a = K_d \cdot \frac{E_1}{E_a}$			(2) $S = \frac{E_a \cdot E_1}{E_1 \cdot E_2}$	
ECHELLES NON DECALEES	QUADRATIQUES	échelles %		ECHELLES NON DECALEES	QUADRATIQUES	échelles %	
		$K_a = (K_d \cdot \frac{E_1}{E_a})^2$	$K_a = (K_d \cdot \frac{E_1}{E_a})^2$			(3) $S = \frac{E_1}{E_2}$	
ECHELLES DECALEES	LINEAIRES	échelles U.P	échelles %	ECHELLES DECALEES	LINEAIRES	échelles U.P	échelles % $K_a = K_d$
		$K_a = K_d$	(1) $B = \frac{K_d \cdot Z_1 - Z_A}{E_a} \cdot 100$			(2) $S = \frac{E_a \cdot E_1 + Z_a}{E_1 \cdot E_2 + Z_1}$	

(1) fonction de l'opérateur de la forme :  $S = K \cdot E \pm B$

(2) fonction du diviseur de la forme :  $S = \frac{K_1 \cdot E_1 + B_1}{K_2 \cdot E_2 + B_2}$

(3) fonction du diviseur de la forme :  $S = \frac{E_1}{E_2}$

V.2 REGLAGES DE LA BOUCLE FERMEE :

Cette figure fait apparaître que la régulation de rapport est constituée d'une boucle fermée dont la consigne externe CE est variable.

Cette boucle fermée est une "boucle rapide". Le FIC1 est de mode PI ou I. La procédure de réglage est la suivante :

- déterminer à partir de  $Ql$  et de  $Kd$  la consigne du FIC1.
- à partir des échelons effectués sur la consigne interne du FIC1, mettre au point la boucle fermée afin d'avoir une réponse non-oscillante.
- mettre la consigne interne du FIC1 égale à la sortie du FY2 et passer le régulateur en consigne externe.

Avec le cas de l'utilisation d'un relais diviseur, on agit directement sur la consigne interne du régulateur. Cette consigne représente  $Ka$ .



IRA	REGULATION DE RAPPORT		Page
B. PIGERON	EXEMPLES DE REGULATIONS DE RAPPORT	RN 90	Chapitre VI 8

**VI - EXEMPLES DE REGULATIONS DE RAPPORT -**

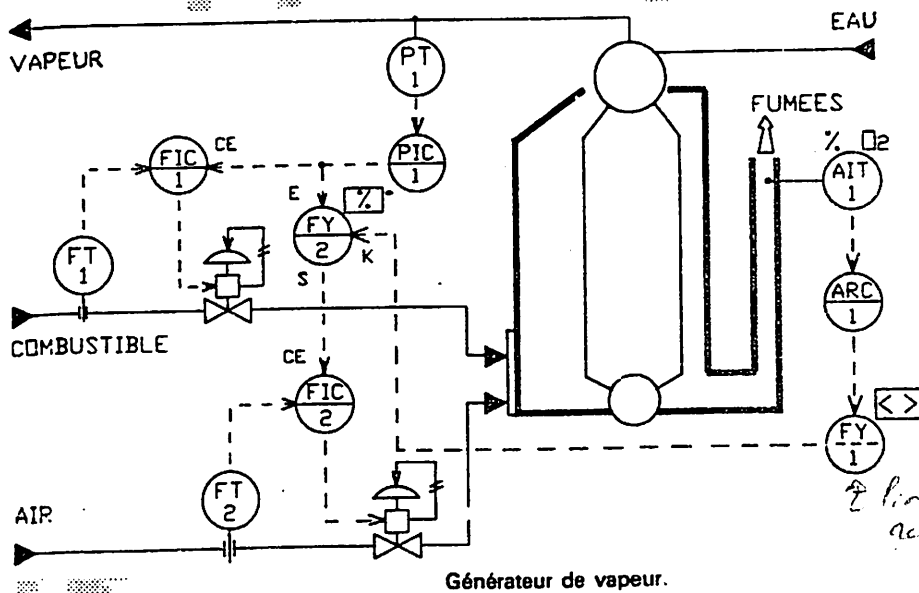
Quelques exemples industriels sont développés ...

Un de ces exemples (exemple 1) montre que le rapport K peut être fixé de façon automatique.

Exemple 1 :

Régulation air : combustible sur un générateur de vapeur.

Le schéma suivant montre que le rapport K est fixé de façon automatique.



Dans cet exemple, le signal de sortie du régulateur maître PIC1 fixe la consigne du régulateur de débit combustible FIC1. Il fixe également la consigne du débit d'air, par le module FY2 où il est multiplié par le rapport air / combustible K désiré. Le signal de sortie FY2 est la consigne du régulateur de débit d'air FIC2.

La qualité de la combustion est contrôlée en mesurant l'oxygène dans les fumées par l'analyseur AIT1. C'est à partir de cette analyse que la sortie du régulateur ARC1 adapte le rapport K.

Pour des raisons de sécurité, le relais limiteur FY1 limite les valeurs de K.

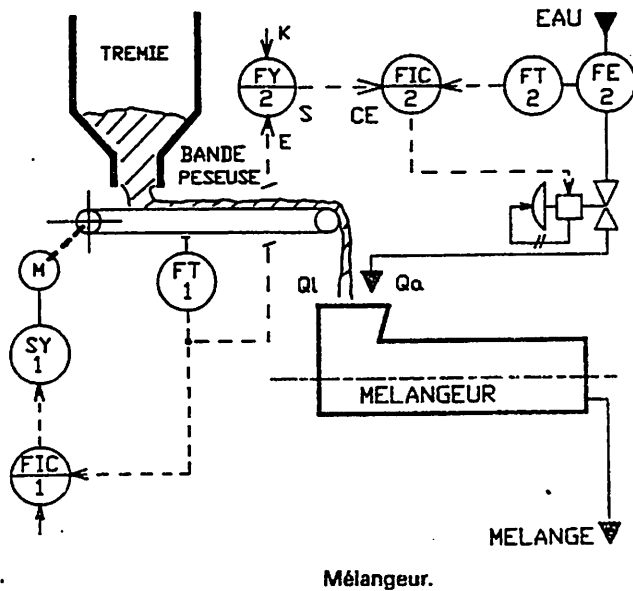
Remarquons la présence d'une cascade sur chaque grandeur réglante (débit de combustible et débit d'air).

IRA	<b>REGULATION DE RAPPORT</b>
B. PIGERON	EXEMPLES DE REGULATIONS DE RAPPORT <span style="float: right;">RN 90 <i>Chapitre VI</i></span>

Exemple 2 :

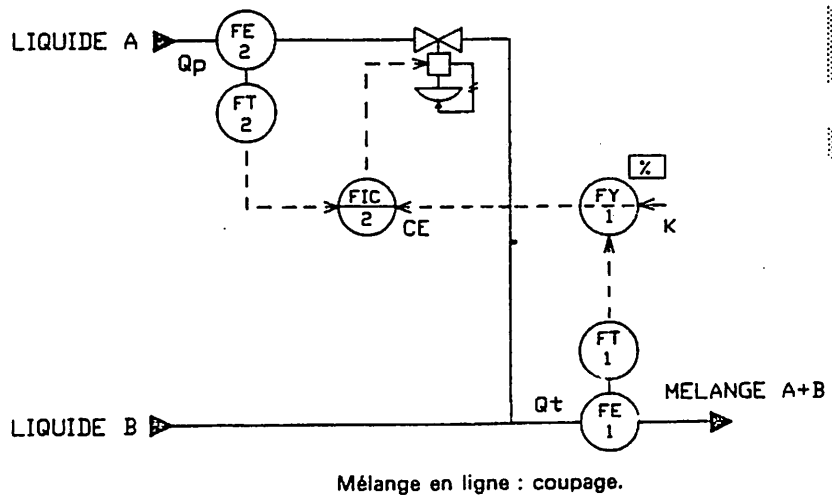
Régulation de rapport eau / poudre dans un mélangeur. Ce procédé est destiné à mélanger une poudre et de l'eau pour obtenir une pâte. Par l'intermédiaire du module SY1, la sortie du régulateur FIC1 fixe la vitesse de la bande peseuse, ce qui permet de régler le débit masse de poudre. Ce débit masse mesuré par FT1 s'obtient à partir des mesures simultanées de la vitesse et du poids de la bande transporteuse.

En fonction du débit de poudre, on adapte le débit d'eau au moyen du proportionneur FY2 et du régulateur FIC2.



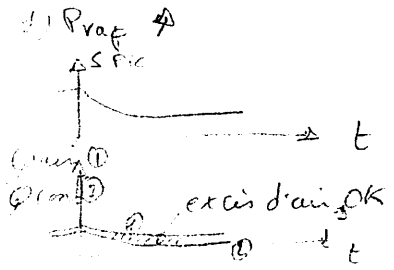
Exemple 3 :

Régulation de coupage pour réaliser le mélange en ligne de deux liquides. Cette régulation est utilisée particulièrement dans l'industrie alimentaire (brasseries, laiteries, ...). Dans notre exemple, il s'agit de mélanger en ligne deux liquides A et B. Le coupage est le rapport du débit partiel  $Q_p$  avec le débit total  $Q_t$ . Il fixe la valeur de K affiché sur le proportionneur FY1 :

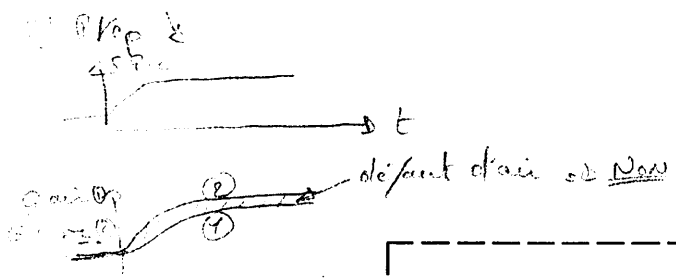


I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

# REGULATION DE RAPPORT

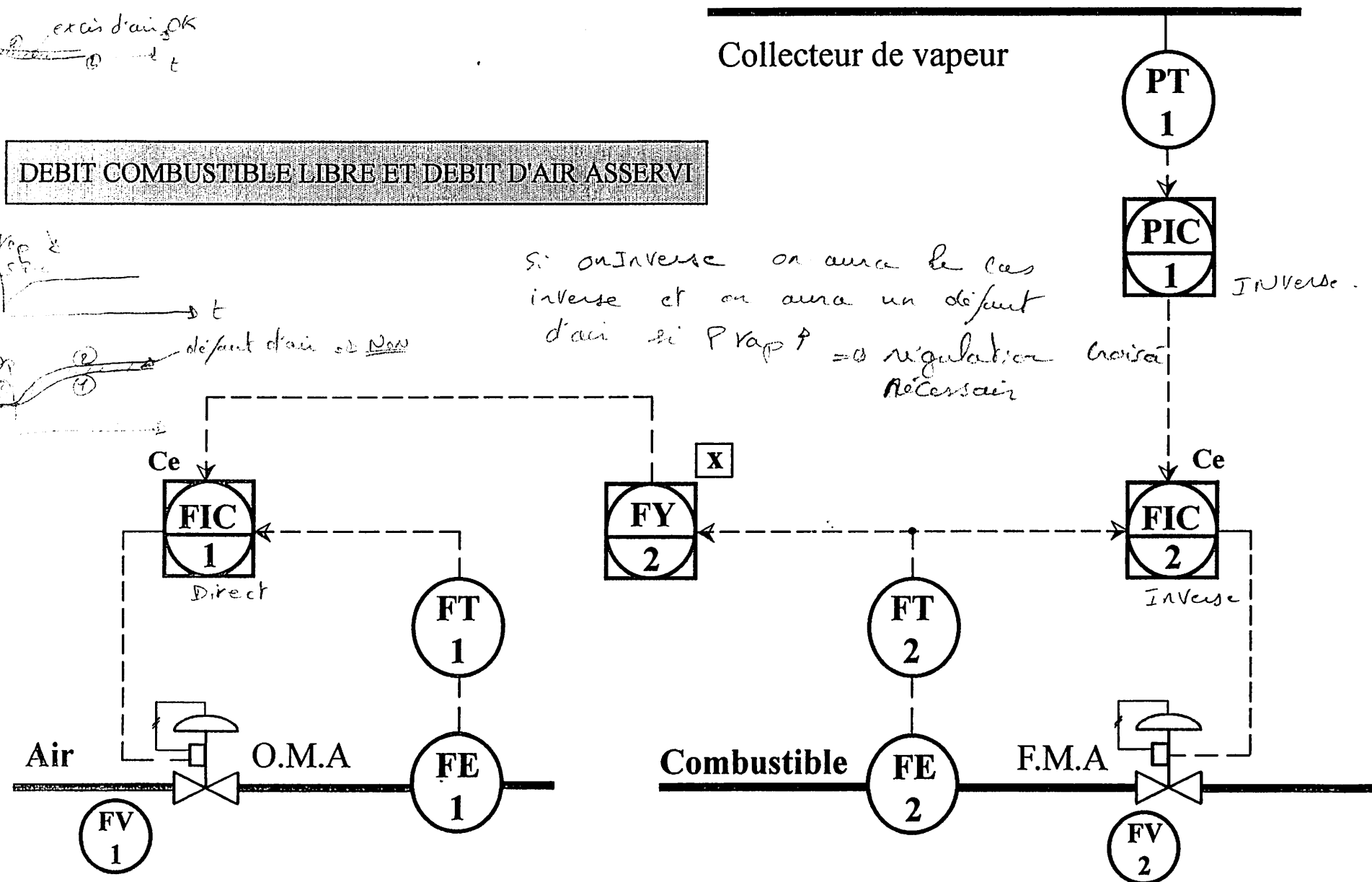


**DEBIT COMBUSTIBLE LIBRE ET DEBIT D'AIR ASSERVI**

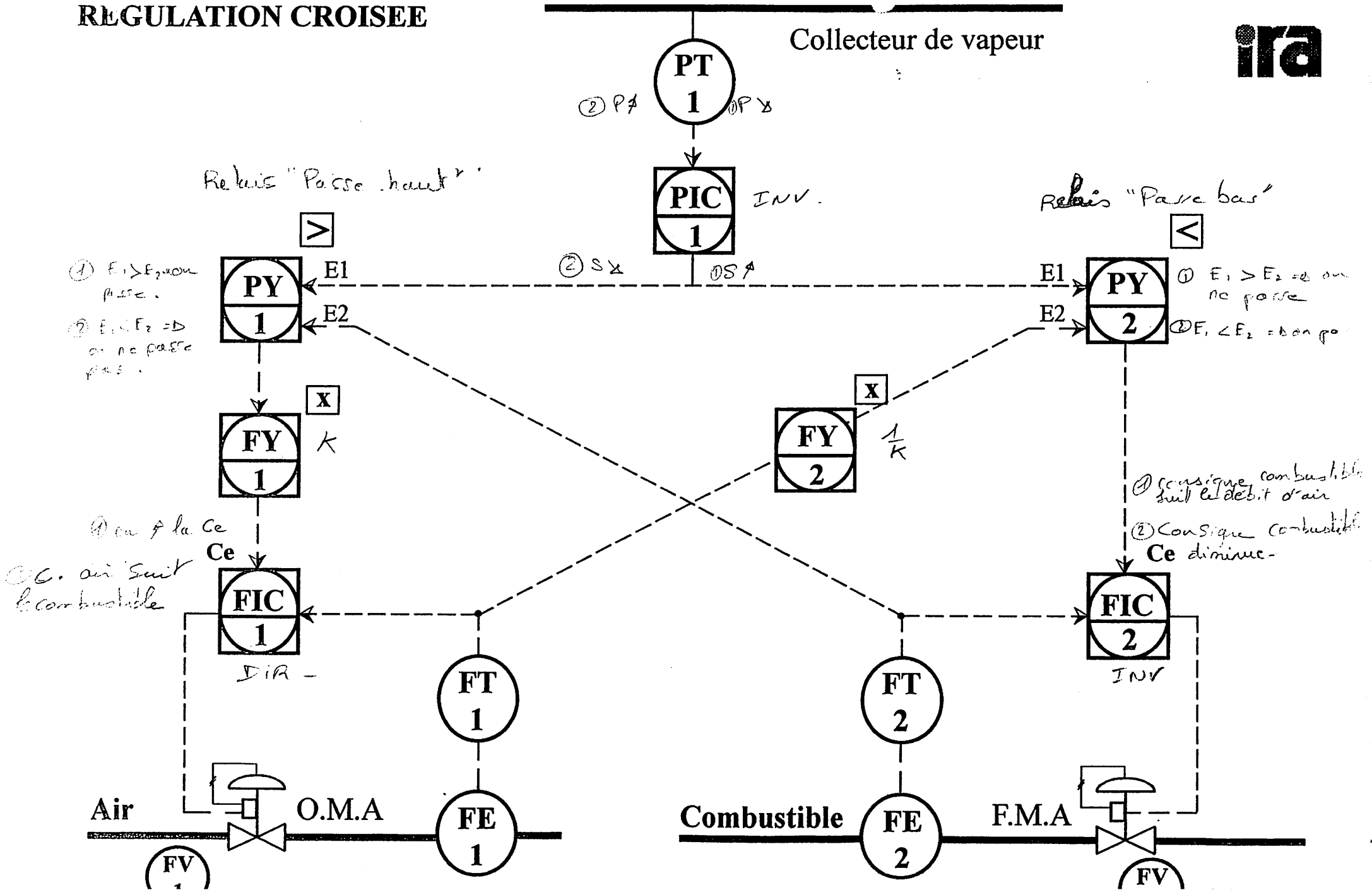


Si on Inverse on aura le cas inverse et on aura un défaut d'air si  $P_{vap} \uparrow \Rightarrow$  régulation croisée nécessaire

Collecteur de vapeur



# REGULATION CROISEE





**1 - BUT DE LA MANIPULATION.**

- Se familiariser avec la conduite du système numérique de contrôle commande mis à votre disposition. (Appel des vues, pilotage d'un régulateur, modification des actions...)
- Rechercher, vérification de la fonction de transfert et l'équation temporelle du régulateur programmer dans le système numérique de contrôle commande.

**2 - CARACTERISTIQUES DU REGULATEUR.**

- Résumer dans le tableau ci-dessous le repérage des actions avec leurs valeurs limites après essais ou après avoir consulté la notice du constructeur.

CONSTRUCTEUR: <i>Yokogawa</i>		TYPE: <i>MCL</i>	
ACTIONS	A.P:	Unité: <i>BP%</i>	Valeur mini: <i>0%</i> Valeur maxi: <i>70%</i>
	A.I:	Unité: <i>s</i>	Valeur mini: <i>1</i> Valeur maxi: <i>9999 s</i>
	A.D:	Unité: <i>s</i>	Valeur mini: <i>0</i> Valeur maxi: <i>9999 s</i>
	Gain: transitoire A.D	Unité:	Valeur mini:    Valeur maxi:

**3 - VERIFICATION DE L'ACTION PROPORTIONNELLE.**

- Mettre le régulateur en P. seul, afficher un gain  $Gr = 2$ . ( $Ti = \text{maxi}$  ou  $Ti = 0$  ou  $n = 0$  et  $Td = 0$ ).
- Passer le régulateur en automatique et effectuer un échelon sur la mesure  $\Delta M = 10\%$ .
- Revenir en manuel et se replacer dans les mêmes conditions initiales, passer en automatique et effectuer un échelon sur la consigne  $\Delta C = 10\%$ .
- Vérifier l'action proportionnelle pour différentes valeurs de  $Gr$  (ou de  $BP\%$ ) pour des échelons positifs et négatifs de mesure et de consigne.
- Peut-on annuler totalement l'action intégrale sur le régulateur?
- Que se passe-t-il si l'on passe en automatique sur un écart entre la mesure et la consigne?
- Conclusions après cet essai.

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



**4 - VERIFICATION DE L'ACTION PROPORTIONNELLE ET INTEGRALE.**

- Recherche de la fonction de transfert, de l'équation temporelle et du schéma fonctionnel du régulateur P.I.
- Mettre le régulateur en P.I, afficher un gain  $Gr = 1$  (BP % = 100),  $Ti = 60$  s. ( $Td = 0$ ).
- Passer le régulateur en automatique et effectuer un échelon de mesure  $\Delta M = 10$  %.
- Revenir en manuel, se remettre aux conditions initiales et refaire un essai en affichant un gain  $Gr = 2$  (BP % = 50 %).
- Suite à ces essais en déduire la fonction de transfert, l'équation temporelle et le schéma fonctionnel. *→ les 2 courbes ne sont pas // ce qui signifie...*
- Vérifier l'action intégrale pour différentes valeurs de  $Ti$  (ou n) en faisant des échelons positifs négatifs sur la mesure et la consigne.
- Que se passe-t-il si l'on passe en automatique sur un écart entre la mesure et la consigne?

*il ne se passe rien -*

**a - Fonction de transfert.**

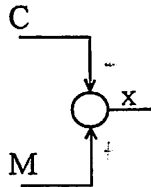
*PI seule*

$$R_{(p)} = Gr / (1 + \frac{1}{60p})$$

**b - Equation temporelle.**

$$S_{(t)} = Gr \times (1 + \frac{Gr}{Ti} \int t \text{ durée } dt)$$

**c - Schéma fonctionnel**



I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N



**5 - VERIFICATION DE L'ACTION PROPORTIONNELLE ET DERIVEE.**

- Mettre le régulateur en P.D, afficher un gain  $Gr = 1$  (BP% = 100%),  $Td = 30$  s. ( $Ti = \text{maxi}$  ou  $Ti = 0$  ou  $n = 0$ ).
- Passer le régulateur en automatique et effectuer un échelon sur la consigne  $\Delta C$  et sur la mesure  $\Delta M$ .  *$\Delta H$  est le pic de point /  $\Delta C$  pas de dérivée D.D. sur*
- Suite à ces essais en déduire si l'action dérivée est sur la mesure M ou sur l'écart x. *mesure*
- Recherche de la structure du régulateur P.D. *D sur la mesure*
- Passer le régulateur en automatique et envoyer une rampe sur la mesure.
- Revenir en manuel et se remettre aux conditions initiales et refaire l'essai (avec la même rampe) en affichant un gain  $Gr = 2$  (BP% = 50%) ou  $Gr = 0.5$  (BP% = 200%). *les avances sont identiques et PD ~~pas de dérivée~~ sera*
- Suite à ces essais en déduire la fonction de transfert, l'équation temporelle et le schéma fonctionnel.
- Vérifier l'action dérivée pour différentes valeurs de  $Td$ . ( $Td = 60$  s,  $Td = 10$  s ...).
- Que se passe-t-il si l'on passe en automatique sur un écart entre la mesure et la consigne?

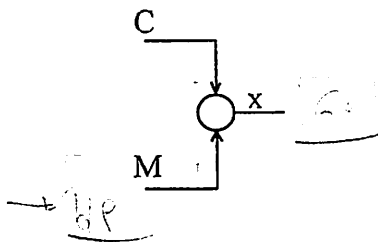
**a - Fonction de transfert.**

$$R_{(p)} = \frac{Gr}{s}$$

**b - Equation temporelle.**

$$S_{(t)} =$$

**c - Schéma fonctionnel**



I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N



**6- VERIFICATION DE L'ACTION PROPORTIONNELLE INTEGRALE ET DERIVEE.**

- Suite aux observations faites lors des essais précédents et éventuellement en effectuant un essai en P.I.D en faisant un échelon sur la mesure  $\Delta M$  ou sur la consigne  $\Delta C$ .

- Déterminer la fonction de transfert, l'équation temporelle et le schéma fonctionnel du régulateur P.I.D.

$T_d = T_i = 30$   
 $\Rightarrow \alpha = 1 \Rightarrow \text{PID mixte (1)}$

$\left. \begin{array}{l} \text{PI Seive} \\ \text{PD Seive} \end{array} \right\}$   
 $\alpha = 1$   
 $\Rightarrow \text{PID Non-Seive}$

a - Fonction de transfert.

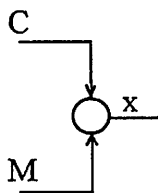
$R_{(p)} =$

ou a le choisir  
 PID mixte  
 non seive PD seive

b - Equation temporelle.

$S_{(t)} =$

c - Schéma fonctionnel



I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N



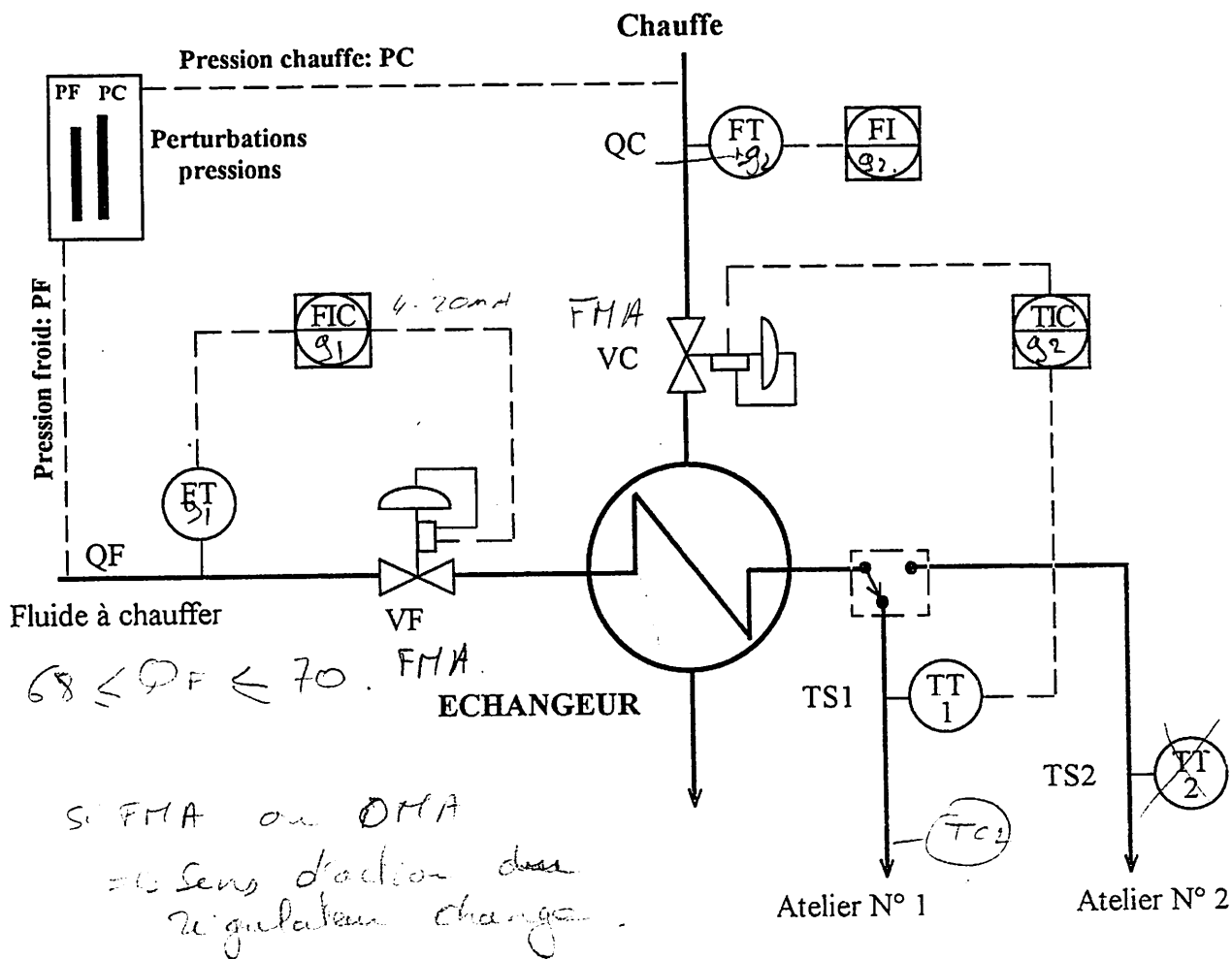


**1 - BUT DES TRAVAUX PRATIQUES.**

- Etude du procédé et de l'instrumentation associée.
- Mise au point d'une boucle de régulation.
  - par approches successives.
  - par la méthode de ZIEGLER et NICHOLS.
  - par analyse en B.O, B.F et calcul des actions.
- Mise en oeuvre et comparaisons des régulations, boucle fermée, cascade, mixte.

**2 - REGULATION EN BOUCLE FERMEE.**

**2 - 1 - T.I. DU PROCEDE.**



- Compléter le schéma de l'installation suivant les "repères" utilisés sur le S.N.C.C.

*etc. changeur des TIC 92.*

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

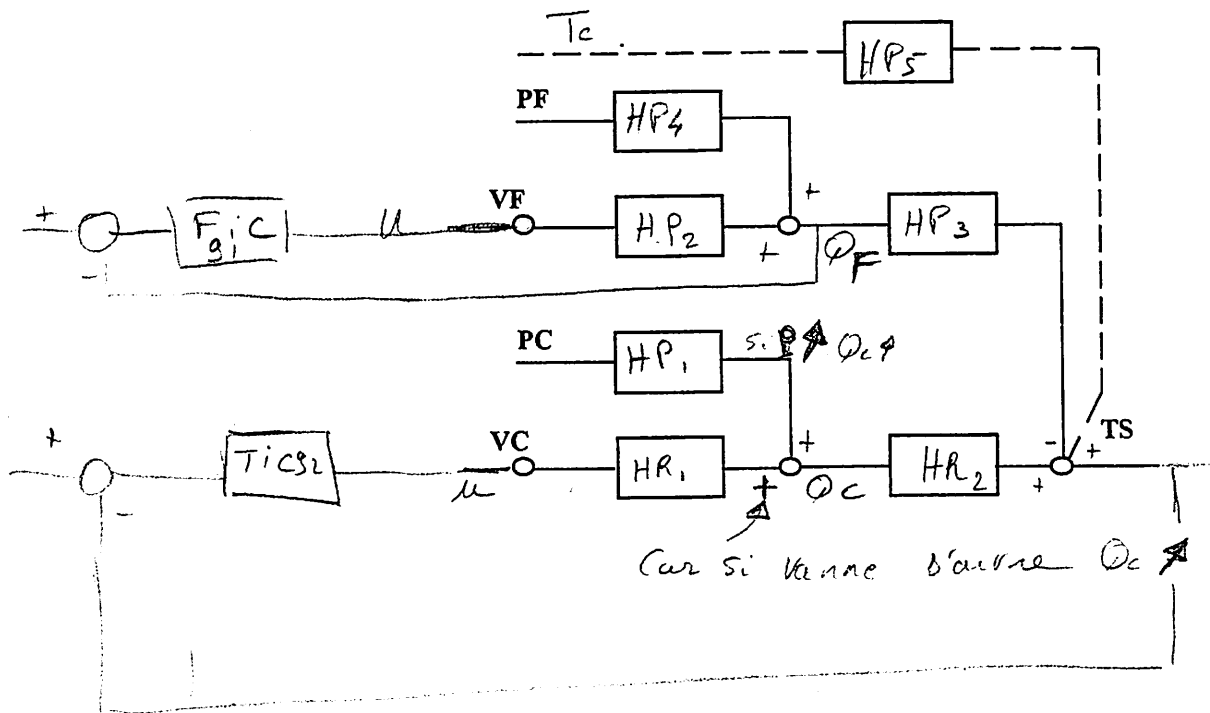


2 - 2 - SCHEMA FONCTIONNEL.

- A partir du T.I.

- Etablir le schéma fonctionnel.
- Noter les grandeurs: réglées, réglantes, perturbatrices.
- Représenter les liaisons entre ces grandeurs.
- Nota: Pression chauffe PC = 70 %.
- Pression froid PF = 90 %.

- SCHEMA FONCTIONNEL.



I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N



# REGULATION INDUSTRIELLE

Yves AUBERT

TRAVAUX PRATIQUES DE REGULATION

Chapitre 1

3

## 2 - 3 - ESSAI STATIQUE.

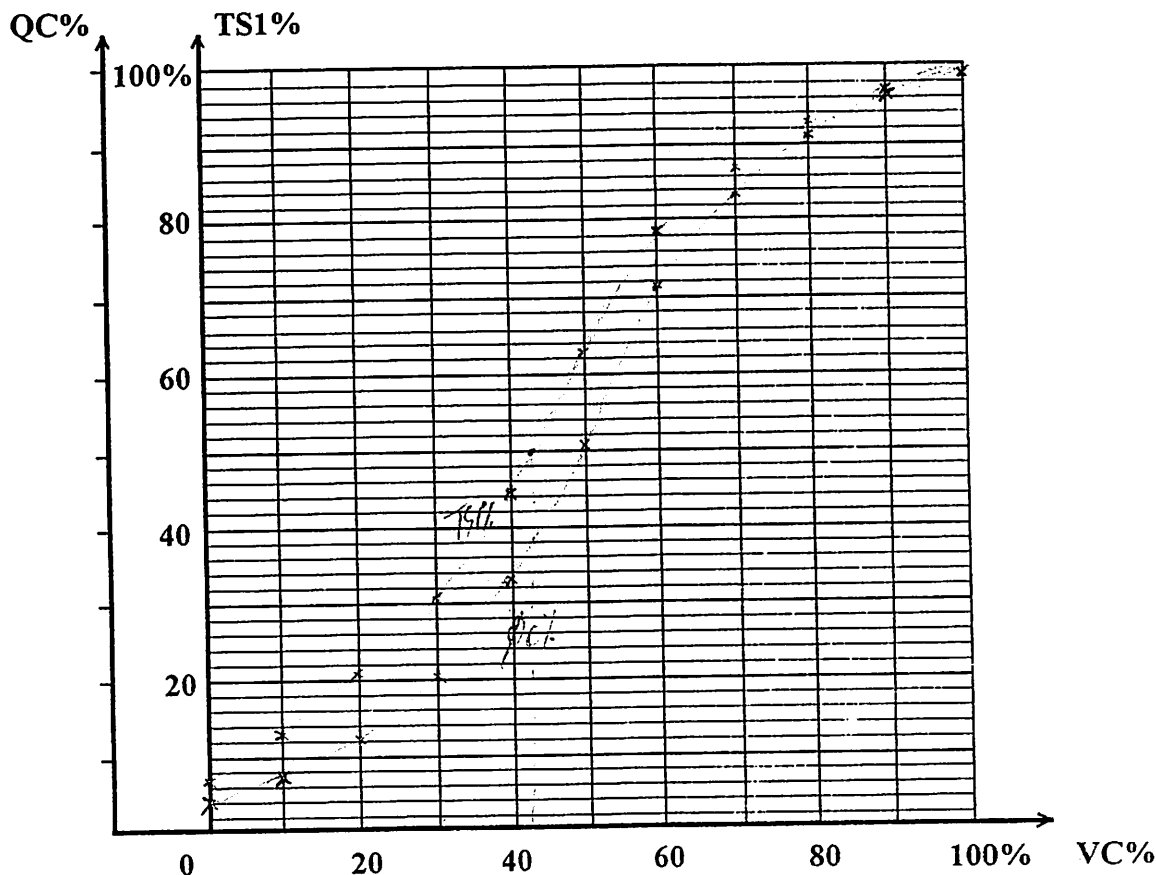
- Adapter ou fixer la charge  $65\% < QF < 70\%$  du procédé avant de faire l'essai statique.  
Vitesse de défilement papier 0.2 mm/sec.

Signal vanne en % (VC)	0%	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100%
Débit fluide réglant en % (QC)	4	7,57	12,29	20,3	32,7	51,1	70,6	83,5	91,5	96,1	99,4
Grandeur réglée en % (TS1)	7,37	13,67	20,9	31,1	45,3	62,4	78,1	87,4	93,3	96,6	99,0

### - Tracé des courbes.

Mettre vos résultats sous forme de courbes.

- Caractéristique installée de la vanne.  $QC = f(VC)$
- Caractéristique statique du procédé.  $TS1 = f(VC)$



## 2 - 4 - DETERMINATION DU POINT DE FONCTIONNEMENT.

A partir de l'essai statique, choisir un point de fonctionnement.

Point de fonctionnement:	Mesure TS1 = 62,4%	Vanne VC = 50%	Perturb. Principale QF = 69,5%	Vanne VF = 59%
--------------------------	--------------------	----------------	--------------------------------	----------------

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



**2 - 5 - REGLAGE DES ACTIONS PAR APPROCHES SUCCESSIVES.**

**2 - 5 - 1 - BOUCLE FERMEE DE DEBIT DE CHARGE QF.**

**a - Déterminer les actions P.I.D. par la méthode d'approches successives.**

- Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.

Nota: Augmenter exagérément les valeurs des différentes actions et observer l'allure des réponses à des échelons de consigne  $\Delta C$  de +10% et de -10%.

**b - Noter les valeurs des actions donnant la régulation optimale.**

<b>A.P.</b>	Gr= 0,333. ou BP= 340 %	<b>A.D.</b>	Td= 0 mn <sup>3</sup> Gain transitoire de l'AD=	<b>A.I.</b>	TI= 3 mn <sup>2</sup> ou n = Rep/mn
-------------	-------------------------------	-------------	-------------------------------------------------------	-------------	-------------------------------------------

**c - Faire une perturbation sur la grandeur réglée QF. (Pression froid: PF)**

- Enregistrer la variation de la grandeur réglée (QF).
- Relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .

$\epsilon_m =$  %

2.5% si QF  $\Delta$  10%  
8% si QF  $\Delta$  10%

**d - Changer de point de fonctionnement en gardant les mêmes actions.**

- Observer les réponses à des changements de consignes  $\Delta QF$  de + 10% et - 10% et à des modifications de pression froid (PF) de +10% et -10%.

si C = 20%  $\Rightarrow$  bonne régulation

**2 - 5 - 2 - BOUCLE FERMEE DE TEMPERATURE TS1.**

**a - Déterminer les actions P.I.D. par la méthode d'approches successives.**

$G_s = \frac{\Delta T}{\Delta u} = 1,7$  - Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.

$G_R \approx 100 \times 1,7 = 170$  Nota: Augmenter exagérément les valeurs des différentes actions et observer l'allure des réponses à des échelons de consigne  $\Delta C$  de +10% et de -10%.

**b - Noter les valeurs des actions donnant la régulation optimale.**

$T_r = 14s$   $T_d = 5s$ .

<b>A.P.</b>	Gr= 0,4 ou BP= 250 %	<b>A.D.</b>	Td= 5 mn <sup>3</sup> Gain transitoire de l'AD=	<b>A.I.</b>	TI= 15 mn <sup>5</sup> ou n = Rep/mn
-------------	----------------------------	-------------	-------------------------------------------------------	-------------	--------------------------------------------

I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T  
  
D  
E  
  
R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N  
  
E  
T  
  
A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N



# REGULATION INDUSTRIELLE

Yves AUBERT

TRAVAUX PRATIQUES DE REGULATION

Chapitre 1

5

**c - Avec les actions trouvées au point (b):**

- Relever le temps d'établissement  $t_e$  en BF et le dépassement D1. (Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec)

$\Delta TS1$	$t_e$ en BF	Dépassement D1
+ 10%	83 s	1,5% (15% de 10% S1)
- 10%	80	1,5% (15% de 10% S1)

**d - Faire une perturbation sur la grandeur réglante. (Pression chauffe: PC)**

- Enregistrer la variation de la grandeur réglée (TS1).
- Relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .

$\Delta PC = +10 \%$	$\epsilon_m = 7,9 \%$
----------------------	-----------------------

$\Delta PC = -10 \%$	$\epsilon_m = 6,7 \%$
----------------------	-----------------------

62,4 - 55,7

**e - Faire varier la grandeur perturbatrice principale  $\Delta QF$ . (+10% et -10%)**

- Enregistrer la variation de la grandeur réglée (TS1) et relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .

$\Delta QF$	$\epsilon_m$
+ 10%	3,5 %
- 10%	3,3 %

58,9 - 62,4  
66,3 - 68,4

**f - Changer de point de fonctionnement en gardant les mêmes actions.**

- Observer les réponses à des changements de consignes  $\Delta TS1$  de + 10% et - 10% et à des modifications de charge  $\Delta QF$  de +10% et -10%.

$TS1 = 80\%$

$\Delta TS1$	$t_e$ en BF	Dépassement D1
+ 10%	44 s	0 %
- 10%	44 s	0 %
+ 10%	30 s	0,2%
- 10%	32 s	0,1%

$TS1 = 90\%$

$TS1 = 80\%$

$TS1 = 90\%$

$\Delta QF = +10 \%$	$\epsilon_m = 4,8 \%$
----------------------	-----------------------

$\Delta QF = -10 \%$	$\epsilon_m = 4,9 \%$
----------------------	-----------------------

$\epsilon_m = 4,8 \%$

$\epsilon_m = 4,9 \%$

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



2 - 6 - REGLAGES DES ACTIONS PAR LA METHODE DE ZIEGLER ET NICHOLS SUR LA BOUCLE FERMEE DE TEMPERATURE TS1.

a - Au même point de fonctionnement choisi au paragraphe 2-4.

- Faire osciller le procédé.
- Choisir une vitesse de déroulement papier enregistreur 0.5 mm/sec.
- Relever:

Période des oscillations	Gain critique
$T_{osc} = 4.9$ s	$Grc = 1.54$

b - Calculer:

- Calculer les actions du régulateur en tenant compte de sa structure.
- Voir tableau des formules de réglage en annexe A1.

c - Noter le résultat de vos calculs dans le tableau suivant.

Actions Régulation	A.P	A.I	A.D
P.I.D. structure .....	$Grc = 0,905$ ou $BP = 110,5\%$	$TI = 24,5$ mn ou $n =$ Rep/mn	$Td = 6,125$ mn Gain transitoire de l'AD = <i>fixé par yoko</i>

d - Tests des performances de la régulation.

d - 1 - Test en asservissement ( $\Delta TS1$ ):

- Faire des échelons de consigne  $\Delta C = +10\%$  ou  $-10\%$ .
- Enregistrer la mesure (TS1) et relever le temps d'établissement  $t_e$  en BF et le dépassement D1. (Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.)

$\Delta TS1$	$t_e$ en BF	Dépassement D1
+ 10%	<i>110 s</i> / <i>162,5 s</i>	<i>0,5%</i> / <i>2,7 = 15,1 - 72,4%</i>
- 10%	<i>182,5</i> / <i>160 s</i>	<i>0,7</i> / <i>3,6 %</i>

*moins bon que  $\frac{D_2}{S_1} = 0,35$*

d - 2 - Test en régulation ( $\Delta QF$ ):

- Faire varier la grandeur perturbatrice principale  $\Delta QF$ . (+10% et -10%)
- Enregistrer le signal de la grandeur réglée (TS1) et relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .

*en PI*

$\Delta QF$	$\epsilon_m$
+ 10%	- 3,4 %
- 10%	+ 3,5 %

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



# REGULATION INDUSTRIELLE

Yves AUBERT

TRAVAUX PRATIQUES DE REGULATION

Chapitre 1

7

## 2 - 7 - IDENTIFICATION EN BOUCLE OUVERTE SUR LA BOUCLE DE TEMPERATURE TS1.

- Au même point de fonctionnement et en fonction des observations faites sur le comportement dynamique du procédé, choisir le sens d'action de l'échelon à effectuer sur le signal de commande de la vanne (VC). (Vitesse de défilement papier 1 mm/sec.)
- Relever et calculer les paramètres du modèle du procédé dans le tableau ci-dessous.

Echelon vanne	Gs	$\theta$	$\tau$	$\theta/\tau$
$\Delta VC = 10\%$	1,56	20,5 s	10,75 s	1,91

## 2 - 8 - CALCULER LES ACTIONS PAR LA METHODE I.R.A.

- Calculer les actions à afficher sur le régulateur en tenant compte de sa structure afin d'assurer la stabilité optimale.
- Voir tableau des formules de réglage en annexe A1.
- Noter le résultat de vos calculs dans le tableau ci-dessous.

Actions Régulation	A.P	A.I	A.D
P.I.D. structure .....	Gr= 0,74 ou BP= 135%	TI= 24,8 $\frac{s}{mn}$ ou n = Rep/mn	Td= 3,55 $\frac{s}{mn}$ Gain transitoire de l'AD=

## 2 - 9 - TESTS DES PERFORMANCES DE LA REGULATION.

- Afficher les actions calculées, choisir une vitesse de défilement du papier enregistreur de 0.2 mm/sec.

### a - Test en asservissement $\Delta C$ .

$\Delta C$	$t_e$ en BF	Dépassement D1
+ 10%	87,5 s	2% %
- 10%	112,5 s	2,6% %

### b - Test en régulation sur la grandeur perturbatrice principale $\Delta QF$ .

$\Delta QF$	$\epsilon_m$
+ 10%	3,3% %
- 10%	3,5% %

### c - Test en régulation sur la grandeur perturbatrice secondaire $\Delta PC$

$\Delta PC$	$\epsilon_m$
+ 10%	7,1% %
- 10%	6% %

plus de précision que pour l'opération précédente

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



# REGULATION INDUSTRIELLE

Yves AUBERT

TRAVAUX PRATIQUES DE REGULATION

Chapitre 1

8

## 2 - 10 - IDENTIFICATION EN BOUCLE FERMEE SUR LA BOUCLE DE TEMPERATURE TS1.

- Au même point de fonctionnement, effectuer une identification en boucle fermée.
- Calculer les paramètres du modèle de la fonction de transfert du procédé.
- Recherche de  $G_s$ ,  $\theta$  et  $\tau$ . Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.
- Noter le résultat de vos calculs dans le tableau ci-dessous.

Grc	T <sub>osc</sub>	G <sub>s</sub>	$\theta$	$\tau$	$\theta/\tau$
1,54	43 s	2	Par calcul 22,72 s	14,82 s	1,532

$G_{BC} = 3,08$

$G_s = \frac{\Delta M}{C_{GR} \cdot \Delta T_{0,5}}$

## 2 - 11 - CALCULER LES ACTIONS PAR LA METHODE I.R.A.

- Calculer les actions à afficher sur le régulateur en tenant compte de sa structure afin d'assurer la stabilité optimale. (Voir tableau des actions de réglage en annexe A1.).
- Noter le résultat de vos calculs.

Actions Régulation	A.P	A.I	A.D
P.I.D. structure .....	Gr = 0,805 ou BP = 124 %	TI = 28,65 min ou n = Rep/mn	Td = 4,7 min Gain transitoire de l'AD =

## 2 - 12 - TESTS DES PERFORMANCES DE LA REGULATION.

- Afficher les actions calculées, choisir une vitesse de défilement du papier enregistré de 0.2 mm/sec.

### a - Test en asservissement $\Delta TS1$ .

$\frac{D_2}{D_1} = 0,237$

$\Delta TS1$	t <sub>e</sub> en BF	Dépassement D1
+ 10%	82,5 s	1,7 %
- 10%	140 s	2,4 %

### b - Test en régulation sur la grandeur perturbatrice principale $\Delta QF$ .

$\Delta QF$	$\epsilon_m$
+ 10%	3,2 %
- 10%	3,5 %

### c - Test en régulation sur la grandeur perturbatrice secondaire $\Delta PC$

$\Delta PC$	$\epsilon_m$
+ 10%	6,3 %
- 10%	5,0 %

I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
T

D  
E

R  
E  
G  
U  
L  
A  
T  
I  
O  
N

E  
T

A  
U  
T  
O  
M  
A  
T  
I  
O  
N

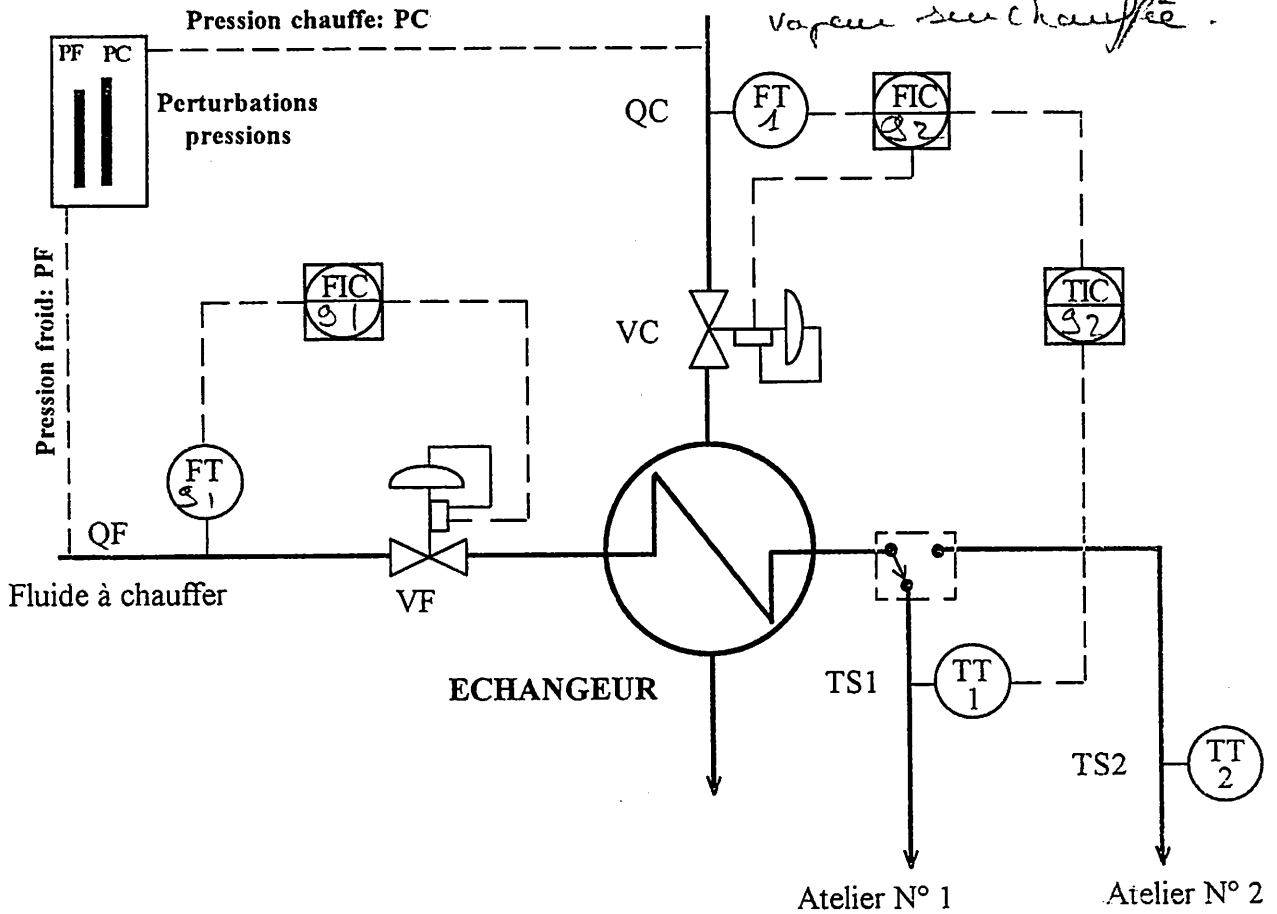




3 - REGULATION EN CASCADE.

3 - 1 - T.I. DU PROCEDE.

*comme la perturbation est une pression (PC), on pourrait mettre un PIC*  
*Chauffe surtout si Qc est une vapeur surchauffée.*



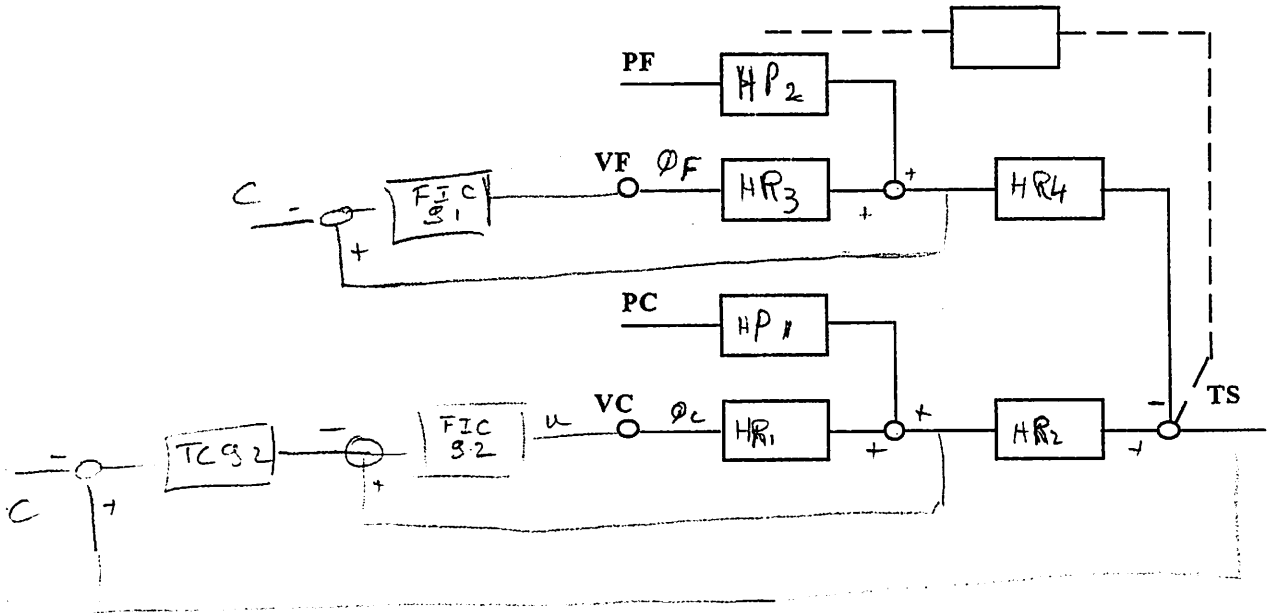
- Compléter le schéma de l'installation suivant les "repères" utilisés sur le S.N.C.C.

INSTITUT DE REGULATION ET AUTOMATISATION



3 - 2 - SCHEMA FONCTIONNEL.

- Réaliser le schéma fonctionnel de la régulation en cascade. Repérer les instruments en fonction du système numérique de contrôle commande utilisé.



3 - 3 - REGLAGE DE LA REGULATION EN CASCADE.

- Au même point de fonctionnement, déterminer les actions des régulateurs par une des méthodes au choix:

- par identification B.O. ou B.F. et méthode de calcul I.R.A.
- par approches successives.
- par la méthode de ZIEGLER et NICHOLS.

- Relever les actions de réglage des régulateurs dans le tableau ci-dessous.

Actions Régulateurs	A.P	A.I	A.D
ASSERVI	Gr= ou BP= 480%	TJ= 3 s ou n = Rep/mn	Td= 0 mn Gain transitoire de l'AD=
PILOTE	Gr= 1.53 ou (75%) BP= 65 %	TI= 24,9 s (25) ou n = Rep/mn	Td= 4,53 s Gain transitoire de l'AD=

Esclave  
Approche  
successive en  
debit  
Méthode  
B.F. I.R.A

$G_s = \frac{\Delta P}{\Delta G_R} = \frac{3.2}{65 \times 0.5} = 0.91$

$G_{RC} = 2.94 G_s = 2.63$

$T_{osc} = 48 s \cdot 2.7 = 14.9 s$

choisi Td= 3  
pour une meilleure  
stabilisation

INSTITUT DE REGULATION ET AUTOMATION



**3 - 4 - TESTS DES PERFORMANCES DE LA REGULATION CASCADE.**

**a - Tests en asservissement ( $\Delta TS1$ ).**

- Afficher les actions calculées sur les régulateurs asservi et pilote.
- Faire des échelons de consigne  $\Delta C = +10\%$  et  $-10\%$ . (Sur le régulateur pilote)
- Enregistrer la mesure et relever le temps d'établissement  $t_E$  en BF et le dépassement D1. (Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.)

$\Delta C$	$t_E$ en BF <i>en secondes</i>	Dépassement D1 <i>D1 = %</i>
+ 10%	110 s	2,8 %
- 10%	140 s	3,5 %

**b - Test en régulation.**

- Faire un essai mettant en évidence l'amélioration de la régulation obtenue en cascade, par rapport à la régulation en boucle simple.
- Enregistrer la variation de la grandeur réglée (TS1).
- Vitesse de défilement papier 0.2 mm/sec
- Relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .

$\Delta PC = +10\%$	$\epsilon_m = 2,8\%$
---------------------	----------------------

$\Delta PC = -10\%$	$\epsilon_m = 2,4\%$
---------------------	----------------------

*( $\epsilon_m$  divisé par 2 par rapport à la régulation simple mais compage + grand)*

**c - Faire varier la grandeur perturbatrice principale  $\Delta QF$ . (+10% et -10%)**

- Relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$ .
- Vitesse de défilement papier 0.2 mm/sec.

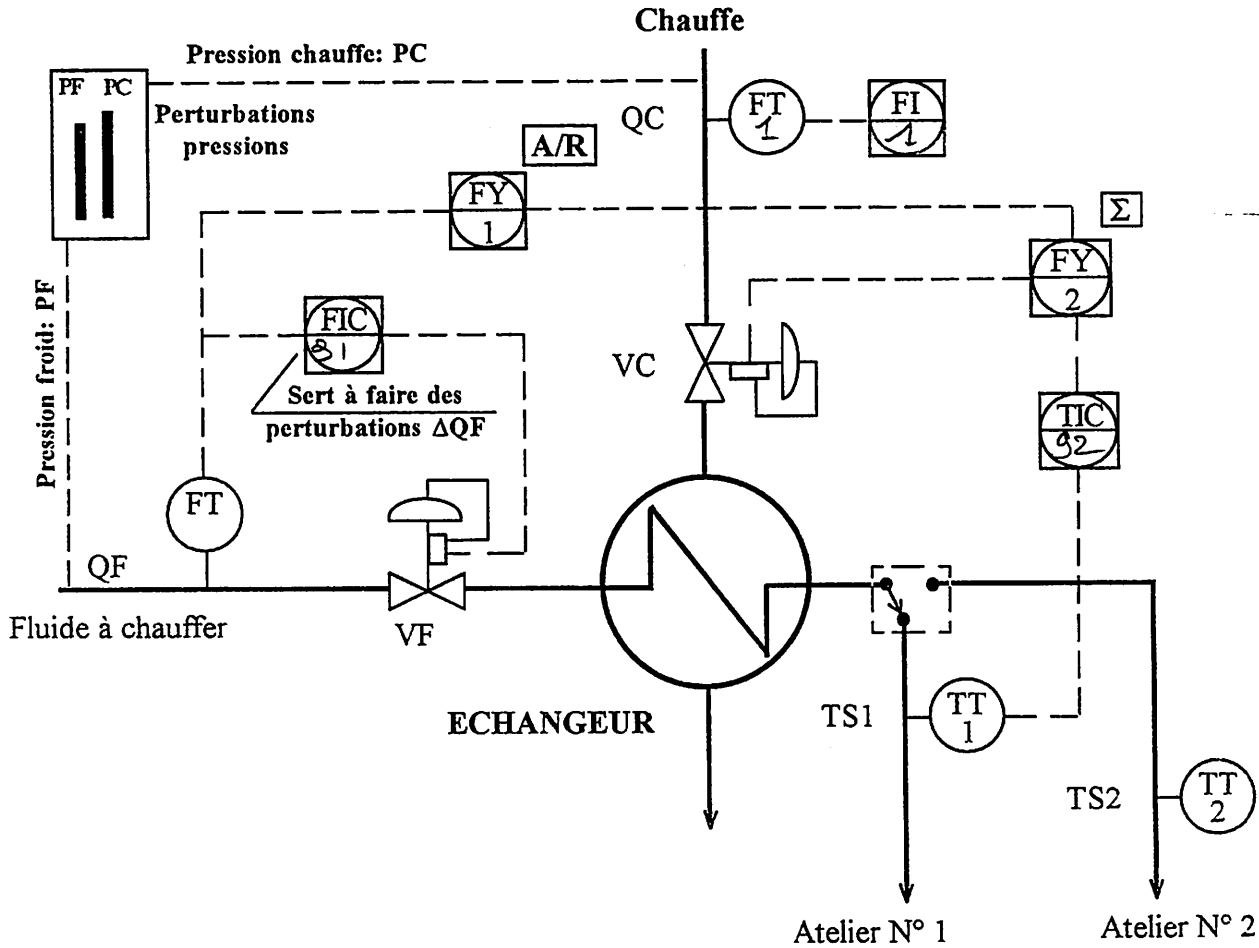
$\Delta QF$	$\epsilon_m$
+ 10%	3,2 %
- 10%	3,5 %

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N



4 - REGULATION MIXTE.

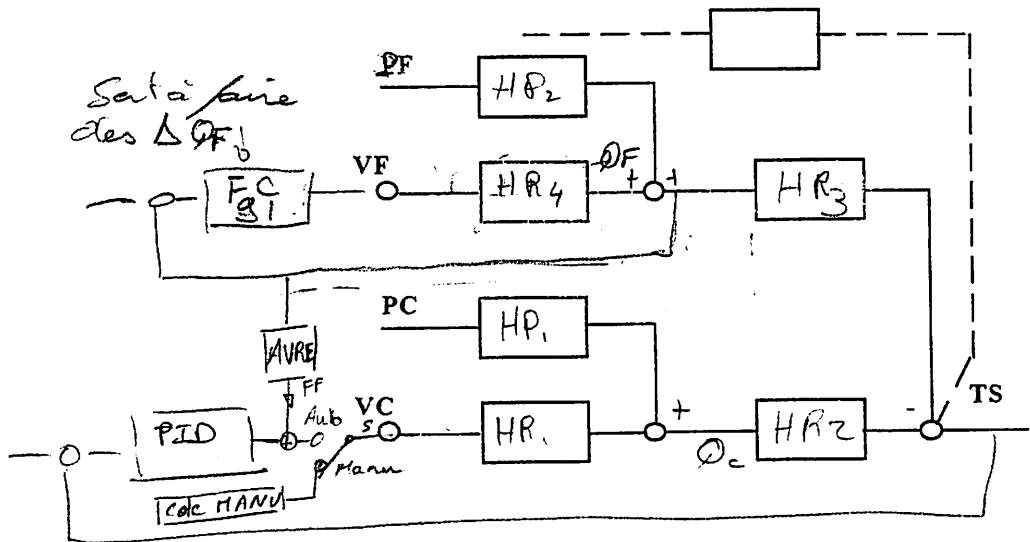
4 - 1 - T.I. DU PROCEDE



I N S T I T U T  
 D E  
 R E G U L A T I O N  
 E T  
 A U T O M A T I O N

**4 - 2 - SCHEMA FONCTIONNEL.**

- Réaliser le schéma fonctionnel de la régulation en mixte. Repérer les instruments en fonction du système numérique de contrôle commande utilisé.



**4 - 3 - REGLAGE DE LA REGULATION MIXTE.**

*Par commande manuelle de la valeur TC*

- Au même point de fonctionnement, régler le relais de tendance suivant les méthodes étudiées en cours. (Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.)
- Après mise au point du relais de tendance, relever les valeurs dans le tableau ci-dessous.

$G_T = \frac{2,8}{10} = 28$	$T_A = 22 \text{ s}$	$T_R = 5 \text{ s}$
-----------------------------	----------------------	---------------------

**4 - 4 - TESTS DES PERFORMANCES DE LA REGULATION MIXTE.**

**a - Tests en asservissement (ΔTS1).**

- Mettre le régulateur et le relais de tendance en automatique. Les actions de réglages pour le régulateur seront celles trouvées lors du réglage de la boucle fermée simple.
- Faire des échelons de consigne  $\Delta C = +10\%$  ou  $-10\%$ .
- Enregistrer le signal de mesure (TS1) et relever le temps d'établissement  $t_e$  en BF et le dépassement D1. (Vitesse de défilement papier: 0.2 mm/sec.)

$\Delta C$	$t_e$ en BF	Dépassement D1
+ 10%	85 s	1,8 %
- 10%	120 s	2,2 %

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N


**b - Test en régulation. ( $\Delta QF$ )**

- Faire varier la grandeur perturbatrice principale  $\Delta QF$ . (+10% et -10%)
- Enregistrer le signal de mesure (TS1), relever l'amplitude de l'écart maximum  $\epsilon_m$  (Vitesse de défilement papier 0.2 mm/ sec.)

$\Delta QF$	$\epsilon_m$	
+ 10%	0,7	%
- 10%	0,8	%

**c - Conclusions.**

La régulation mixte améliore la réaction à une perturbation sur la variable réglée mais en asservissant il n'y a pas d'amortissement possible



ANNEXE.

**CALCUL DES ACTIONS PAR LA METHODE DE ZIEGLER ET NICHOLS.**

REGUL. - ACTIONS	P	P.I Série	P.I Parallèle	P.I.D Série	P.I.D Parallèle	P.I.D Mixte 1	P.I.D Mixte 2
<b>Gr</b>	$\frac{Grc}{2}$	$\frac{Grc}{2,2}$	$\frac{Grc}{2,2}$	$\frac{Grc}{3,3}$	$\frac{Grc}{1,7}$	$\frac{Grc}{1,7}$	$\frac{Grc}{1,7}$
<b>Ti</b>	Maxi	$\frac{T}{1,2}$	$\frac{2.T}{Grc}$	$\frac{T}{4}$	$\frac{0,85.T}{Grc}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{T}{2}$
<b>Td</b>	0	0	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{Grc.T}{13,3}$	$\frac{T}{8}$	$\frac{Grc.T}{13,3}$

**CALCUL DES ACTIONS PAR LA METHODE I. R. A.**

PROCEDES STABLES

REGUL. - ACTIONS	P	P.I Série	P.I Parallèle	P.I.D Série	P.I.D Parallèle	P.I.D Mixte 1	P.I.D Mixte 2
<b>Gr</b>	$\frac{0,8.\theta}{Gs.\tau}$	$\frac{0,8.\theta}{Gs.\tau}$	$\frac{0,8.\theta}{Gs.\tau}$	$\frac{0,85.\theta}{Gs.\tau}$	$\frac{(\theta/\tau)+0,4}{1,2.Gs}$	$\frac{(\theta/\tau)+0,4}{1,2.Gs}$	$\frac{(\theta/\tau)+0,4}{1,2.Gs}$
<b>Ti</b>	Maxi	$\theta$	$\frac{Gs.\tau}{0,8}$	$\theta$	$\frac{Gs.\tau}{0,75}$	$\theta + 0,4.\tau$	$\theta + 0,4.\tau$
<b>Td</b>	0	0	0	$0,4.\tau$	$\frac{0,35.\theta}{Gs}$	$\frac{\theta.\tau}{\tau+2,5.\theta}$	$\frac{0,35.\theta}{Gs}$

PROCEDES INSTABLES

REGUL. - ACTIONS	P	P.I Série	P.I Parallèle	P.I.D Série	P.I.D Parallèle	P.I.D Mixte 1	P.I.D Mixte 2
<b>Gr</b>	$\frac{0,8}{k.\tau}$	$\frac{0,8}{k.\tau}$	$\frac{0,8}{k.\tau}$	$\frac{0,85}{k.\tau}$	$\frac{0,9}{k.\tau}$	$\frac{0,9}{k.\tau}$	$\frac{0,9}{k.\tau}$
<b>Ti</b>	Maxi	$5.\tau$	$\frac{k.\tau^2}{0,15}$	$4,8.\tau$	$\frac{k.\tau^2}{0,15}$	$5,2.\tau$	$5,2.\tau$
<b>Td</b>	0	0	0	$0,4.\tau$	$\frac{0,35}{k}$	$0,4.\tau$	$\frac{0,35}{k}$

I N S T I T U T D E R E G U L A T I O N E T A U T O M A T I O N

BP/YA

SOMMAIRE

Chapitre

A

SOMMAIRE

Chapitre 1 . INTRODUCTION

Chapitre 2 . SCHEMAS

SCH. 1 chaîne de mesure composée : débit de gaz corrigé

SCH. 2 chaîne de mesure de bilan :  $\eta$  d'une chaudière

SCH. 3 schéma T.I : évaporateur

SCH. 4 " : colonne à distiller

SCH. 5 " : réacteur chimique

SCH. 6 " : pression réseau avec sécurité sur intensité moteur

SCH. 7 " : échangeur thermique

SCH. 8 " : combustion / générateur vapeur

SCH. 9 " : générateur de vapeur

SCH. 10 " : contrôle  $O_2$  / générateur vapeur

SCH. 11 schéma de boucle : alimentation eau / générateur vapeur

DOCUMENTATION

- AFNOR
- A.B.B (ASEA)
- HARTMANN & BRAUN
- ROSEMOUNT
- OTIC . FISCHER & PORTER
- B. LIPTAK





## 1. INTRODUCTION

. Le document est un recueil de schémas T.I (anc.: P.C.F.I.) destinés à illustrer les différentes boucles de régulation étudiées au cours de stages de l'I.R.A.

. Les schémas de régulation "typiques" ne doivent en aucun cas être considérés comme des exemples types...

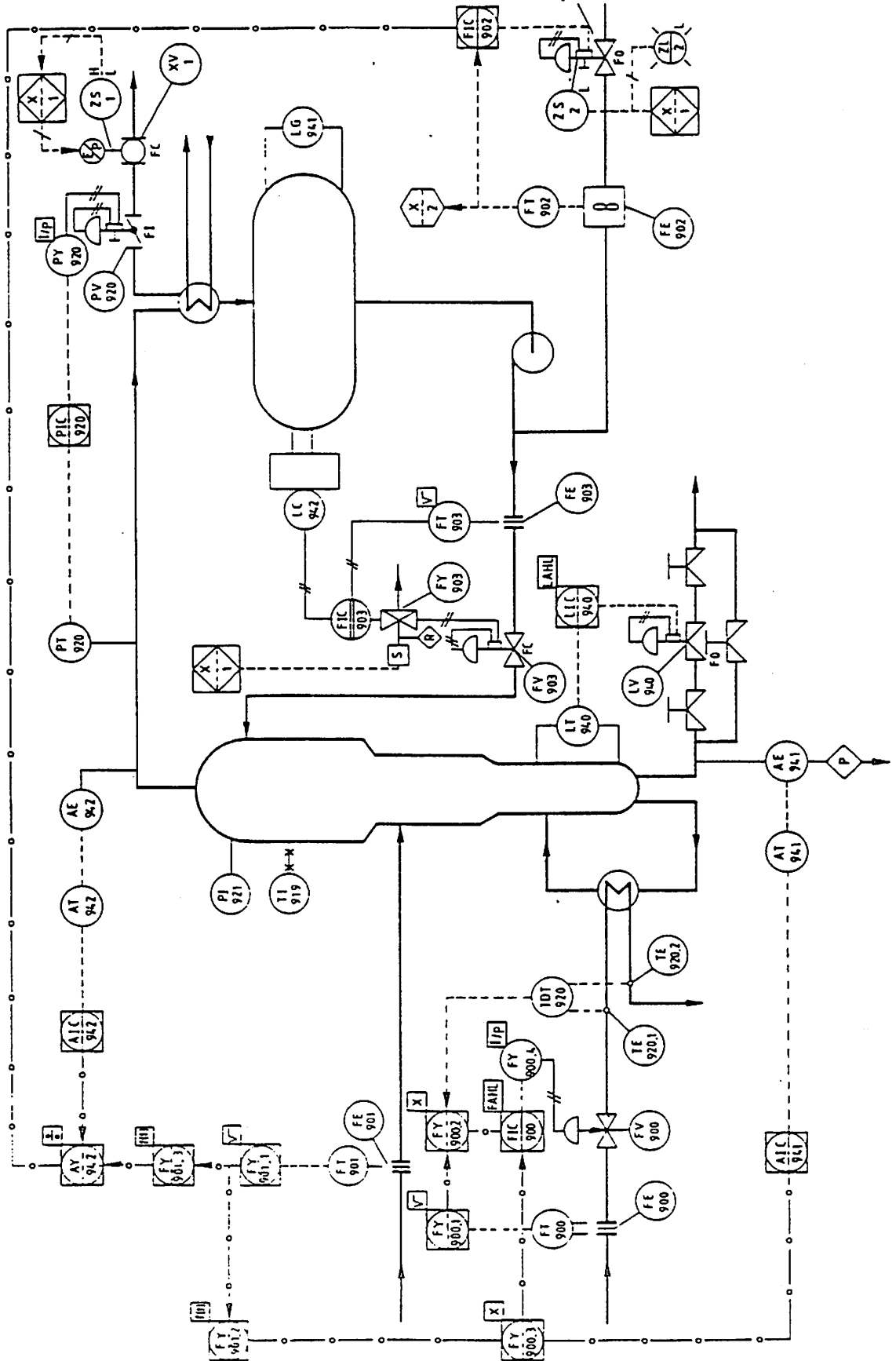
. Issus de services d'ingénierie, de notices constructeurs ou d'exemples d'utilisateurs, ils représentent des tendances ou des habitudes qui peuvent se modifier en fonction du procédé régulé.

. A travers l'interprétation des schémas, on cherchera à détecter et à isoler les boucles de régulation telles que : cascade, tendance, feedforward, rapport, sélectrice, override, ...

. Les premiers schémas illustrent la notion de mesures composées ou de gestion de mesures incluses dans des boucles de régulation.

. La lecture de ces schémas nécessite l'interprétation d'une codification d'instruments : en cas de méconnaissance de cette modification, il est conseillé de se reporter à la norme AFNOR NFE 04-203, notamment à la partie 5 de cette norme.

Exemple: schéma tiré de la NFE 04-203-5  
 détecter sur ce schéma: - la localisation des instruments  
 - la ou les fonctions des instruments





# EXEMPLES DE REGULATION

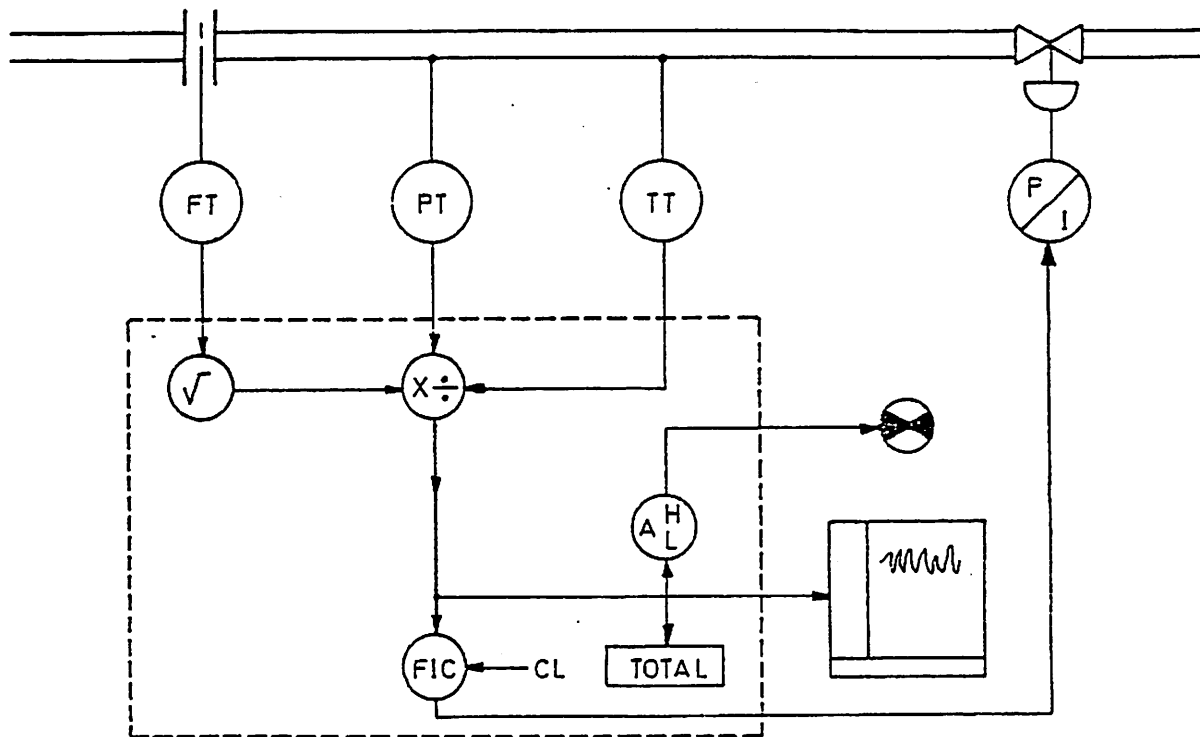
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH

## DEBIT DE GAZ CORRIGE



1. Sur l'abonnement pour faire les calculs il faut avoir un bloc calcul puis programmer le bloc.  
 • De plus il faut travailler avec des unités normalisées, et non pas des unités physiques.

I N S T I T U T  
 D E  
 R E G U L A T I O N  
 E T  
 A U T O M A T I O N



# EXEMPLES DE REGULATION

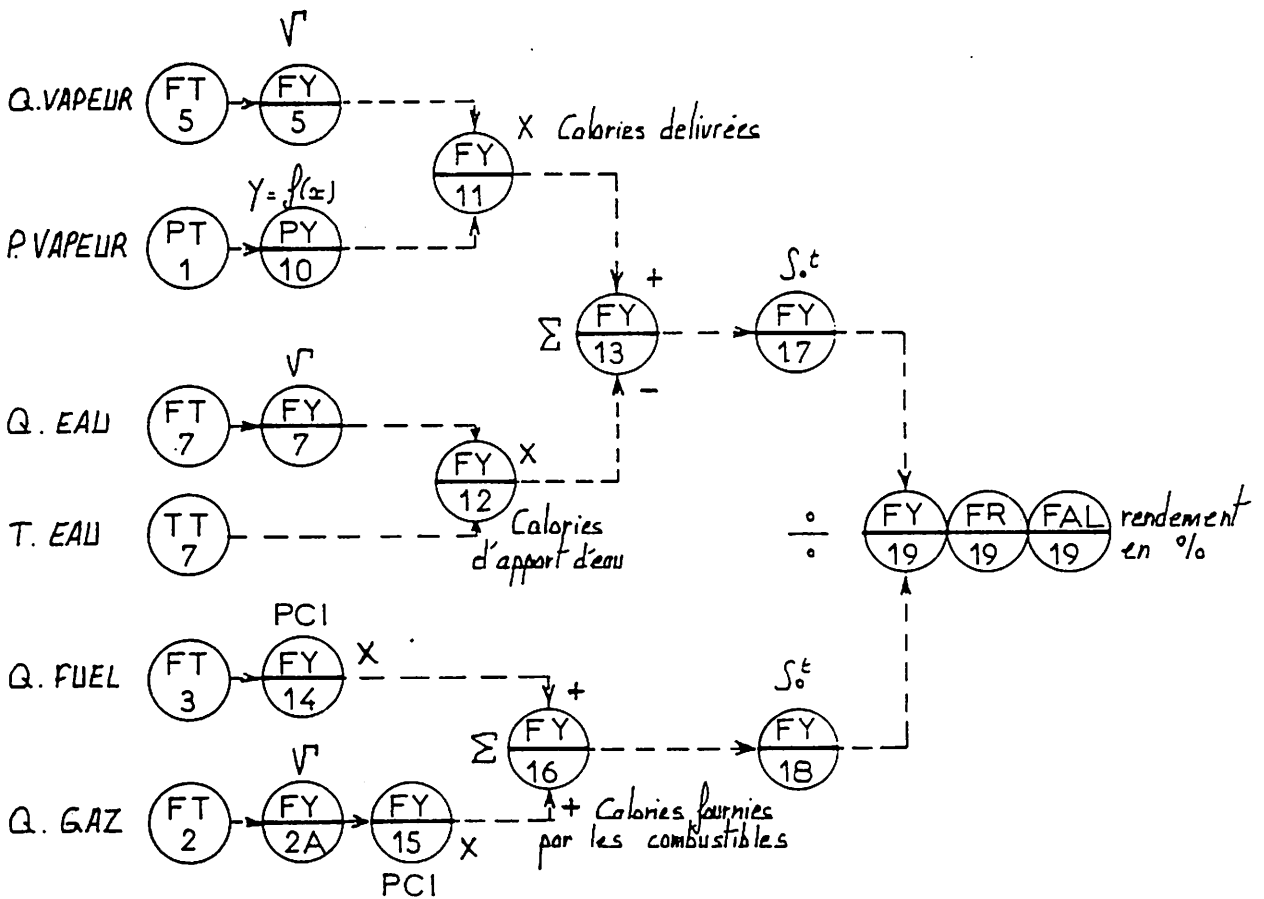
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH. 2

## RENDEMENT D'UNE CHAUDIERE



SOURCE: A.B.B (ASEA)

# EXEMPLES DE REGULATION

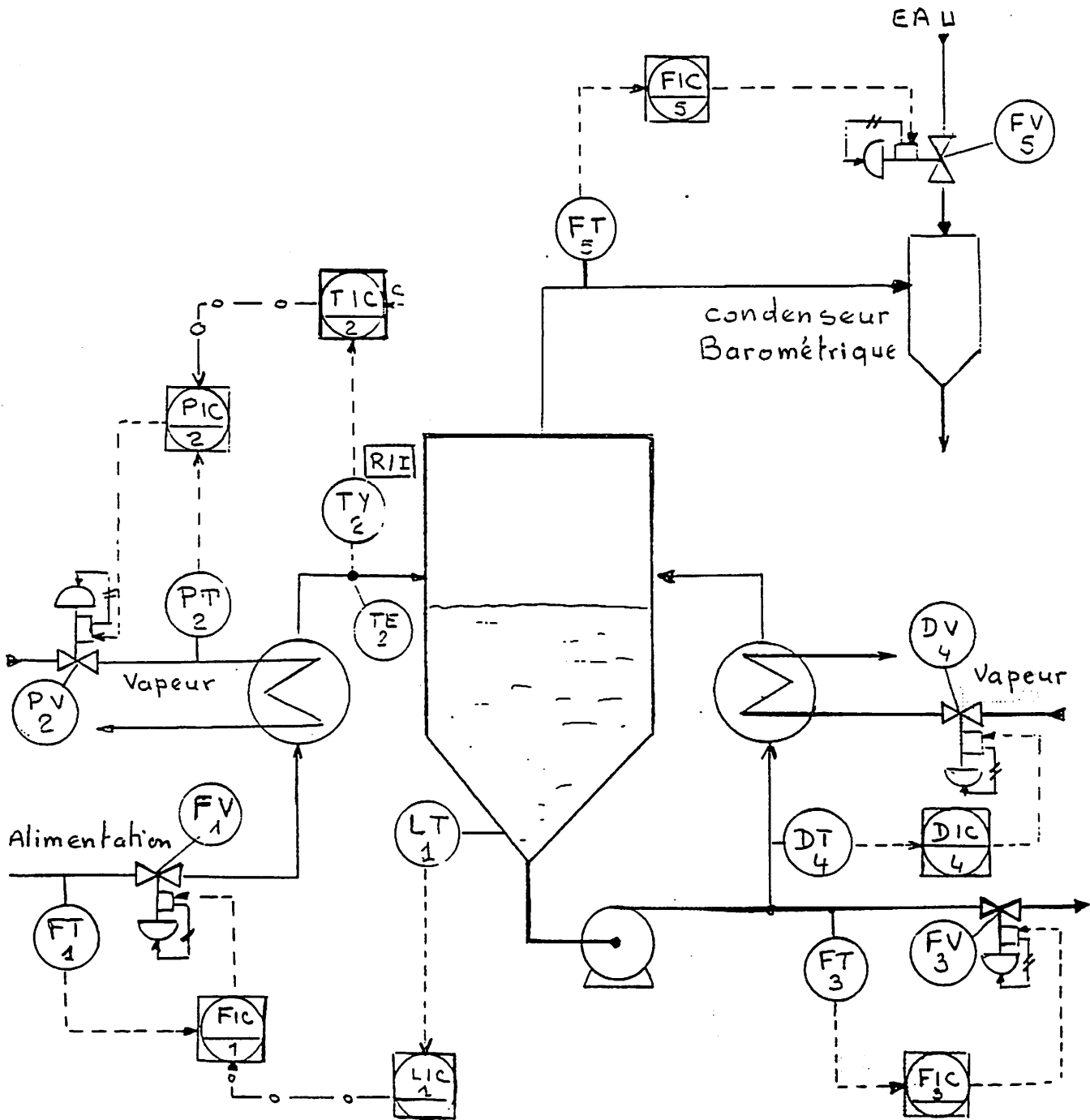
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH.

## ÉVAPORATEUR



*Après la mise en service de la machine à vapeur, les points de mesure de la température et du niveau sont à régler.*

I N S T I T U T  
 D E  
 R E G U L A T I O N  
 E T  
 A U T O M A T I O N

# EXEMPLES DE REGULATION

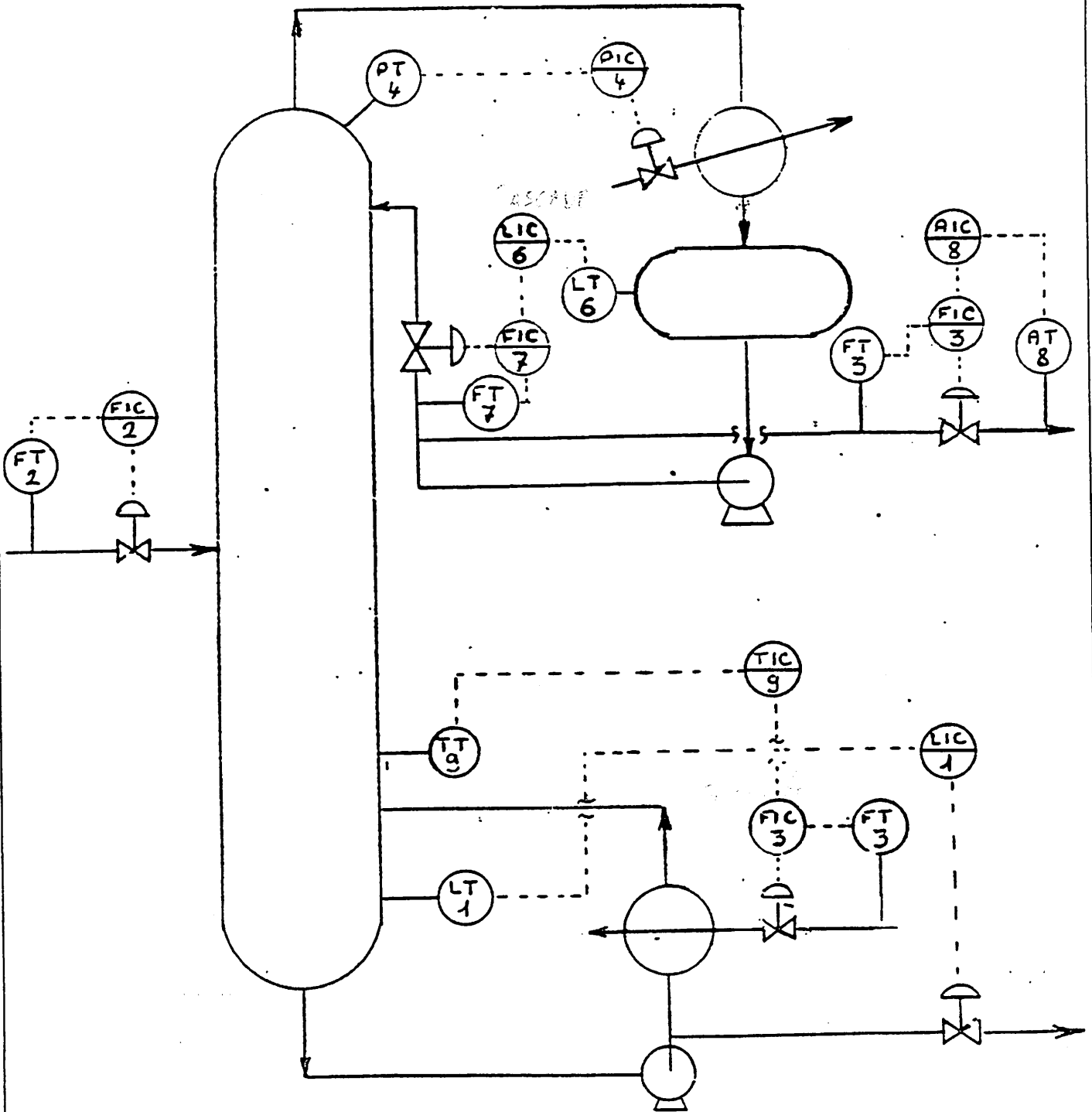
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH.+

## COLONNE A DISTILLER





# EXEMPLES DE REGULATION

BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH

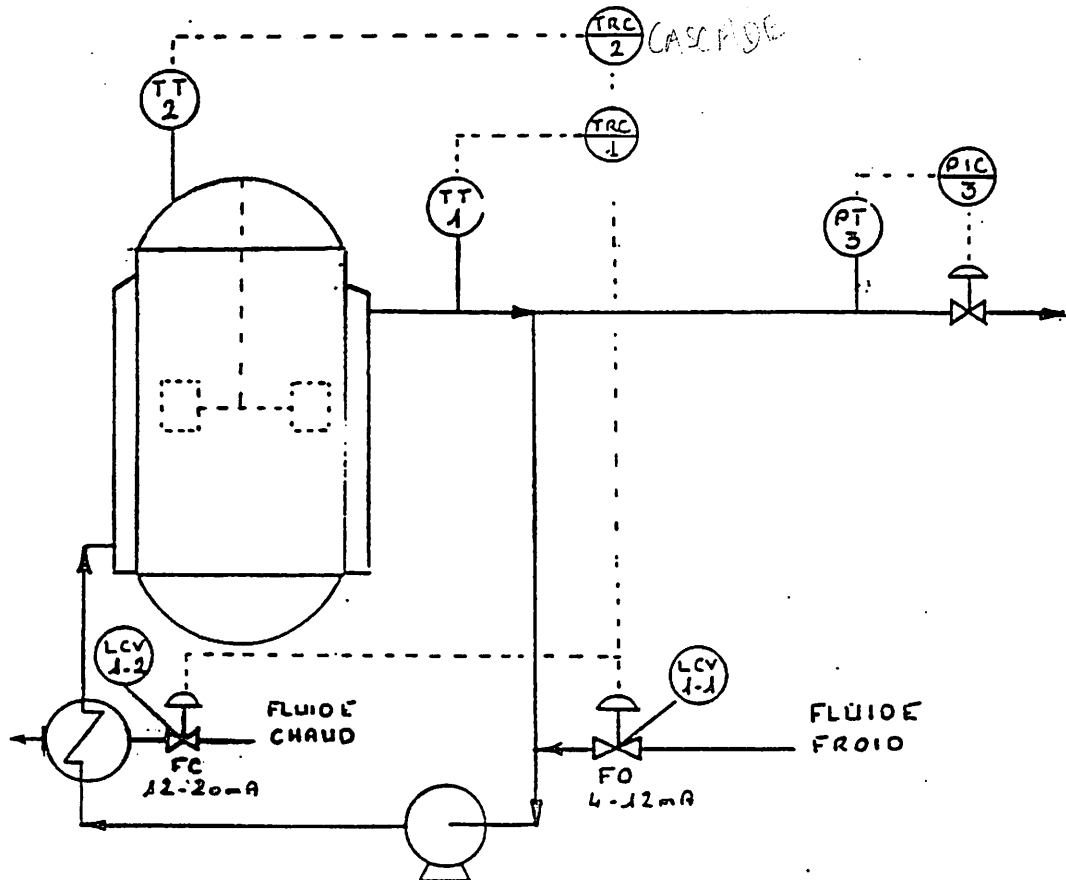
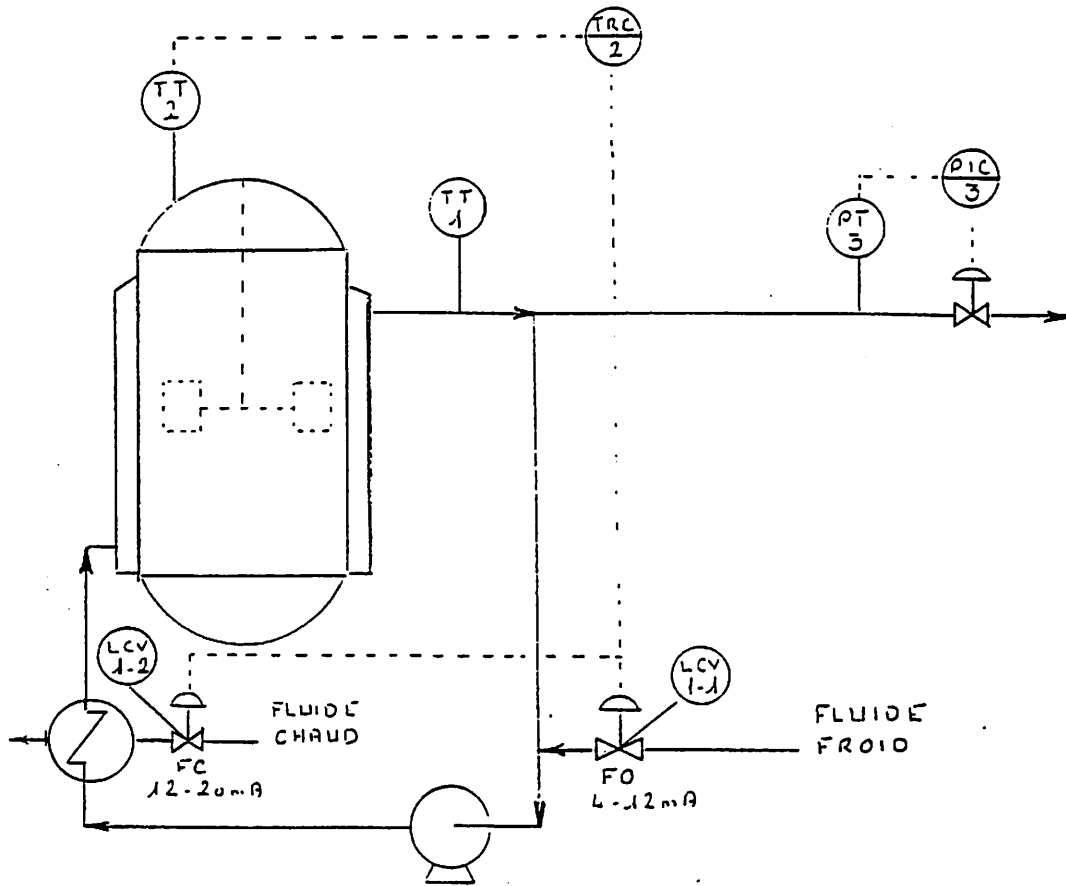
## REACTEUR CHIMIQUE

I N S T I T U T

D E R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N



EXEMPLES DE REGULATION

BP/YA

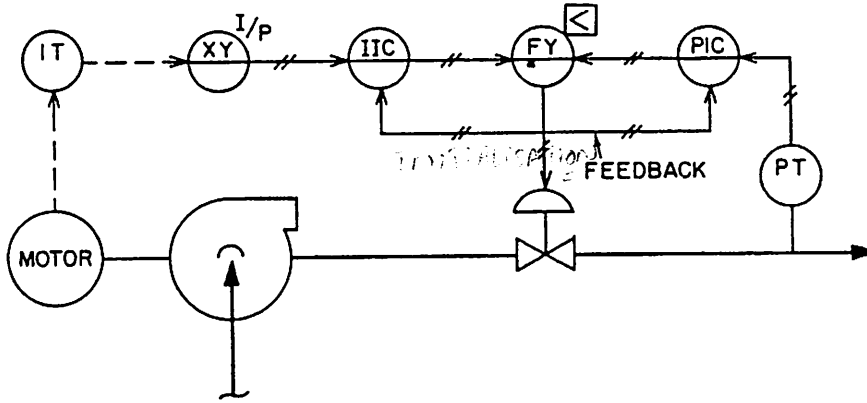
SCHEMAS

Chapitre 2

SCH.6

PRESSION RESEAU AVEC SECURITE SUR INTENSITE MOTEUR

*OVER BRIDE*



*L'indicateur reçoit les salies. Le du  
 est le genre de régulation. Le (200 - 0.1750),  
 a des valeurs identiques pour éviter  
 des à coup sur le valve.*



EXEMPLES DE REGULATION

BP/YA

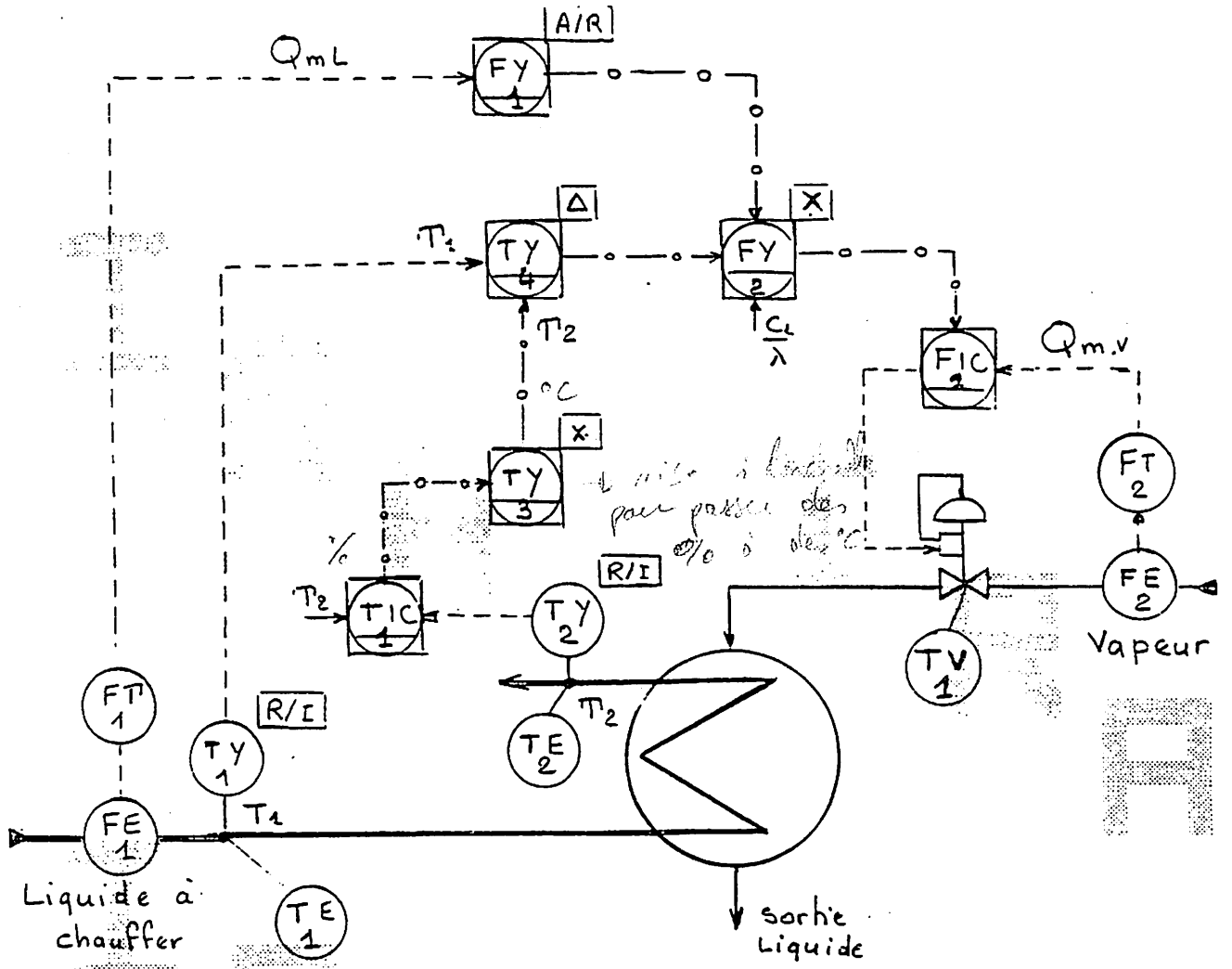
SCHEMAS

Chapitre 2

SCH.

ECHANGEUR THERMIQUE

*Autre manière de réguler l'échangeur*



Equation. 
$$Q_{m.v} = \frac{C_L}{\lambda} \cdot Q_{m.L} (T_2 - T_1).$$

*avec réglage sur cascade d'ordre 2.*

- T<sub>1</sub> : Température d'entrée du fluide à chauffer.
- T<sub>2</sub> : Température de sortie.
- C<sub>L</sub> : Chaleur massique du liquide à chauffer.
- λ : Chaleur de condensation
- Q<sub>m.L</sub> : Débit du fluide à chauffer (massique)
- Q<sub>m.v</sub> : Débit vapeur (massique.)

INSTITUT DE REGULATION ET AUTOMATISATION

# EXEMPLES DE REGULATION

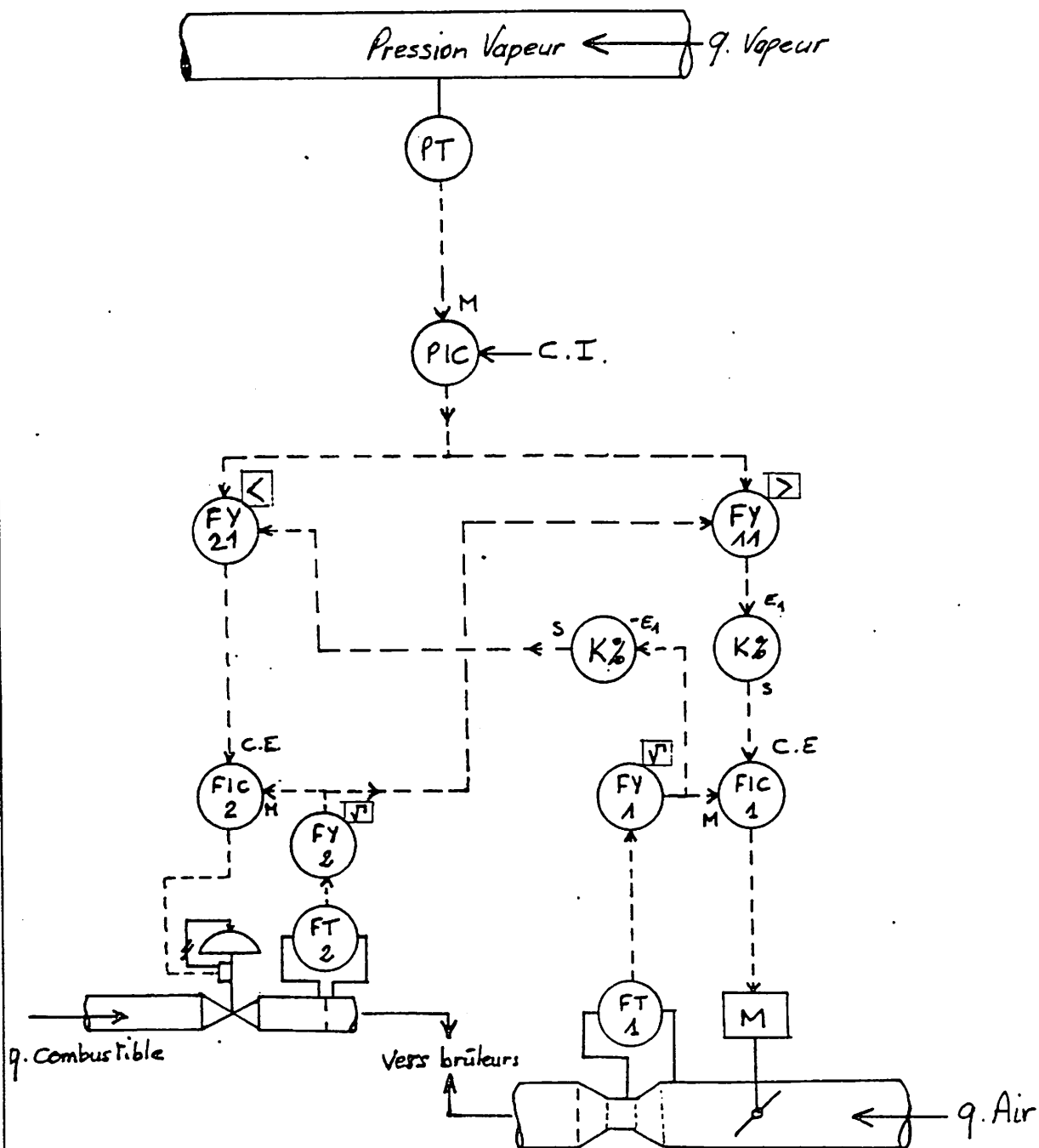
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH. 3

## REGULATION DE COMBUSTION SUR GENERATEUR DE VAPEUR





# EXEMPLES DE REGULATION

Institut de Régulation et Automaton

BP/YA

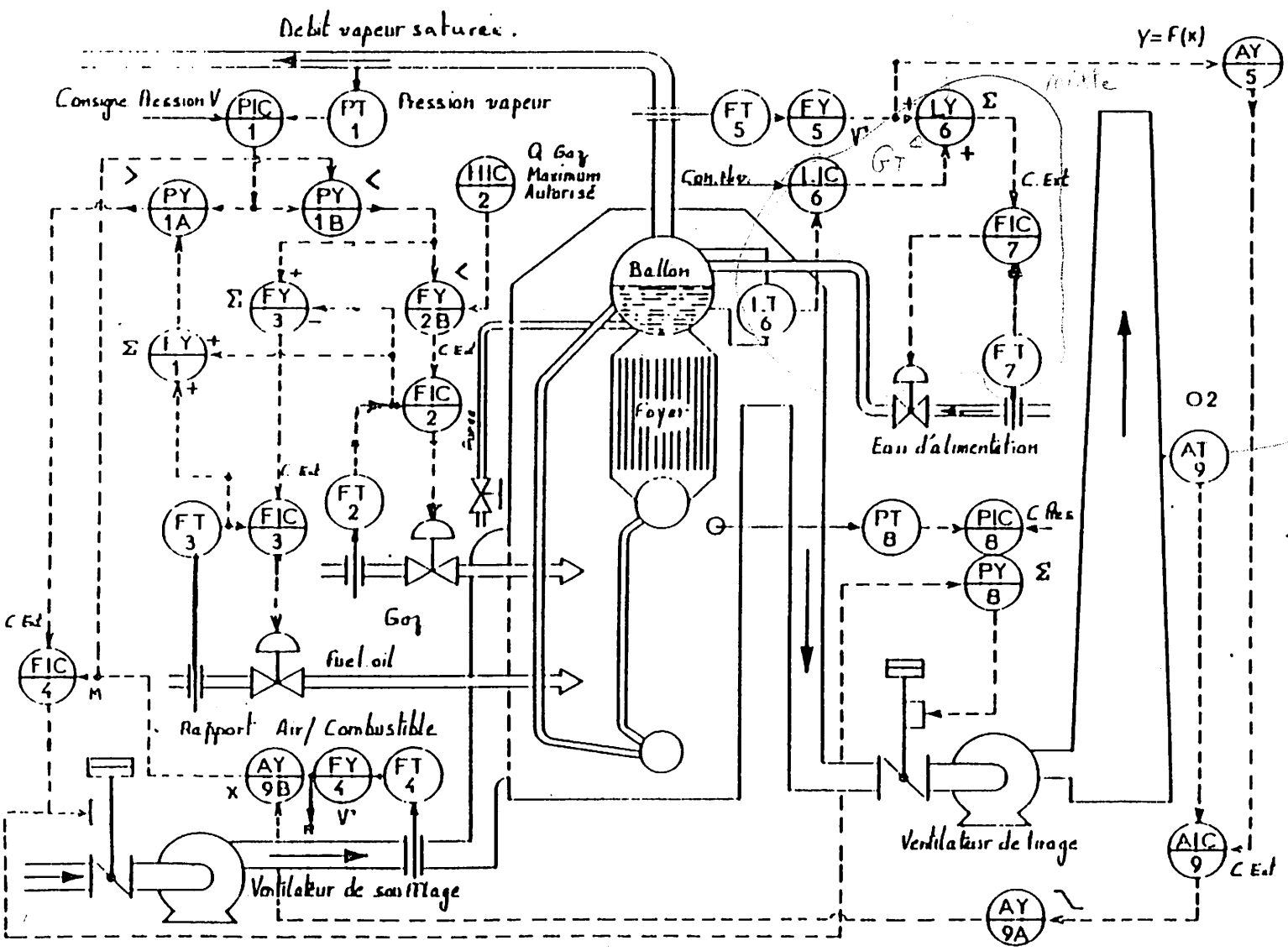
SCHEMAS

Chapitre 2

SCH

GENE RATEUR DE VAPEUR

$S_1 = K_1 E_1 + K_2 E_2 + E_0$   
E pour l'air de soufflage



*à rajouter  
à la suite de  
la pression  
pour l'air de  
soufflage*

INSTITUT DE REGULATION ET AUTOMATION

SOURCE: A. B. B. (ASEFA)

Chemin des Moines - 13644 ARLES

Page

# EXEMPLES DE REGULATION

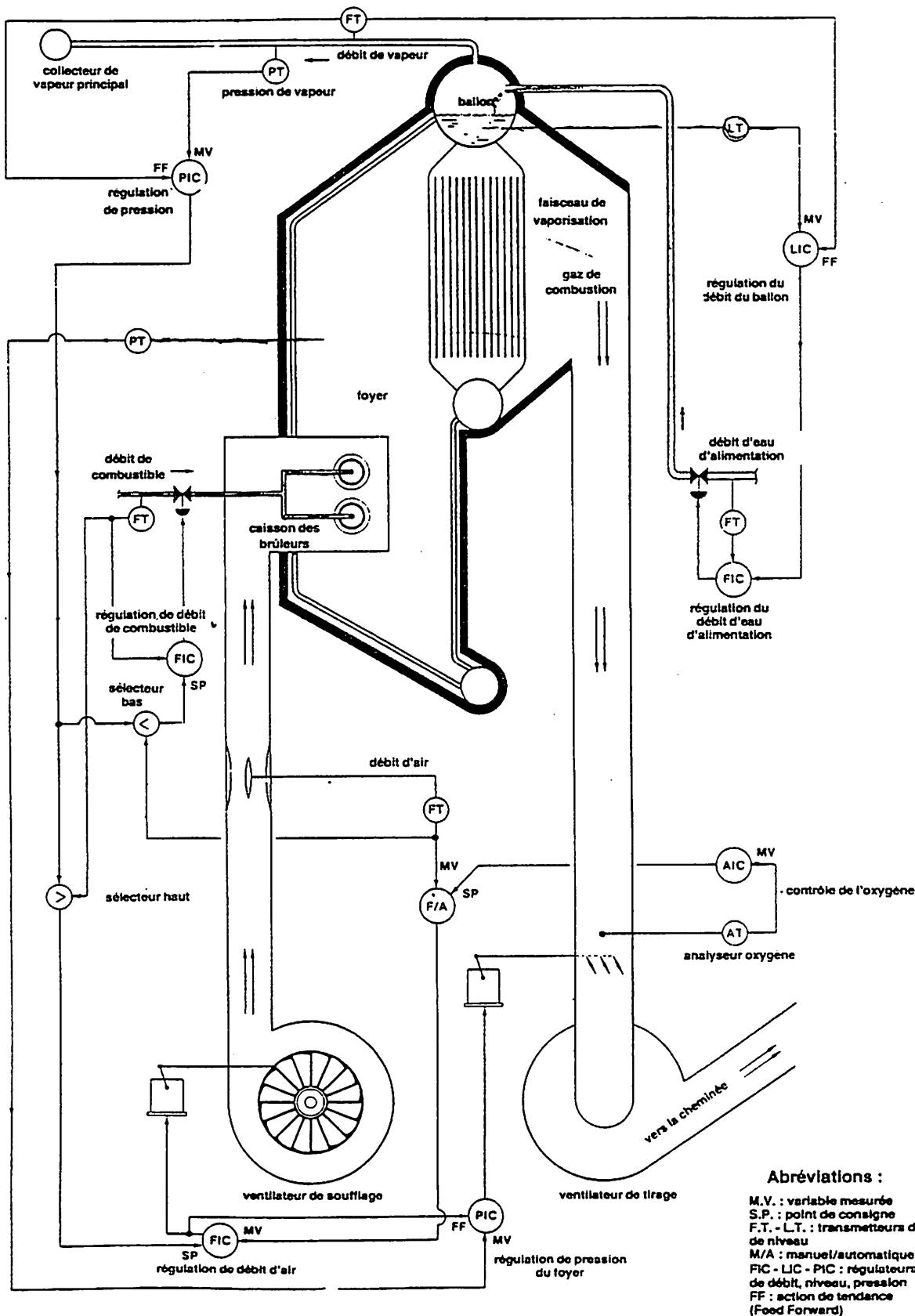
BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH.10

## REGULATION TIRAGE FOYER ET CONTROLE AUTOMATIQUE OXYGENE SUR GENERATEUR DE VAPEUR



### Abréviations :

- M.V. : variable mesurée
- S.P. : point de consigne
- F.T. - L.T. : transmetteurs de débit, de niveau
- M/A : manuel/automatique
- FIC - LIC - PIC : régulateurs indicateur de débit, niveau, pression
- FF : action de tendance (Feed Forward)

SOURCE: ROSEMOUNT

EXEMPLES DE REGULATION

BP/YA

SCHEMAS

Chapitre 2

SCH

REGULATION D'ALIMENTATION SUR GENERATEUR DE VAPEUR

DEBIT VAPEUR

DEBIT D'EAU DE RECHAUFFE

DEBIT D'EAU ALIMENTAIRE

CHAMBRE EN SERVICE

NIVEAU BALLON

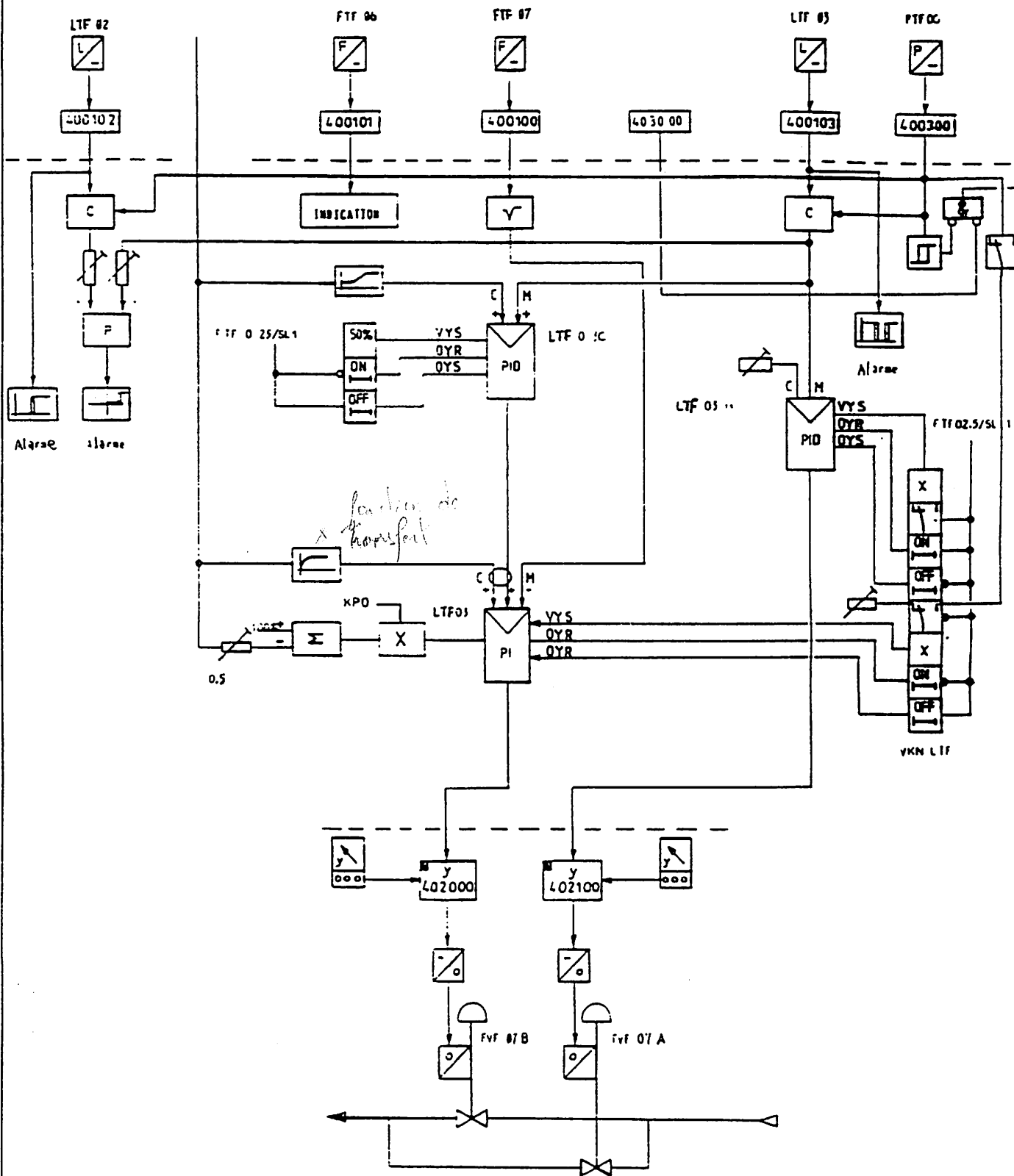
PRESSION BALLON

I N S T I T U T

D E R E G U L A T I O N

E T

A U T O M A T I O N



*fonction de transfert*

SOURCE: HARTMANN & BRAUN

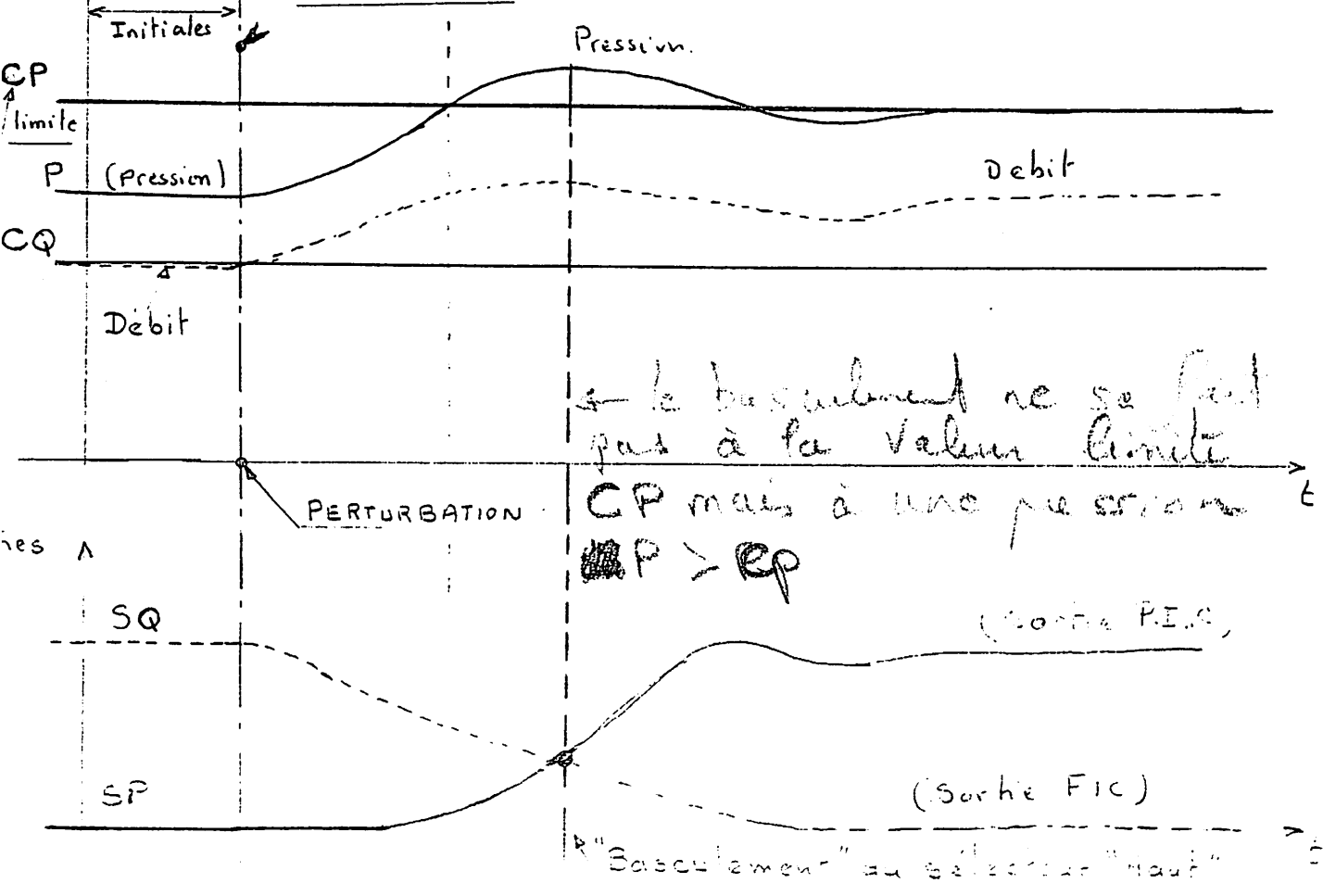
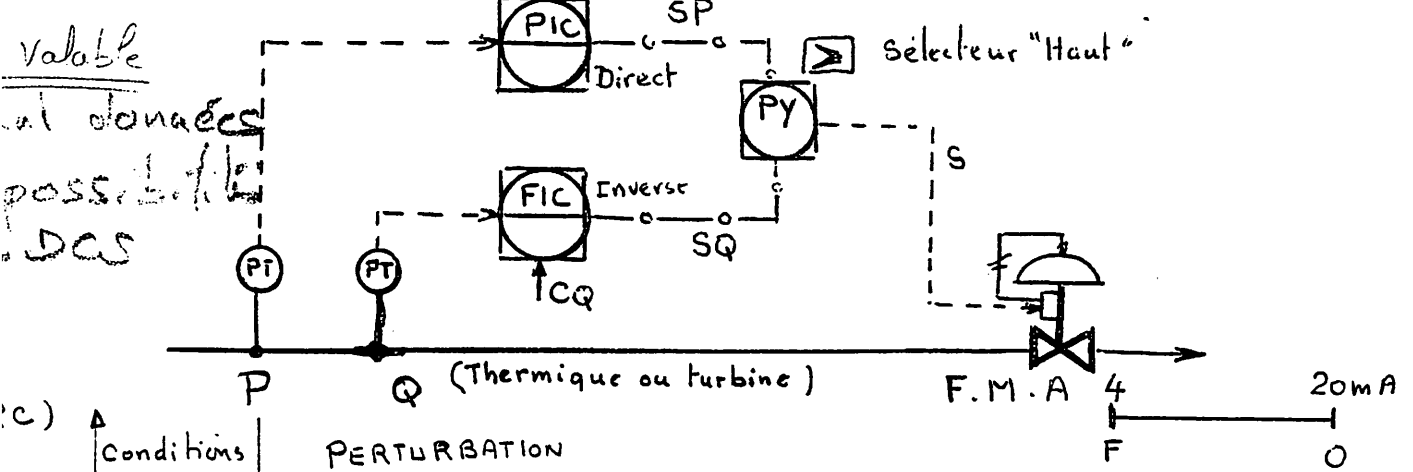
VARMS ALIMENTAIRES

REGULATION OVERRIDE

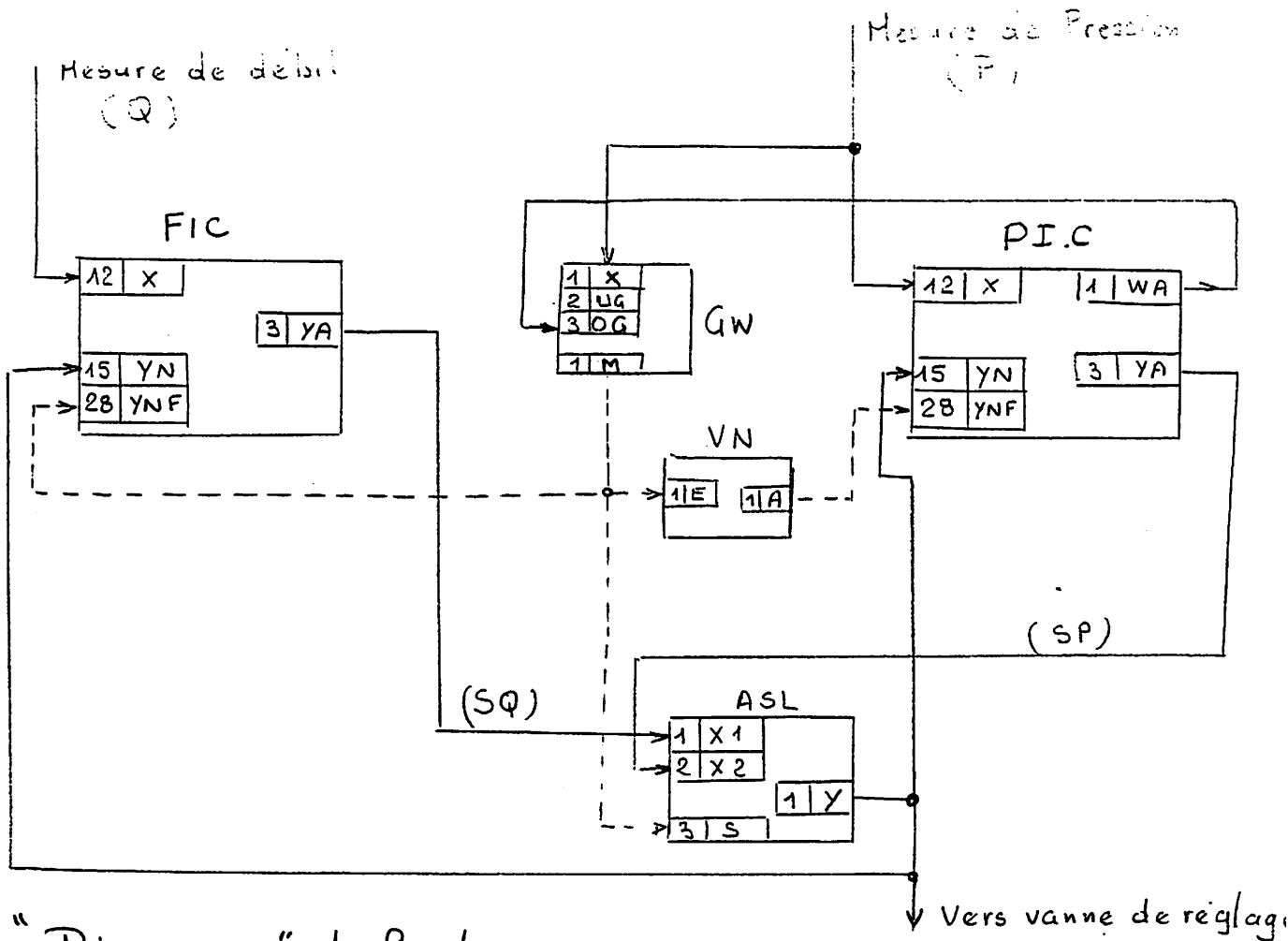
- But : Réguler une grandeur sur un procédé sur lequel une seconde grandeur ne doit pas dépasser une valeur limite, en marche normale ou perturbée.

- Exemple : Réguler un débit avec une Pression limite.  
 Deux régulateurs agissent sur le même organe de réglage séparément à travers un sélecteur soit mini ou maxi ou un sélecteur (commutateur)

Première solution



# Schéma de configuration. (Siemens AB 230)



## "Diagramme" de fonctionnement

